



T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

MALİYE ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ
HUKUKU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hüda CARDA

175013020

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Özgür BİYAN

BANDIRMA 2021

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MALİYE ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ
HUKUKU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hüda CARDA
175013020

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Özgür BİYAN

Bandırma 2021

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAYI

Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı Mali Hukuk Programında Yüksek Lisans öğrencisi Hüda CARDA tarafından Doç. Dr. Özgür BİİYAN'ın danışmanlığında hazırlanan “BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ HUKUKU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından, 09/02/2021 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında oyçokluğu/oybirliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Jüri-Danışman

Jüri Üyesi

Etik Beyan Sayfası

TÜRKİYE CUMHURİYETİ BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (17.01.2021)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı Soyadı

Hüda CARDA

İmzası

ÖZET

BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ HUKUKU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hüda CARDA

Bu çalışmanın amacı dijitalleşme sürecinin getirdiği en son gelişmelerden biri olarak nitelenen blok zincir sisteminin vergi hukukuna etkisini ele almaktır. Çalışmada küreselleşme olgusuyla gerçekleşen sanayi devrimleri süreci ve tüm bu süreçlerin sonunda dijital para kavramı ile ortaya çıkan blok zincir teknolojisi anlatılmaktadır. Kripto paraların arkasındaki teknoloji olarak bilinen blok zincir kavramının teknik özellikleri detaylandırılmakta olup bu yeni teknolojinin hayat bulduğu alanlar açıklanmakta ve ülke örnekleriyle desteklenmektedir. Ayrıca çalışmada, çeşitli ülkeler tarafından vergileme alanında blok zincir teknolojisinin nasıl kullanıldığına yer verilerek Türk Vergi Hukukundaki usul ve esaslara nasıl yansıtılabileceğine ilişkin olası öngörüler üzerinde durulmuştur. Çalışmanın sonucunda tespit edildiği üzere Türk Vergi Hukuku'nda birçok alanda değişiklik yapılması gerekmekte olup, bu teknolojiyle yeni müesseselerin varlığının ortaya çıkabilmesi muhtemel olmakla birlikte, yeni uygulamaların da hayata geçeceği söylenebilir. Kayıt dışı ekonomi ile etkin mücadele ve daha adil bir vergi düzenine de önemli katkılar sağlayacağı açık olan sistemin gelir dağılımında adalet ve kamuda şeffaf yönetime de imkan sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Blok Zincir, Dijitalleşme, Vergi Hukuku, Kayıt dışı Ekonomi, Blok Zincir Uygulamaları.

ABSTRACT

**EVALUATION OF BLOCK CHAIN TECHNOLOGY IN TERMS OF
TAX LAW**

Hüda CARDA

The aim of this study is to examine the impact of the blockchain system, which is described as one of the latest developments brought about by the digitalization process, on tax law. In the study, the process of industrial revolutions realized with the phenomenon of globalization and the block chain technology that emerged with the concept of digital money at the end of all these processes are explained. The technical features of the blockchain concept, known as the technology behind cryptocurrencies, are detailed, the areas where this new technology comes to life are explained and supported by country examples. In addition, the study emphasized how the blockchain technology is used in the field of taxation by various countries and possible predictions about how it can be reflected in the procedures and principles in Turkish Tax Law. As determined as a result of the study, changes in Turkish Tax Law are required in many areas, and although it is possible that the existence of new institutions will emerge with this technology, it can be said that new practices will also be implemented. It is thought that the system, which is clear that it will make important contributions to the effective fight against the informal economy and a fairer tax system, will also enable transparent management in the public sector.

Keywords: Blockchain, Digitalization, Tax Law, Informal Economy, Blockchain Applications.

ÖNSÖZ

Endüstri 4.0'ın getirdiği parçalardan biri olan dijital para ile ilk etapta ortaya çıkan blok zincir kavramı, birçok alanda kendini göstermektedir. Buzdağının görünmeyen yüzü olarak adlandırılan blok zincir teknolojisi bünyesinde barındırdığı en temel özellik olan dağıtık defter teknolojisi ile defter ve belge düzenine yeni bir boyut getirmektedir. Böylelikle usul hukuku başta olmak üzere vergileme alanında bu teknolojinin kullanılması muhtemeldir.

Yaşamım boyunca desteğini asla esirgemeyen maddi ve manevi her zaman arkamda olan hayattaki en büyük şansım olan sevgili annem ve babama minnettarım. Çalışmanın ortaya çıkış aşamasından tamamlanmasına kadar geçen sürede engin bilgi ve tecrübeleri ile yol gösteren sadece akademik anlamda değil her zaman yanımda olan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Özgür BİYAN'a sonsuz minnetle teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca fikir ve önerileriyle çalışmanın olgunlaşmasında yardımcı olan Prof. Dr. Burçin BOZDOĞANOĞLU ve Prof. Dr. Tolga DEMİRBAŞ hocalarıma teşekkür ederim.

Bu sancılı tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen yol arkadaşım Cansu DİLİBAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Hüda CARDA

Bandırma/BALIKESİR

Tarih: 09.02.2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAYI	ii
Etik Beyan Sayfası	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR	xiii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	4
DİJİTALİZASYON SÜRECİNDE YENİ BİR TEKNOLOJİ OLARAK BLOK ZİNCİR (BLOCKCHAIN) SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ	4
1. DİJİTALLEŞMENİN GELİŞİMİ VE BERABERİNDE GETİRDİKLERİ.....	4
1.1. Dijitalizasyon Kavramı	4
1.2. Dijitalizasyon Öncesi Genel Durum: Küreselleşme Olgusu	5
1.3. Küreselleşme İle Birlikte Yaşanan Devrimler: Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Geçiş.....	6
2. TEMEL ÇERÇEVE.....	10
2.1. Blok Zincir Tanımı.....	10
2.2. Blok Zincir'in Tarihsel Gelişimi	13
2.2.1. Dönüm Noktası Olan Bitcoin	14
2.2.2. Bitcoin Sonrası.....	17
2.3. Blok Zincir'in Arkasında Yatan Temel Kavramlar.....	18
2.3.1. İşlem.....	18
2.3.2. Blok.....	18
2.3.3. Düğüm (Node)	18
2.3.4. Çoğunluk Oy Birliği	18
2.3.5. Madencilik	18
2.3.6. Elektronik Cüzdan (Electronic Wallet).....	19
2.4. Blok Zincir'in Özellikleri.....	19

2.4.1. Merkezi Olmayan Dağıtılmış Sistem.....	19
2.4.2. Blok Yapısının Değişmez Oluşu.....	19
2.4.3. Güvenli Oluşu	20
2.5. Blok Zincirin Olmazsa Olmaz Unsuru: Dağıtık Defter Teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT)	20
2.6. Blok Zincir Türleri	24
2.6.1. Kamu Blok Zinciri	24
2.6.2. Özel Blok Zincir	24
2.6.3. Konsorsiyum Blokajları.....	24
2.7. Blok Zincir’de Güvenlik ve Gizlilik	25
İKİNCİ BÖLÜM	29
BLOK ZİNCİRİN ÇALIŞMA İŞLEYİŞİ, UYGULAMA ALANLARI VE ÜLKE ÖRNEKLERİ	29
1. BLOK ZİNCİR AĞ MİMARİSİ	29
1.1. Blok Zincir’in Teknik Yapı Taşları.....	29
1.1.1. Ağ Yapısı	29
1.1.2. Kriptografi	30
1.1.3. Kriptografik Hash (Özüt) Fonksiyonu.....	32
2. BLOK ZİNCİR YAPISININ ÇALIŞMA İŞLEYİŞİ.....	34
2.1. Blok Zincir’de Blokların Oluşumu	35
2.2. Merkle Ağacı (Merkle Tree)	39
2.3. Çatallanma (Forking)	41
2.3.1. Gönüllü (Yumuşak) Çatallanma	42
2.3.2. Zorunlu (Mecburi, Sert) Çatallanma.....	43
2.4. Yetim (Orphan) Zincir.....	44
3. BLOK ZİNCİR UYGULAMA ALANLARI	44
3.1. Genel Olarak	44
3.2. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contract)	48
3.3. Küresel Ödeme Sistemleri.....	52
3.4. Tedarik Zincirinde Blok Zincir	53
3.5. Oylama’da Blok Zincir.....	55
3.5. Blok Zincir Sağlık Uygulamaları	56
3.7. Blok Zincir ve Emlak, Gayrimenkul Sektörü.....	58
3.8. Vergilendirmede Blok Zincir	59

4. BLOK ZİNCİRDE ÜLKE UYGULAMALARI VE SWOT ANALİZİ.....	61
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	64
BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ HUKUKUNDAKİ BAZI DÜZENLEMELERE MUHTEMEL ETKİLERİ	64
1. VERGİ USUL HUKUKUNDAKİ BAZI DÜZENLEMELERE ETKİLERİ.....	64
1.1. Vergilendirme Sürecine İlişkin Etkileri	64
1.2. Mükellefin Ödevleri Bağlamında Blok Zincir	66
1.2.1. Bildirimde Bulunma Ödevi.....	67
1.2.2. Defter Tutma ve Belge Düzenleme Ödevleri	67
1.2.3. Beyanname Verme Ödevi.....	72
1.2.4. Saklama ve İbraz Ödevi.....	74
1.3. Mükellef Hakları Bağlamında Blok Zincir	75
1.3.1. Hata Düzeltme	76
1.3.2. Uzlaşma	77
1.3.3. Pişmanlık ve Islah.....	78
1.4. Vergi Kabahatleri ve Suçlarına Blok Zincirin Etkileri.....	78
1.4.1. Kabahatler Açısından.....	79
1.4.2. Suçlar Açısından	80
2. MADDİ HUKUKTAKİ BAZI DÜZENLEMELERE ETKİLERİ	81
2.1. Vergiyi Doğuran Olaya Etkisi.....	81
2.2. Blok Zincirin Katma Değer Vergisi Üzerine Olası Etkileri.....	83
2.2.1. Dünya ve AB’de Durum	83
2.2.2. Türkiye’de Durum	86
2.3. Transfer Fiyatlandırması ve Uluslararası Vergilemede Blok Zincir.....	87
2.4. Gelir Vergisinde Blok Zincir.....	90
2.5. Akıllı Gümrük Beyannameleri	92
3. VERGİ İDARESİ AÇISINDAN BLOK ZİNCİRİN OLASI ETKİLERİ	95
3.1. Denetim ve Muhasebe Sistemlerindeki Genel Değişim	95
3.2. İnceleme.....	97
3.3. Yoklama.....	99
3.5. Bilgi Toplama	100
4. DİĞER BAZI DURUMLARDA BLOK ZİNCİRİN OLASI ETKİLERİ	100
4.1. Devletler Açısından Blok Zincirin Olası Etkileri.....	100

4.2. 3568 Sayılı Yasa Kapsamında Meslek Mensuplarına Olası Etkisi	102
SONUÇ	103
KAYNAKÇA	107



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1. Blok Zincir'in Tarihsel Süreci	13
Tablo 1.2. Blok Zincir Uygulamasının Geçirdiği Aşamalar	17
Tablo 1.3. Blok Zincir Türleri ve Özellikleri	24
Tablo 2.1. Özet Fonksiyonların Karmaşıklıkları	33
Tablo 2.1. Blok Konstrüksiyonu	38
Tablo 2.2. Merkle Ağacında Verimlilik	40
Tablo 2.3. Blok Zincir Teknolojisiyle Dönüşüm Yaşanacak Endüstriler	45
Tablo 2.4. Günümüz Bankacılığı İle Blok Zincir Teknolojisinin Karşılaştırılması	52
Tablo 2.5. Hangi Ülkede Hangi Blok Zincir'e Dayalı Proje Devam Ediyor?	61
Tablo 3.1. Türkiye'de Yıllar Bazında E-tebligatta Geçişle Sağlanan Tasarruf.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tablo 3.2. E-Defter'in Avantaj ve Dezavantajları	69
Tablo 3.3. Transfer Fiyatlandırmasında Geleneksel ve Blok Zincir Karşılaştırılması ...	89
Tablo 3.4. Geleneksel Bir Muhasebe Sistemi İle Blok Zincir Bazlı Sistemin Karşılaştırılması	96

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Geçişte Kilit Noktalar.....	6
Şekil 1.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Yapı Taşları	10
Şekil 1.3. Blok Zincire Ait Temsili Bir Görünüm	12
Şekil 1.4. Blok Zincirin Belli Tarihler Arasındaki Gelişimi.....	14
Şekil 1.5. Blok Zincir Teknolojisinin Temel Özellikleri	20
Şekil 1.6. Merkezi ve Dağıtık Deftere Ait Bir Görünüm.....	21
Şekil 1.7. Dağıtık Defter Teknolojisinin İşleyişi	23
Şekil 1.8. Blok Zincir'de Güvenlik.....	26
Şekil 2.1. Blok Zincir Mimarisinin Genel Yapısı	29
Şekil 2.2. Merkezi, Çok Merkezli ve Dağıtık Ağ Yapıları	30
Şekil 2.3. Kriptografik Hash Fonksiyonu	32
Şekil 2.4. Hash Fonksiyonu Türleri	33
Şekil 2.5. Bitcoin İşlem Süreci	35
Şekil 2.6. Madencilerin Blok Zincirdeki İşlem Sırası.....	35
Şekil 2.7. İlk Blok (Genesis) Kaydından Sonra Birbirini Takip Eden Blok Yapısı	36
Şekil 2.8. Blokların Birbirine Eklenerek Zincir Oluşturması	37
Şekil 2.9. Bir Bloğun Yapısı	38
Şekil 2.10. Blok Zincirde Transfer İşleyişi ve Onay Süreci	39
Şekil 2.11. Merkle Ağacı	40
Şekil 2.12. Blok Zincir'de Çatallanma	42
Şekil 2.13. Gönüllü Çatallanma Oluşumu	43
Şekil 2.14. Zorunlu Çatallanma Oluşumu.....	43
Şekil 2.15. Yetim Blok	44
Şekil 3.1. Akıllı Sözleşmelerin Kullanıma Yönelik Bir Görünüm	51
Şekil 3.2. Tedarik Yönetiminde Geleneksel Yollar ile Blok Zincir Yönteminin Karşılaştırılması	54
Şekil 3.3. Blok Zincir'in Sunduğu Beş Avantaj	56
Şekil 3.4. Blok Zincir Yapısında İlaç Tedarik Yönetim Senaryosu	57
Şekil 3.1. Blok Zincir Yapısında Güven Protokolü	77
Şekil 3.1. Blok Zincir Teknolojisinin Kullanılmadığı Durumda KDV İşleyişi.....	84
Şekil 3.2. Blok Zincir Teknolojisinin Kullanıldığı Durumda KDV İşleyişi.....	85

KISALTMALAR

a.e.	: Aynı Eser
a.g.e.	: Adı Geçen Eser
a.y.	: Aynı Yer
AATUHK	: Amme Alacaklarının Tahsili Usulü Hakkında Kanun
AB	: Avrupa Birliği
BEPS	: Kar Aktarımı Yoluyla Matrah Aşındırması
BTC	: Bitcoin
CMK	: Ceza Muhakeme Kanunu
CPS	: Siber Fiziksel Sistemler (Cyber- Physical Systems)
DAO	: Ademi Merkezi Otonom Organizasyon (Decentralized Autonomous Organization)
DICE	: Dijital Fatura Gümrük Değişimi
DLT	: Dağıtık Kayıt Teknolojisi (Distributed Ledger Technology)
ETC	: Ethereum Classic
ETH	: Ethereum
FINTECH	: Finansal Teknoloji (Financial Technology)
GİB	: Gelir İdaresi Başkanlığı
GVK	: Gelir Vergisi Kanunu
HMK	: Hukuk Muhakemeleri Kanunu
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
İYUK	: İdari Yargılama Usulü Kanunu
KDV	: Katma Değer Vergisi
KVK	: Kurumlar Vergisi Kanunu
KVVK	: Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
Mük.	: Mükerrer
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
P2P	: Eşten eşe (Peer to Peer)
R.G.	: Resmi Gazete

s.	:	Sayfa
S.	:	Sayı
SHA	:	Güvenli Hash Algoritması (Secure Hash Algorithm)
SPK	:	Sermaye Piyasası Kanunu
SPV	:	Simplified Payment Verification
TCP/IP	:	Aktarma Kontrol Protokolü / İnternet Protokolü
TDK	:	Türk Dil Kurumu
TTK	:	Türk Ticaret Kanunu
VDK	:	Vergi Denetim Kurulu
VUK	:	Vergi Usul Kanunu
WEF	:	Dünya Ekonomik Formu (World Economic Forum)

GİRİŞ

Dünyayı saran küreselleşme olgusu beraberinde birtakım gelişmeleri de getirmiştir. Birçok alanda kendini hissettiren bu rüzgâr, sanayi devrimlerinin birer birer aşamasıyla ağırlığını zamanla göstermiştir. Diğer yandan teknoloji ve dijitalizasyondaki gelişmeler de buna ilave edilince dünya küçük bir köy olarak nitelenmeye başlamıştır. Dijital dönüşümlerin temeli olarak endüstri 3.0 ortaya çıkışı esas alınmaktaysa da özellikle bilgisayarların kullanılması ve bilişim (IT) sektörünün gelişmesi ekonomik ve sosyal yaşamı bambaşka bir boyuta taşımıştır.

Dijitalleşmenin hızla hayatın içine dahil olması ile dijital ekonomi kavramı da kullanılmaya başlanmıştır. Don Tapscott tarafından kaleme alınan ve 1994 yılında yayınlanan Dijital Ekonomi: Bilişim Ağına Dayalı Zeka Çağında Umut ve Tehlike (The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence) adlı kitapta ilk defa dijital ekonomi kavramı kullanılmıştır¹. Dijital ekonomi, teknolojiyi hızlı bir şekilde daha ucuz, iş süreçlerini geliştiren ve yaygın hale getiren tüm sektörlerle de bilgi ve iletişimin getirdiği dönüşüm süreci olarak tanımlanmaktadır².

Dijital ekonominin bir meyvesi de hiç şüphesiz dijital para ya da kripto para şeklinde ortaya çıkan bitcoin ve benzeri coinlerdir. Para olgusunun yeniden tanımlanmasına yol açan kripto paralar, finans sektöründe devlet ya da kurum müdahalesi olmadan işlem yapabilme özelliği ile dikkat çekmektedir. Sadece finans alanında değil diğer tüm sektörlerde de kullanılabilecek bir yapı olarak bitcoinin arkasındaki temel teknoloji olarak blok zincir kavramı ortaya çıkmıştır. Buzdağının görünmeyen kısmı olarak nitelendirilen bu teknoloji, araçlara gerek kalmadan birçok işlemin mümkün hale gelebileceğini tüm dünyaya duyurmuştur.

Blok zinciri diğer uygulamalardan ayıran en büyük özelliği dijital bir defter olma özelliğidir. Yapılan en ufak bir değişikliği ağdaki tüm kullanıcıların anında görmesine izin veren sistem, değiştirilemez oluşu sayesinde güvenli bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır. Blok zincirin olmazsa olmaz unsuru olan dağıtık defter sistemi ile verilerin

¹ Hüseyin Mert, Erhan Bayar, “Digital Economy, Taxation and Problems Encountered”, **Press Academia Procedia**, Global Business Research Congress, June 4-5, Vol: 1, 2020, s. 29. 28-33.

² OECD, Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action 1-2015 Final Report, 2015, OECD Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/addressing-the-tax-challenges-of-the-digital-economy-action-1-2015-final-report_9789264241046-en#page3, Erişim Tarihi: 17.01.2021.

tek merkezde değil de birden fazla ağ kullanıcısında bulunması ile olası saldırıların, silinmelerin ve kayıpların önüne geçmektedir. Bu bağlamda blok zincir teknolojisinin özellikleri bu teknolojinin neden kullanılması gerektiğini ve önemini ortaya koymaktadır.

Birçok alanda yavaş yavaş kendini gösteren bu sistemin vergi hukukuna ne gibi bir etkisi olacağı üzerine çalışmaların da yapılmaya başlandığı görülmektedir. Bu çalışmanın nedeni blok zincirin bu özelliklerinin Türk Vergi Hukukunda usul ve esaslar yönünden nasıl yer bulacağına ve etkileşime gireceğine ilişkin tespitler yapmaktır. Blok zincirin sağladığı avantajlar göz önünde bulundurulduğunda hem mükellef hem de devlet açısından kontrol edilebilirlik en üst seviyede vuku bulacaktır. Özellikle kayıt düzeninde yeni bir dönemin yaşanacağı öngörülmektedir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, küreselleşme ile birlikte dijitalleşmenin dünyayı sarması sonucunda yaşanan gelişmeler ele alınmaktadır. Bu bağlamda blok zincir ortaya çıkmadan önce blok zinciri oluşturan unsurlar anlatılmakta olup, blok zincirin tarihsel gelişimine yer verilmektedir. Blok zincir tanımlamasına yer verilmiş olup arkasında yatan kavramlar açıklanmaktadır. Temel özellikleri ve türlerine yer verilerek bölüm sonlandırılmaktadır.

İkinci bölümde blok zincirin teknik özelliklerine değinilmekte olup, çalışma işleyişine yer verilmiştir. Blok yapısı ve oluşumunun yanı sıra sisteme özgü bazı teknik detaylar anlatılmaktadır. İlk çıkış alanı olarak finans sektörü olsa da günümüzde genişleyen uygulama alanları hakkında bilgi verilmektedir. Özellikle akıllı sözleşmelerin önemi vurgulanmış olup blok zincirin uygulama alanının genişlemesine imkân sağlayan yapı olarak ortaya çıkmaktadır. Vergilendirme alanında uygulanması ve örnek ülke uygulamalarına yer verilmektedir.

Tezin üçüncü bölümünde ise çalışmanın esasını oluşturan blok zincir sisteminin vergi hukukuna olası etkilerine yer verilmiştir. Öncelikle blok zincir teknolojisinin vergi usul hukukuna ve vergi maddi hukuka etkileri irdelenmiştir. Bu bağlamda özellikle vergilendirme süreçleri, mükellef ödevleri ve hakları, vergi kabahat ve suçları üzerinde durulmuştur. Kayıt dışı ekonominin önüne geçme noktasında bir çıkar yol olarak görülen blok zincir teknolojisi birçok müesseyi de değiştirmeye hazırlanmaktadır. Bu

bölümde literatürde yer almayan sadece vergi ödemelerinde kullanılabilir olarak öngörülen “Türkcoin” kavramı ve ilerde bir meslek grubu olarak öngörülen “blok zincir vergi müşavirliği” kavramının mahiyeti de anlatılmaktadır. Sonuç kısmıyla konu değerlendirilip sonlandırılmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

DİJİTALİZASYON SÜRECİNDE YENİ BİR TEKNOLOJİ OLARAK BLOK ZİNCİR (BLOCKCHAIN) SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ

Blok zincir sistemi, internet devriminden sonra ikinci en büyük devrim olma özelliğine sahip³ bir yazılım olarak ifade edilmektedir. “Bir güvenlik protokolüne benzemekle beraber, aslında birbirinden farklı yaklaşımların kullanılabildiği onlarca farklı platformda, binlerce farklı uygulamanın hayata geçirilebileceği bir teknolojik yaklaşımdır” şeklinde ifade edilen⁴ blok zincir teknolojisi ve özelliklerine bu bölümde yer verilmektedir.

1. DİJİTALLEŞMENİN GELİŞİMİ VE BERABERİNDE GETİRDİKLERİ

1.1. Dijitalizasyon Kavramı

Dijitalizasyon kavramından önce kimi zaman birbirleri yerine kullanılan dijitalizasyon (digitization) teriminin açıklanması yerinde olacaktır. Bu bağlamda dijitalizasyon, analog verilerin dijital platformlarda yeniden şekillenmesi şeklinde tanımlanmaktadır. “1” ve “0”lar halinde bilginin depolanması ve saklanması yoluyla bilgi dijital bir hale dönüştürülmektedir. Öte yandan dijitalizasyon (digitalization) ise dijital bir teknolojinin veya bilgisayar programının bir ülke tarafından, endüstri ya da örgüt gibi kurum veya kuruluşlar tarafından benimsenip kullanımının gün geçtikçe artması anlamına gelmektedir⁵. Dijitalleşme; iletişimi, etkileşimi ve iş modellerini, dijital ortamlarda akıllı üretim haline dönüştürmek veya pazarlamak demektir. Dijitalleşme veya sayısallaştırma terimlerinin ilk kullanımları 1950’lerin ortalarında görülmektedir⁶.

Dijital kavramı sanayi toplumundan kopuşu modern topluma geçişi tarif etmek için kullanılmaktadır. Öyle ki dijitalleşme bilginin herhangi bir merkeze bağlı kalmadan

³ Emre Çotuksöken, Blockchain Uygulamalarının ve Kripto Paraların Finans Hukuku’na Etkileri 1. Oturum, Baro Vizyon, 07 Temmuz 2018, “Çevrimiçi” <https://www.istanbulbarosu.org.tr/barovizyon/VideoDetay.aspx?ID=202>, 6:57, Erişim Tarihi: 11.01.2019.

⁴ Ahmet Usta, Serkan Doğanekin, Blockchain 101, Güncellenmiş Versiyon, **Bankalararası Kart Merkezi**, 2017, s. 32.

⁵ Mehmet Eryılmaz, “Örgütlerde Dijitalizasyon ve Ardılları Üzerine Bir Tartışma”, 2020, s. 3, Rüzgar, N. (Ed.), **İşletme Yönetimi**, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

⁶ Fahri Bilal Yankın, “Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı, **Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi**, Cilt: 7, Sayı: 2, 2019, s. 13-14.

sunulması, kolay ve hızlı bir şekilde erişilmesi sürecini ifade etmektedir. Dijitalleşme bilgiyi üreten, işleyen, paylaşan ve aktaran bir dönüşümü kapsamaktadır⁷. Dijital dönüşüm kapsamında sanayileşmenin getirileri insan yaşamında dönüm noktası olmuştur. Endüstri 4.0 ile birlikte nesnelerin interneti⁸, yapay zeka, bulut bilişim sistemleri ve büyük veri kavramları dijitalleşmenin getirdiği son halkalar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte nasıl geliştiğini anlayabilmek için dijitalizasyonun geçirdiği evrelere değinmek gerekmektedir.

1.2. Dijitalizasyon Öncesi Genel Durum: Küreselleşme Olgusu

Küreselleşme kavramı, son zamanlarda gerek uluslararası arenada gerekse akademik literatürde sıkça kullanılan bir kavramdır. Küreselleşme bir diğer adıyla “*globalleşme*”nin, literatürde birçok tanımı bulunmaktadır⁹. Dahası bu kavramı karşılayacak birden fazla sözcük ile de çeşitlendirilip kullanılmaktadır. Misal; uluslararasılaşma, batılılaşma, evrenselleşme, karşılıklı bağımlılık, liberalizasyon, Amerikanlaşma¹⁰ gibi çeşitli terimlerle kullanılmaktadır¹¹.

Küreselleşme kavramının yerine birden fazla terimin kullanılması, kavramın çok boyutlu olması ve karmaşık süreçler bütünü temsil etmesindendir. Çok boyutlu olan bu kavramın; askeri, siyasi, hukuki, ekonomik, sosyo-kültürel gibi birçok boyutu bulunmaktadır¹². Bu çerçevede küreselleşme; mal, hizmet ve sermaye piyasasının günden güne artan hareketliliği neticesinde ulusal ve uluslararası piyasalarda ekonomik, sosyal anlamda etkileşim ve iletişim halinde bulunulması ve karşılıklı bağımlı bir hale gelmesi olarak ifade edilmektedir¹³.

⁷ Mehmet Özcan, Bekir Keskin, “Dijitalizasyon Bağlamında Sosyal Dönüşüm”, **OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 29, 2020, s. 2217.

⁸ Nesnelerin İnterneti (IoT, Internet of Things) nesnelerin başka nesnelerle kurduğu gelişim sürecini ifade etmektedir.

⁹ Oğul Zengingönül, “Küreselleşme Kavramı Üzerine Bir Deneme”, İktisat Teorisi, Sayı: 12, Güz 2004, s. 15, <http://www.libertedownload.com/Piyasa/12/03-ogul-zengingonul-kuresellesme-kavrami-uzerine-bir-deneme.pdf>, Erişim Tarihi: 22.10.2019.

¹⁰ Küreselleşme kavramını ifade eden Amerikanlaşma terimi için **bknz.** İsa Sağbaş, Hüseyin Şen, **Vergi Teorisi ve Politikası**, 2. Baskı, Mart 2016, Ankara, s. 463.

¹¹ Fırat Bayar, “Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinde Türkiye”, Uluslararası Ekonomik Sorunlar, <http://www.mfa.gov.tr/data/kutuphane/yayinlar/ekonomik-sorunlardergisi/sayi32/firatbayar.pdf>, Erişim Tarihi: 10.10.2019, s. 25.

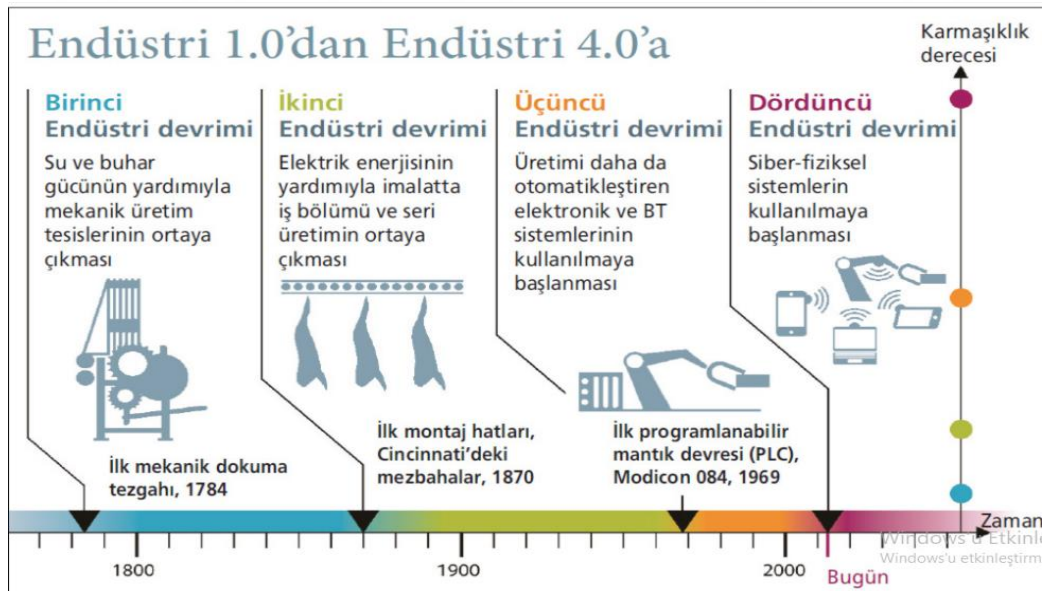
¹² Sağbaş, Şen, **a.g.e.**, s. 463.

¹³ Fulya Kıvılcım, “Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinin Gelişmekte Olan Ülke Türkiye Açısından Değerlendirilmesi”, **Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi**, Cilt No: 5, No: 1, 2003, ISSN: 1309-8012, s. 221.

Küreselleşme kökeninden de anlaşılacağı üzere genel anlamda dünyayı ve ekonomik unsurları içinde barındıran bir kavramdır. Sadece ekonomiyi niteleyen bir kavramdır demek doğru bir tanımlama yapılmadığını göstermektedir. Nedeni ise kavramın salt olarak değil de içinde bulunulan dönemin zaman ve mekan algısı ile değerlendirilmesi gereğidir. Ekonomik olsun ya da olmasın dünyanın herhangi bir ucunda yaşanan olaylar tüm dünyayı doğrudan ve anında etkilemektedir. Özetle küreselleşme, politik ve ekonomik etkileşimlerden doğan toplumun bu etkileşime entegre olmasından oluşan bir dizi karmaşık süreçleri ifade etmektedir¹⁴.

1.3. Küreselleşme İle Birlikte Yaşanan Devrimler: Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Geçiş

Dünyayı etkisi altına alan küreselleşme olgusu birçok gelişmeyi de beraberinde getirmiştir. Birinci sanayi devriminden başlayıp, günümüzde dördüncü sanayi devrimine kadar etkileyen bir rüzgârdır. Her alanda hissedilen bu rüzgâr, aşağıda yer verilen Şekil 1.1'deki süreçlerle ilgili kilit noktası diye tabir edilecek olan gelişmelere yer verilmiştir.



Şekil 1.1. Endüstri 1.0'dan Endüstri 4.0'a Geçişte Kilit Noktalar

¹⁴ Anthony Giddens, **The Third Way (Üçüncü Yol- Sosyal Demokrasinin Yeniden Dirilişi)**, Birey Yayıncılık, 1. Baskı, Mayıs 2000, İstanbul, s. 42-45.

Kaynak: Capital, “Kendi Kendini Organize Edebilen Fabrikaların Temelini Atmak”, 2013, “Çevrimiçi” <https://www.capital.com.tr/capital-dergi/gelecek-trendler/kendi-kendini-organize-ede-bilen-fabrikaların-temelini-atmak>, Erişim Tarihi: 30.10.2019.

18. yüzyılın sonunda buhar gücünün keşfedilmesi ve makinelerde kullanılması toplumlar için bir dönüm noktası olmuştur. Tarım sektöründen sanayi ekonomisine, elle üretimden fabrikalara geçiş dönemi ‘*Birinci Sanayi Devrimi*’ olarak adlandırılmaktadır¹⁵. Sanayi devrimi ya da bir diğer ismiyle Endüstri 1.0’ın buhar gücü keşfedilmesi sonucunda gücün kontrol edilebilmesi ve endüstrilerde kullanılabilir hale gelmesi endüstri devrimi için bir başlangıç noktası olarak tanımlanabilir. Endüstri 1.0’da olmazsa olmaz yapı taşı mahiyetinde olan materyaller; pamuk, kömür, çelik şeklinde sıralanmaktadır. Bu materyallerin kullanımı, işlenmesi ve ulaşım alanında kullanılması devrimin temel unsuru haline gelmektedir. Tarih sahnesinden buhar makinası yavaş yavaş çekilirken onun yerini alan petrol makinası ve içten yanan motorlar insanlık tarihinde bir devrim daha yaratmaktadır. Sonuç olarak endüstri 2.0 tarih sahnesindeki yerini almış bulunmaktadır¹⁶.

Küreselleşmenin ikinci dalgası olan Endüstri 2.0, 1870 yılından başlayarak 1989 Doğu bloğunun çöküşüne kadar devam eden bir süreci kapsamaktadır¹⁷. İkinci sanayi devrimine ait gelişmeler telgrafın keşfi ve elektriğin üretim alanında kullanılmasıdır. Ham petrolün enerji kaynağı olarak kömürün yerini alması ve seri üretime geçiş bu dönemin öne çıkan özelliklerindendir¹⁸. Henry Ford¹⁹, elektriği kullanarak Taylorizm²⁰’e dayalı seri üretime geçişi gerçekleştirmiş olup Endüstri 2.0 döneminin

¹⁵ Esra Kabaklarlı, **Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi- Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler**, 2. Basım, Nobel Bilimsel Eserler, Atlas Akademik Basım, Ankara, 2018, s. 23.

¹⁶ Ömer Faruk Görgüç, **Dördüncü Endüstri Devrimi- Endüstri 4.0**, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2017, s. 15-16.

¹⁷ Görgüç, **A.e.**, s. 51-54.

¹⁸ Kabaklarlı, **a.g.e.**, s. 24.

¹⁹ Henry Ford, Amerikan otomobil endüstrisinin öncüsü ve ilk hareketli montaj hakkını kuran kişidir. Emek faktörünün verimliliği artırmaya yönelik Taylorsche üretim teknikleri kullanarak, Fordist üretim adı verilen seri üretimde uygulayan kişidir. Daha detaylı bilgi için **bknz.** Claude R. Duguay, Sylvain Landry, Federico Pasin, “From Mass Production to Flexible/Agile Production”, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol: 17, Issue: 12, 1977, ISSN: 0144-3577. Ford sadece seri üretim yöntemini otomobil sanayisine uygulamıştır. **Bknz.** Ali Rıza Saklı, “Fordizm’den Esnek Üretim Rejimine Dönüşümün Kamu Yönetimi Üzerindeki Etkileri”, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 44, 2013, ISSN:1304-0278, s. 110.

²⁰ Taylorizm adını Amerikalı mühendis Frederick Winslow Taylor’dan almaktadır. Taylorizm, emeğin makine başındaki örgütlenmesiyle ilgili bir olgudur (Taylorizm konusunda bakılması gereken ilk eser Taylor’un 1911 yılında basılmış olan *Bilimsel Yönetimin İlkeleri* başlıklı kitabıdır.) Daha detaylı bilgi için **bknz.** Frederick Winslow Taylor, *Bilimsel Yönetimin İlkeleri*, 2. Baskı, Çizgi Kitabevi Yayınları, Konya; Güven Selçuk, “Fordist Birlikim Rejimi ve Kitle Kültürü”, **Journal of Yaşar University**, 24(6), 2011, ss.

sembolü olmuştur²¹. 1969 yılına kadar özellikle iletişim ve haberleşme alanında dijital çağın alt yapısını oluşturacak önemli adımlar atılmıştır. 1937 yılında Howard Hathaway Aiken'in yönettiği bir ekip Mark-1 adı verilen ilk otomatik dijital makineyi yapmayı başarmıştır. Ardından 1950 yılında askeri gereksinimleri karşılamak için çiplerin atası olarak bilinen RAM belleklerin kullanıldığı ENIAC bilgisayar kullanılmaya başlanmıştır²².

Küreselleşmenin üçüncü dalgası olarak nitelendirilen Endüstri 3.0, dijital dönemin kapılarını aralayacak olan elektronik sistemler ve veri işleme unsurları yavaş yavaş kendini göstermeye başlamıştır. 1989 yılında çift kutuplu dünyanın ortadan kalkmasını sembolize eden Berlin Duvarı'nın yıkılması ile küreselleşme yeniden harekete geçmiştir. Endüstri 2.0 sürecinde geliştirilen yeni silahlar artık piyasada ve bu silahların başında internet ve bilgi iletişim teknolojileri gelmeye başlamış ve böylece küreselleşmenin üçüncü dalgası hareket geçmiş ve Endüstri 3.0'a geçişin bütün koşulları oluşmuştur²³.

1970'lerde başlayan '*dijital devrim*' olarak nitelendirilen üçüncü sanayi devrimi, üretimde bilgisayarların kullanılması ile sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişi tanımlayan bir dönemdir. Bu üçüncü devrimde, makinaların kullanıldığı gibi üretim işlemlerinin otomasyonu için elektronik ortamların kullanılması bu devrimin özelliklerindendir. Bilişim (IT)²⁴ adı verilen elektronik ve bilgi teknolojilerinin üretimde

4130-4152. Kendi adıyla anılan modelde, işgücü verimliliğin artırılmasına yönelik bir takım ilkeler ileri sürmüştür. Bu model, emek örgütlenişinde bilimsel dönem olarak tanımlanabilir. Taylorizm'de amaç, gereksiz zaman harcanmasının önüne geçerek verimliliği ve işletmenin verimliliğini artırmaktır. **Bknz.** İlker Belek, **PostKapitalist Paradigmalar**, 2. Baskı, Sorun Yayınları, İstanbul, 1999, s. 56. Taylorizm'e yönelik işletme yönetiminde, üretimde çalışan bir işçinin yerine diğer bir işçinin kolaylıkla geçirilmesi söz konusuydu. İnsan makine için çalışmaktaydı. **Bknz.** Başak Solmaz, "İşletmelerin Değişen Konumuyla Gelişen Kurumsal Sosyal Sorumluluk Bilinci ve Turkcell'in Desteklediği "Çağdaş Türkiye'nin Çağdaş Kızları" Projesinin Genel Bir Değerlendirmesi", **Selçuk İletişim Dergisi**, Cilt: 4, Sayı: 1, 2005, s. 117.

²¹ Suat Aksoy, "Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş", **Sosyal Araştırmalar Vakfı (SAV)**, E-Dergi, Sayı: 4, 2017, s. 37.

²² Görçün, **a.g.e.**, s. 87.

²³ Görçün, **a.g.e.**, s. 92.

²⁴ IT sistemi; verileri kolaylıkla derleyen, saklayan, işleyen bir kavram olarak tanımlanmakta olup çeşitli teknolojiler tarafından elde edilen bilgilerin erişime açılması, verimli bir şekilde saklanması ve transfer edilmesini sağlayan bir yapıdır. **Bknz.** Hasan Şahin ve Bayram Topal, "The Effect of The Use of Information Technologies in Businesses on Cost and Financial Performance", **International Journal of Engineering Innovation& Research**, 5(6), 2016, ISSN: 2277-5668, s. 1.

kullanılması sağlayan yapı şeklinde ortaya ıkmaktadır²⁵. Ağ yapısının varlığı internetin doğuşuna zemin hazırlamıřtır²⁶.

Intel'in kurucuların Gorden Moore'a ait elektronik sektörünün temel taşı olarak bilinen Moore yasası, üçüncü sanayi devrimini tanımlayan önemli bir teoridir. 1965 yılında mikroçiplerin içinde yer alan transistor üretimindeki teknikler geliştikçe ve boyutları küçüldükçe maliyetleri daha da azaltmayı öngörmüştür. Küçülen mikroçipler, artan sensörler sayesinde daha az enerji kullanmaktadır²⁷.

İlk üç devrim sırasıyla buhar, elektrik ve bilgisayarın üretime yansıması şeklinde vuku bulmuştur. Dördüncü sanayi devrimi olarak nitelendirilen Endüstri 4.0'ın kapsamlı ve açıklayıcı bir tanımı: *“Endüstri 4.0, ürünlerin ve üretim sistemlerinin yaşam döngüsündeki bütün değer zincirinin organizasyon ve yönetiminde yeni bir seviye olan Dördüncü Endüstri Devrimi'ni tanımlar. Bu döngü, sürekli artarak bireyselleşen müşteri isteklerine odaklanır ve fikir aşamasından başlayarak ürün geliştirme ve üretim siparişinden, bir ürünün son kullanıcıya dağıtımını ve geri dönüşümünü de kapsayacak şekilde tüm zinciri içine alan hizmetleri içerir ”*şeklinde ifade edilmektedir²⁸. Dördüncü sanayi devrimi nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler²⁹ (Cyber-Physical Systems, CPS), yapay zeka ve büyük veri gibi teknolojik gelişmelerin sanayi üretimine girmesiyle ortaya çıkmaktadır. Akıllı makineler, sistem üretimi ve süreçler birleşerek bu devrimi destekler niteliktedir. Gerçek dünya devasa bir bilgi sistemine hızla dönüşmektedir³⁰.

²⁵ Henning Kagermann, Wolfgang Wahister, Johannes Helbig, “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0”, **Acatech National Academy of Science and Engineering**, 2013 April, s. 14.

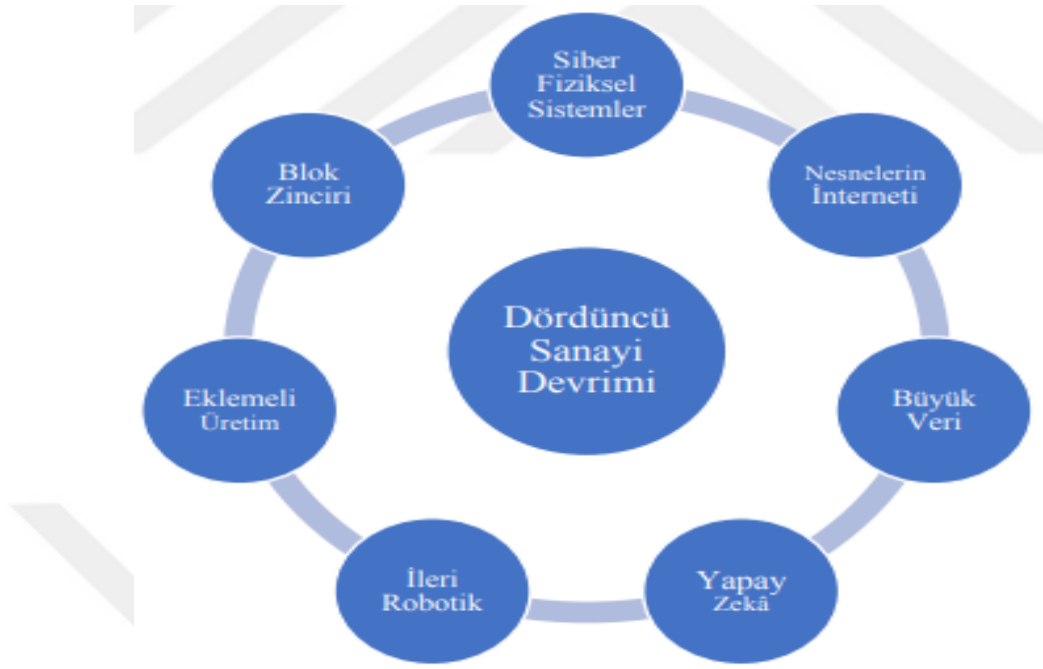
²⁶ Ziewitz M ve Brown, Ian, “Research Handbook on Governance of the Internert, Edward Elgar Publishing, Aktaran: Kabaklarlı, **a.g.e.**, s. 27.

²⁷ Nevra Aydın, “Moore Yasası ve Geleceği”, <https://www.endustri40.com/moore-yasasi-ve-gelecegi/>, Erişim Tarihi: 01.11.2019.

²⁸ Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, “Çevrimiçi” <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/>, Erişim Tarihi: 07.11.2019.

²⁹ Siber fiziksel sistem, reel dünya ile sanal dünyanın etkileşim halinde olmasını ifade etmektedir.

³⁰ Roland Berger, “Think Act Industry 4.0 The New Industrial Revolution How Europe will succeed”, March 2014, http://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Industry.pdf, Erişim Tarihi: 07.11.2019, p. 7.



Şekil 1.2. Dördüncü Sanayi Devriminin Yapı Taşları

Kaynak: Onur Bilgin, Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2018, s. 57.

Mamafih, blok zincir teknolojisi tsunami gibi yavaş yavaş gelerek dördüncü sanayi devriminin en önemli kilit noktası olmuştur³¹. Bu bağlamda, günümüz teknolojisi ile sosyal medya, yapay zeka, büyük veri ve robotlar ile hızlı bir ivme kazanarak, asıl devrimin sanal ve dijital para olgusu olan ve bu olgunun temelini oluşturan blok zincir olduğu ifade edilmektedir³².

2. TEMEL ÇERÇEVE

2.1. Blok Zincir Tanımı

Günümüzde blok zincir yapısı ile Bitcoin³³ beraber anılsa da aslında blok zincir ile Bitcoin karıştırılmamalıdır. Öyle ki, blok zincir Bitcoin'in çalışmasını sağlayan bir

³¹ William Mougayar, The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology, Wiley, 2016, March, "Çevrimiçi" https://www.amazon.com/dp/B01EIGP8HG/ref=rd_r_kindle_ext_tmb, Erişim Tarihi: 12.04.2020.

³² Don Tapscott, Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World, <http://dontapscott.com/2015/06/blockchain-revolution-the-brilliant-technology-changing-money-business-and-the-world/>, Erişim Tarihi: 12.04.2020.

³³ Bitcoin, kripto para birimidir. İlerleyen bölümlerle daha detaylı anlatılacaktır.

yapıdır. Bitcoin, blok zincirle kullanılan ilk uygulamadır³⁴. Bitcoin ile blok zincir ilişkisine dikkat çekmek için “*Asıl marifet buluttaydı, fakat herkes yağmura şiir yazdı*” cümlesi etkileyici bir mesaj vermektedir³⁵.

Literatüre bakıldığında blok zincirin ortak bir tanımı olmamakla birlikte farkları ve ayrıntıları olduğu tespit edilmektedir. Buna göre blok zincir sistemini ilk ifade eden Satoshi Nakamoto olmuştur. 2008 yılında “Bitcoin: Kişiden Kişiye Elektronik Nakit Sistemi” adlı makalesinde blok zinciri, kriptografi³⁶ teorisine dayanarak üretilen verilerin birbirlerine bağlanması ile oluşan blok olarak ifade etmektedir³⁷. Bitcoin’in arkasındaki temel teknoloji olan nitelendirilen blok zincir³⁸; işlemleri güvenli, kalıcı ve verimli bir biçimde kaydeden açık, dağıtılmış bir defter olarak nitelendirilmektedir³⁹. Blok zincir ilk olarak merkezi olmayan veri yönetimi teknolojisi olarak geliştirilmiş bir sistem şeklinde ortaya çıkmaktadır⁴⁰. Tüm kayıtların değiştirilmesine imkân sağlamayan⁴¹ ve yalnız yetkili kişilerin veri girişi yapabildiği ve tüm ağ üzerinde dağıtık bir şekilde çoklu kopyalarla tutulan veri tabanı olarak ifade edilmektedir⁴². Bir başka tanıma göre ise, “*tüm hayatımızı yeniden şekillendirecek yepyeni bir teknolojiyi adlandıran merkezi olmayan bir şifreleme kayıt defteridir*”⁴³.

Blok zincir, bir şifreleme protokolüdür. Kullanılan verilerin güvenli bir şekilde saklanması ve izlenebilmesini yazılım aracılığıyla uygulayan ayrıntılı kurallar dizisi

³⁴ Vitalik Buterin, “Vitalik Buterin reveals Ethereum at Bitcoin Miami 2014”, YouTube, “Çevrimiçi” <https://www.youtube.com/watch?v=l9dpjN3Mwps>, Erişim Tarihi: 11.04.2020.

³⁵ Şerif Dilek, **Blokchain Teknolojisi ve Bitcoin**, Analiz, Sayı: 231, SETA (Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı), Şubat 2018, s. 11.

³⁶ Kriptografi şifreleme bilimidir. Kriptografi ve kriptoloji, ilerleyen bölümlerde yer alacaktır.

³⁷ Satoshi Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, Erişim Tarihi: 01.01.2019, s. 1.

³⁸ Melaanie Swan, **Blokchain: Blueprint for a New Economy**, 2015, O’Reilly Media, p. 1.

³⁹ Marco Lansiti ve Karim R. Lakhani, “The Truth About Blockchain”, **Harvard Business Reveiw**, Vol: 95, No: 1, 2017, p. 118.

⁴⁰ Jesse Yli-Hummo, Deokyoan Ko, Sujin Choi, Sooyoung ParkKari Smolander, “Where are Current Researches in Blockchain Technology?” **A Systematic Review**, Plos One, 2016, p. 1.

⁴¹ Blok zincir sistemi verilerin saklanmasını sağlamakta ve değiştirilemez veya imha edilemez bir olanak sağlamaktadır. Buna karşı korumalı bir sistemi mümkün kılan son teknoloji ürünü blok zincir, bir sosyal ve fiziksel teknolojidir. Diğer yandan blok zinciri sadece bir veri depolama tekniği de değildir. **Bknz.** MyungSan Jun, “Blockchain Government – A Next Form Of Infrastructure For The Twenty-First Century”, **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, 2018, DOI: 10.1186/s40852-018-0086-3, p. 2.

⁴² Vedat Güven ve Erkin Şahinöz, **Blok Zincir Kripto Paralar Bitcoin: Satoshi Dünyayı Değiştiriyor**, 1. Baskı, Kronik Kitap, Haziran 2018, İstanbul, s. 79.

⁴³ TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blokzincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, “Çevrimiçi” <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>, Erişim Tarihi: 04.10.2020.

olarak nitelendirilmektedir. Kısaca blok zincir, şifreli işlemlerin kaydedilmesi ve doğrulanması için oluşturulan dijital bir defter veya veri tabanı olarak atfedilmektedir. Dahası blok zincir, “güvenilir” üyelerin bir aracı olmaksızın birbirleriyle doğrudan ağ veri değişimi sayesinde kullanıcılar arasında (P2P- Peer to Peer- Eşten Eşe Bağlantı) ağıdır⁴⁴. Bu P2P eşlerarası sistem, birbirine “eş” iki veya daha fazla istemci arasında haberleşmenin sağlanması, veri paylaşımı yapılmasını sağlamak amacıyla oluşturulan bir ağ protokolüdür⁴⁵.



Şekil 1.3. Blok Zincire Ait Temsili Bir Görünüm

Kaynak: Celine Herweijer, Dominic Waughray, Sheila Warren, “Building Block(chain)s For A Better Planet”, The Fourth Industrial Revolution For The Earth, **World Economic Forum**, PwC, Stanford Woods Institute, 2018, p. 1.

Blok zincirin ortaya çıkışındaki temel unsur, çevrimiçi ödemeleri yaparken araçlara güvenmeden bir partiden bir partiye aktarımı güvenli bir şekilde sağlamaktır. Bu sistemin işleyişinde şifreli işlemlerin yanında ödemelerin onaylanması ve reddedilmesini de garanti eden bir yapı olmaktadır. Böylelikle blok zincir yapısı, Bitcoin transferlerinin temelini oluşturan bir tür kayıt defteri görevini üstlenmektedir. En ünlü kripto para birimi olan bitcoin aslında tek değildir. Esasen 2008’den beri bir

⁴⁴ C.Todd Gibson and Tyler Kirk, “The Investment Lawyer”, **Covering Legal and Regulatory Issues of Asset Management**, Vol: 23, No: 10, 2016, p. 1.

⁴⁵ İmparator S. Karaköse, Elektronik Ödemelerde Blok Zinciri Sistematiği ve Uygulamaları, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2017, Kayseri, s. 40-41.

çok farklı blok zincir tabanlı uygulamada kripto paralar yaratılmış olup⁴⁶, günümüzde kripto paralar 3900 adet olarak piyasada yerini almaktadır⁴⁷.

2.2. Blok Zincir'in Tarihsel Gelişimi

İnternetin gelişiminde altyapıyı oluşturmuş olan Aktarma Kontrol Protokolü/İnternet Protokolünün (TCP/IP) 1972 yılında kullanılması ile blok zincir sisteminin temelleri atılmış olmaktadır. TCP/IP'den önce telekomünikasyon yapısı “devre anahtarlama⁴⁸” temeline dayanıyordu. TCP/IP teknolojisi ile bilgi, dijital bir hale getirilen adres bilgisini bünyesinde barındıran çok küçük paketler halinde iletilmektedir. Bu teknoloji protokolünün çalışmasından sorumlu herhangi bir merkezi otoriteye gerek kalmadan halka açık, paylaşılan bir ağ oluşturulmuştur. 1980'lerin sonları ve 1990'lar boyunca Sun, NeXT, Hewlett-Packard ve Silicon Graphics gibi firmalar TCP/IP teknolojisini kullandı. Düşük maliyetli, bağlantılabilirlik avantajlı bir ağ yapısı üzerinde işlem yapmak firmalar açısından oldukça avantajlı hale gelmekteydi. Öyle ki, CNET haberlerini internete taşıdı. Amazon tüm kitapçılardan daha fazla kitabı satışa sunarken, Priceline ve Expedia uçak biletleri satışını kolaylaştırdı ve benzeri görülmemiş bir şeffaflık getirdi⁴⁹. Blok zincirin ağ yapısı temelleri bu şekilde atılırken zaman içerisinde hangi olaylarla nasıl bir gelişim izlediği de aşağıdaki Tablo 1.1'de gösterilmektedir.

Tablo 1.1. Blok Zincir'in Tarihsel Süreci

YIL	ÇALIŞMALAR
1991	Güvenli Bir Blok Zincir Üzerine Yapılan İlk Çalışma
1992	Merkle ⁵⁰ Ağaçlarının Blok Zincire Dahil Edilmesi
2008	Dijital Para: Bitcoin

⁴⁶ Valentina Gatteschi, Fabrizio Lamberti, Claudio Demartini, Chiara Pranteda, Victor Santamaria, “Blockchain and Smart Contracts For Insurance: Is The Technology Mature Enough?”, **Future Internet**, Vol: 10, No: 2, 2018, p. 2.

⁴⁷ <https://coinmarketcap.com/>, Erişim Tarihi: 05.12.2020.

⁴⁸ Devre anahtarlama sisteminde, iki taraf ya da iki makine arasındaki bağlantıların önceden oluşturulması ve bir santral tarafından sürdürülmesi gerekmektedir. Bu bağlamda telekomünikasyon hizmet üreticileri, herhangi iki düğüm ile iletişime geçebilmek adına sırf bu iş için oluşturulan hatlara milyarlarca dolarlık yatırım yapmıştır. **Bknz.** Marco Lansiti ve Karim R.Lakhani, **Dijital Dönüşüm Blok Zinciri**, içinde; **Blok Zincir Hakkındaki Gerçekler**, Harvard Business Review Press, Optimist Yayın, İstanbul, Ocak 2020, s. 25.

⁴⁹ Lansiti, R.Lakhani, **A.e.**, s. 25-28.

⁵⁰ Merkle ağacı ilerleyen bölümlerde daha detaylı anlatılacaktır.

2009	Kriptografide İlk Bitcoin 0.1 Duyuruldu
2014	İlk Bitcoin İle Bir İşlem Transferi Gerçekleşti
2015	Blok Zincir (Bitcoin) Dosya Boyutu 20 GB'a Ulaştı.
2016-2017	Blok Zincir 2.0 İşlemlere Geçti. Dosya Boyutu 30 GB'ı Geçti. Dosya Boyutu 50-100 GB, NXT Blok Zincir 2.0 Tabanlı Pilot Proje- Blok Zincir Tabanlı Otomatik Oylama Sistemleri, Finansal Sektörlerin Blok Zincir'e %13,5 Oranında Uyum Sağlaması

Kaynak: B. Muni Lavanya, "Blockchain Technology Beyond Bitcoin: An Overview", **International Journal of Computer Science and Mobile Applications**, 2016, s. 77.

2014 ile 2025 arasında yaşanan ve yaşanılması beklenen olaylar örgüsü Şekil 1.4'te gösterilmektedir. Çok kısa bir sürede hızlı bir gelişme kaydetmesi öngörülmektedir. Böylelikle 2025 yılında aktif olarak kullanılan bir teknolojiye bahsedilmektedir.



Şekil 1.4. Blok Zincirin Tarihsel Gelişimi

Kaynak: TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blokzincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>, Erişim Tarihi: 04.10.2020.

2.2.1. Dönüm Noktası Olan Bitcoin

Kripto paraların⁵¹ ortaya çıkışıyla ilgili birçok görüş mevcuttur. Bunlar arasında en dikkat çeken şüphesiz 2008 yılında yaşanan finans krizidir. Krizden sonra merkez bankaları ve finans kurumlarına duyulan güven sorunu yeni bir sistemin varlığına işaret

⁵¹ Bir çok sanal para birimi mevcuttur. Her birinin kendine özgü özellikleri vardır. Arasında en iyi bilinen temsilciler: Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Primecoin, Goldcoin, Namecoin ve PPcoin.

etmektedir⁵². 2008'deki küresel mali krizin patlak vermesi ülke borsalarının çökmesine, kredi derecelendirme kurumlarının itibar kaybetmesine yol açmıştır. Büyük bankalar batmış en önemlisi de insanların güven duygusu sarsılmıştır. Bu bağlamda yasal para birimlerine örneğin Euro, Dolar vs.'ye alternatif olarak kripto paraların doğuşuna neden olmuştur⁵³.

Banka veya devlet müdahalesi olmadan bağımsız sanal bir para birimi yaratmayı amaçlayan Satoshi Nakamoto, 2008 yılında kaleme alınan makaleyle gündeme gelmiş olup, 2009 yılında dijital platformlarda para birimi olarak bitcoin piyasaya sunulmuştur. Bitcoin 2008'de kapalı bir mail grubuna yollanmış bir e-posta ile tanıtılmıştır. E-postanın Japonya'dan geldiği kesinleşmiş olup Nakamoto⁵⁴'nin Japon olup olmadığı veya kim ya da kimler olduğu ile ilgili ispatlanmış kesin bir bilgi mevcut değildir⁵⁵. Satoshi Nakamoto'nun isminin gerçek olmamasının ötesinde kendisini büyük teknoloji şirketleri ile ilişkilendirilerek ismindeki "Sa"nın Samsung, "Toshi"nin Toshiba, "Naka"nın Nakamushi ve "Moto"nun da Motorola olduğu söylenmektedir⁵⁶.

Bitcoin; dijital, merkezi olmayan, kısmen anonim bir para birimidir. Herhangi bir hükümet veya başka bir tüzel kişilik tarafından desteklenmez ve altın gibi diğer emtialar için kullanılamaz⁵⁷ niteliktedir. Bitcoin, (sanal) para birimi olarak kullanıcılar

⁵² Mariana Dahan, Michael Casey, "Blockchain Technology: Redefining Trust for a Global, Digital Economy", **The World Bank**, 16 Haziran 2016, <https://blogs.worldbank.org/digital-development/blockchain-technology-redefining-trust-global-digital-economy>, Erişim Tarihi: 11.04.2020.

⁵³ Aneta Vondráčková, "Regulation of Virtual Currency in the European Union, **Charles University In Prague Faculty Of Law Research**, Paper No: 2016/III/3, 11 Ocak 2017, s. 2.

⁵⁴ 2016'nın Mayıs ayında Avustralyalı girişimci Craig Wright kendini Bitcoin'in yaratıcısı Satoshi Nakamoto olarak üç medyayla (BBC, The Economist, Gentlemen's) basın toplantısında ilan etti. Bazı uzmanlar için mantıksız gelirken bazıları da kanıt istedi. Daha detaylı bilgi için **bknz**. Aneta Vondráčková, a.y.

⁵⁵ Joshua Davis, "The Crypto Currency", **The New Yorker**, 2011, <https://www.newyorker.com/magazine/2011/10/10/the-crypto-currency>, Erişim Tarihi: 30.05.2019.

⁵⁶ Asuman Sönmez, "Sanal Para Bitcoin", **The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication- TOJDAC**, 2014, Vol: 4, No: 3, p. 2.

⁵⁷ Reuben Grinberg, "Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency", **Hastings Science & Technology Law Journal**, Vol: 4, 2011, p. 160, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1817857, Erişim Tarihi: 10.08.2020. Aynı görüş için **bknz**. Nikolei Kaplanov, "Nerdy Money: Bitcoin, the Private Digital Currency, and the Case Against Its Regulation", **Temple University Legal Studies Research Paper**, 2012, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2115203, Erişim Tarihi: 09.08.2020, p. 2; Rhys Bollen, "The Legal Status of Online Currencies: Are Bitcoins the Future?", **Journal of Banking and Finance Law and Practice**, 2013, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2285247, Erişim Tarihi: 01.08.2020; Nicholas Plassaras, "Regulating Digital Currencies: Bringing Bitcoin within the Reach of the IMF", **Chicago Journal of International Law**, 2013, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2248419, Erişim Tarihi: 01.07.2020; Danton Bryans,

aracısında elektronik ödeme aracı olarak oluşturulan transfer sistemidir. Bitcoin β, BTC ya da XBT olarak ifade edilmektedir⁵⁸. Çalışmanın mantığı kriptografi (şifreleme) yöntemine dayanmaktadır. Sistem güven yerine kriptografik kanıta dayalı, iki tarafın üçüncü bir güvenilir kişiye gerek duymadan doğrudan birbirleriyle işlem yapabileceği bir elektronik ödeme sistemidir. Alıcıları koruyacak, emanetçi sistemleri oluşturabilir, geri dönülmesi imkansız yakın olan işlemler satıcıları dolandırılmaktan korumaktadır. Sistem, yeni para arzının ve para transfer işlemlerinin merkezi otorite tarafından yapılamaması ve takip edilememesini ifade etmektedir⁵⁹.

Blok zincir kelimesi Nakamoto'nun yayınlanan makalesinde açık bir şekilde geçmemiş olup, Bitcoin ya da Ethereum gibi kripto paraların altında yatan sistem olarak atfedilen teknoloji olmaktan çok daha büyük değişimler vadetmektedir. Mamafih, büyük bir devrim olarak ilk etapta finans sektörünü etkisi altına almış olup,⁶⁰ örneğin modern müzik sanayisinde de müziğin çalınış şeklinden sanatçılara nasıl ödeme yapıldığına kadar farklı projelerle müzik endüstrisinin kurtarıcısı olarak nitelendirilen sistemdir⁶¹. Blok zincir sanılanın aksine birçok platformu değiştirmeye sahip bir devrimdir. Ticaret, sağlık bilgi paylaşımı, otomotiv sektörü ve oylama gibi alanlarda şimdilik rüzgârını hissettirmektedir⁶².

“Bitcoin and Money Laundering: Mining for an Effective Solution”, **Indiana Law Journal**, Vol: 89, Iss. 1, Article 13, 2014, <https://www.repository.law.indiana.edu/ilj/vol89/iss1/13/>, Erişim Tarihi: 10.08.2020; Jerry Brito, Houman B.Shadab, Andrea Castillo O’Sullivan, “Bitcoin Financial Regulation: Securities, Derivatives, Prediction Markets & Gambling”, **Columbia Science and Technology Law Review**, 24 July 2014, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2423461, Erişim Tarihi: 05.12.2020.

⁵⁸ Joseph Bonneau, Andrew Miller, Jeremy Clark, Arvind Narayanan, Joshua A. Kroll ve Edward W. Felten, “SoK: Research Perspectives and Challenges For Bitcoin and Cryptocurrencies”, **IEEE Symposium on Security and Privacy**, San Jose, California, USA, 18-20 May 2015, p. 106.

⁵⁹ Satoshi Nakamoto, a.y.; Burcu Aslantaş Ateş, “Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 7(1), 2016, s. 354.

⁶⁰ Pierre Jean Duvivier, “Is The Blockchain The New Graal Of The Financial Sector”, 2016, <https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-new-graal-financial-sector-pierre-jean-duvivier>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.

⁶¹ “Music On The Blockchain”, Blockchain For Creative Industries Research Cluster Middlesex University, Report No: 1, 2016, p. 8, https://www.mdx.ac.uk/_data/assets/pdf_file/0026/230696/Music-On-The-Blockchain.pdf, Erişim Tarihi: 06.08.2019.

⁶² Joseph M. Woodside, Fred K. Augustine Jr., Will Giberson, “Blockchain Technology Adoption Status and Strategies”, **Journal of International Technology and Information Management**, Vol. 26 (2), 2017, p. 66.

2.2.2. Bitcoin Sonrası

Bitcoin'in ortaya çıkmasından sonra blok zincir uygulamasının temelde üç evrede cereyan ettiği görülmektedir. Blok zincir sistemi bugün 3. safhasına ulaşmıştır. Bu bağlamda Tablo 1.2'de blok zincirin hangi aşamalardan geçtiği ve her bir evrede önemli olan gelişmeler tablolastırılmıştır.

Tablo 1.2. Blok Zincir Uygulamasının Geçirdiği Aşamalar

Blok Zincir'de Yaşanan Evreler	Yaşanan Evrelerin Özellikleri
Blok Zincir 1.0	Dijital para birimi evresidir. Bu evrede para transferlerinin kullanımı, ödeme sistemlerinin değişimi söz konusudur. Sanal (dijital) para birimlerinin kullanılmaya başlaması ile ilk evre başlamıştır. Nitekim bu alanda en bilinen sanal para birimi Bitcoin'dir.
Blok Zincir 2.0 (Dijital ekonomi)	Bu evre, akıllı sözleşmeler evresidir. Blok zincir teknolojisi piyasa ekonomisi ve finans sektöründe uygulanmaya başlanmış, akıllı sözleşmeler ve akıllı varlıklar (assets), mülkiyet hakları, borçlanma, hisse senedi ve tahvil alımına olanak sağlanmıştır.
Blok Zincir 3.0 (Dijital toplum)	Bu evrede devlet işleri, kamusal hizmetler, sağlık, bilim, edebiyat, kültür, sanat ve diğer alanlarda kullanılmaya başlanmış ya da bu alanlarda kullanılmak üzere hazırlıklara girilmiştir. Misal Estonya'da 2016 yılında ulusal kimlik kartları blok zincir sistemi üzerinde oluşturulmuştur. Bunlara ek olarak ticari sözleşmelerin imzalanması ya da evlilik ile ilgili belgelerin oluşturulması aşamasında kullanılmaya başlanmıştır.

Kaynak: Po-wei Chen, Bo-Sian Jiang, Chia-Hui Wang, "Blockchain-based Payment Collection Supervision System Using Pervasive Bitcoin Digital Wallet", **2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)**, 2017, DOI: 10.1109/WiMOB.2017.8115844, p. 141.

Blok zincir uygulaması evrelerini bu şekilde tamamlarken kendi içinde çözmesi gereken bir takım sorunları da mevcuttur. Blok zincirin uygulanabilir olması için temelde iki sorununun çözümüne odaklanıldı. Birincisi yapılan işlem sonucunda kayıt görevi gören defterlerin doğruluğuna güvenmek ve ikinci olarak da çift harcamaların önlenmesiydi. Bu mevcut sorunların yanında;

- ✓ Defterlerin birden fazla kopyasını ağ üzerinde dağıtılması,
- ✓ Eski mülkiyetin doğrulanması,
- ✓ Eski mülkiyet sonrası mülkiyet transferlerinin doğrulanması ve,
- ✓ Defter ve her işlemin kriptografik olarak güvenceye alınması sağlandı.

Blok zincir protokolü bu çözümleri üreten, uygulayan ve değiştirilemez bir veri tabanı aracılığıyla uygulayarak günümüze kadar gelişen bir konstrüksiyon olarak görülmektedir⁶³. Bu yapının altında yatan temel kavramların bilinmesi sistemi daha iyi anlamak adına atılmış olan ilk adım olacaktır.

2.3. Blok Zincir'in Arkasında Yatan Temel Kavramlar

Blok zincir sistemini oluşturan ifadelerin ne olduğunu izah etmeden sistemi anlamak mümkün olmayacaktır. Bu sebeple işlem, blok, düğüm, çoğunluk oy birliği, madencilik ve m-cüzdan gibi kavramların⁶⁴ açıklanması gerekmektedir.

2.3.1. İşlem

Blok zincirde yapılan her türlü şifreleme olayını ifade etmektedir. Sistem tarafından para transferlerinde A kişisinden B kişisine gönderilen para bir işlem olarak algılanmaktadır. Gelen ve giden her transfer bir işlemi ifade etmektedir.

2.3.2. Blok

Her blok belli bir zaman dilimi içinde gerçekleşen tüm işlemleri bünyesinde barındırmış olup bir önceki bloğu temsil etmektedir. Birbirine bağlı zincir sistemi de buradan gelmektedir.

2.3.3. Düğüm (Node)

Merkezi ya da çok merkezli ağ sisteminde tek bir merkez yerine yapılan işlemler ağ üzerinden tüm bilgisayarlara bir kopyasını göndermektedir. Böylelikle her bir bilgisayar kullanıcısı bir düğümü ifade etmektedir.

2.3.4. Çoğunluk Oy Birliği

Sistemde merkezi bir otorite yapısı olmadığı için ağ üzerindeki kararlar oy birliğiyle alınmaktadır. Her kullanıcıya fikri sorulmaktadır.

2.3.5. Madencilik

Düğümler, aktif ve pasif olarak blok zincir sistemine müdahil olmaktadır. Aktif olarak, blokların oluşması için zor olan problemleri çözerek bilginin doğruluğunu

⁶³ Gibson, Kirk, a.y.

⁶⁴ Valentina Gatteschi, Fabrizio Lamberti, Claudio Demartini, Chiara Pranteda, Victor Santamaria, a.e., p. 2-3.

kanıtlayan ağ üzerinden en hızlı şekilde çözümü sağlayan kullanıcının yapmış olduğu eylemi ifade etmektedir. Ya da işlemlerin bir kopyasını saklayarak pasif bir eylem gerçekleştirmiş olmaktadır. Böylelikle sisteme saldırı olasılığı son derece düşük bir hale gelmektedir.

2.3.6. Elektronik Cüzdan (Electronic Wallet)

Blok zincir kullanıcılarının kendi sahip oldukları şifreli para birimlerini aktarmalarını sağlayan kimlik bilgilerini depolayan bir nevi dijital kimlikle bağdaştırdığımız elektronik cüzdan, otomatik olarak atanmış sayı ve harflerin değişmez kombinasyonunu ifade etmektedir. Örneğin bir bitcoin hesabı şöyle gözükmemtedir: 1EDcAwz23CdxRVQQmDvUJLU8ynB3sdeMSk⁶⁵. Her cüzdan bir veya birden fazla benzersiz adresle ilişkilendirilmektedir. Elektronik cüzdanda bir işlem yapabilmek için iki anahtara ihtiyaç vardır. Bunlar özel ve genel anahtarlardır. Kripto para birimi olan bitcoin tahmini 6 milyon elektronik cüzdan ve 70.000 kullanıcı ile ortaya çıkmıştır⁶⁶.

2.4. Blok Zincir'in Özellikleri

Blok zincir yapısını bu kadar popüler hala getiren hiç kuşkusuz sahip olduğu özelliklerdir. Bu özellikler yapının olmazsa olmaz unsurlarındandır. Blok zincir sisteminin üç temel özelliği mevcuttur⁶⁷:

2.4.1. Merkezi Olmayan Dağıtılmış Sistem

Herhangi bir otoriteye maruz kalmadan, sistemde işlem yapabilme özelliği sunan ağ yapısıdır. Ağ yapısının sunduğu en büyük avantaj bilgilerin herkese açık olmasını vadetmektedir.

2.4.2. Blok Yapısının Değişmez Oluşu

Girilen her veri değişmez ya da silinmez özelliğinden dolayı geçmişe dönük hep bir kopyasının var oluşu sistemi güvenli hale getiren önemli bir unsurdur. Her bir

⁶⁵ Jan Hrach, "Decentralizovaná kryptoměna Bitcoin", 27.7.2011, Erişim Adresi: <https://www.abclinuxu.cz/clanky/decentralizovana-kryptomena-bitcoin>, Erişim Tarihi: 12.04.2020.

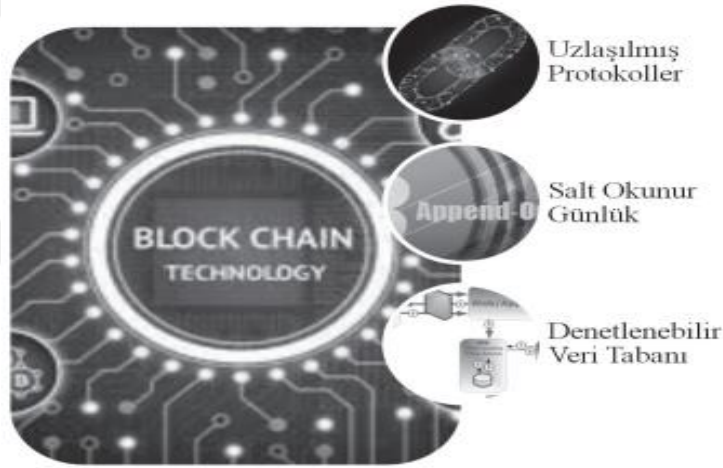
⁶⁶ Lam Pak Nian, David LEE Kuo Chuen, "Bitcoin and Alternative Cryptocurrencies, Handbook Of Digital Currency Bitcoin", Innovation, Financial Instruments and Big Data, Edited By: David LEE Kuo Chuen, Elsevier, 2015, ISBN: 978-0-12-802117-0, s. 26. 5-29.

⁶⁷ Magdalena Ramada, "For Insurers #Blockchain Is The New Black", 2016, "Çevrimiçi" <https://blog.willis.com/2016/12/for-insurers-blockchain-is-the-new-black/>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.

kullanıcının sisteme dâhil olabilmesi mümkün olduğundan bir nevi “ortak doğrulama sistemi” de denilebilmektedir.

2.4.3. Güvenli Oluşu

Blok zincirde işlem yapmadan önce sistem, kimlik doğrulama kontrolü yapmaktadır. Her kullanıcının özel bir anahtarı mevcuttur. Veriler düğümler tarafından depolanarak sadece özel anahtarla çözülebilmektedir. Blok zincir farklı teknoloji ve uygulamayı bünyesinde barındıran kapsamlı bir yapı olarak düşünülebilir. Bu yapı, sayısallaştırılmış bir adem-i merkeziyetçiliği⁶⁸ ifade etmektedir. Kısaca eşler arası (kullanıcılar arasında) işlemlerin kayıt altına alınmasına olanak tanıyan muhasebe kayıdır.



Şekil 1.5. Blok Zincir Teknolojisinin Temel Özellikleri

Kaynak: Birol Ubay, “Blockchain Teknolojisi ve Dijital Ekonominin Vergilendirmesi Üzerine Olası Etkileri”, *Vergi Sorunları Dergisi*, Sayı: 371, 2019, s. 96.

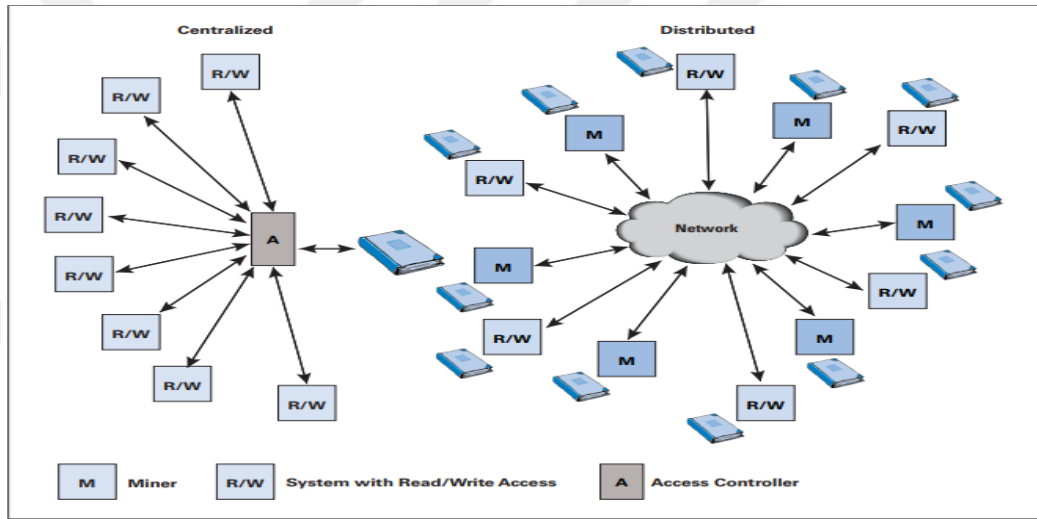
2.5. Blok Zincirin Olmazsa Olmaz Unsuru: Dağıtık Defter Teknolojisi (Distributed Ledger Technology-DLT)

Dağıtık kayıt sistemi, 2000’li yılların başında birbirinden bağımsız iki proje olarak gün yüzüne çıkmıştır. BitTorrent ve eDonkey şeklinde isimlendirilen bu projeler, internet üzerinde hiç tanımadığımız lakin iletişime geçebileceğimiz kişilerle makinalar vasıtasıyla veri paylaşımı veya veri depolama yapılabilen bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. Bu ağların en büyük problemi üzerinde tutulan verilerin şifrelenmemiş

⁶⁸ Adem-i merkeziyet, “merkezin olmadığı” anlamına gelmektedir.

olmasıdır. Yani dileyen herkesin bu verilere rahatça erişebilmesi mümkündür⁶⁹. İlerleyen yıllarda bu sorun çözümlenmiş olup günümüzdeki halini almıştır.

Dağıtık kayıt sistemi, bir verinin tek bir merkezde tutulması değil de, birden fazla kontrol mekanizması ile güvence altına alınarak saklanmasıdır. Bu sayede tek bir merkezde tutularak yaşanan bozulma, yok olma, silinme, saldırıya uğrama sorunlarının tamamen ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır⁷⁰. İşleme giren bütün kayıtlar, zaman çizelgesi ile depolanmaktadır. Bu sebeple dağıtık defter teknolojisinin en önemli özelliği güven unsurudur. Bu güven unsurunun nasıl sağlandığı Şekil 5’de gösterilmektedir.



Şekil 1.6. Merkezi ve Dağıtık Deftere Ait Bir Görünüm

Kaynak: William Stallings, “A Blockchain Tutorial”, **The Internet Protocol Journal**, Vol: 20, No: 3, 2017, p. 3.

Merkezi ve dağıtık defterlerde işlemlerin nasıl olduğuna ilişkin bu görselde, merkezi (centralized) olan yapıda her bir kişi ağda işlem yapabilir. Tek bir yapıda bulunan bilgiler korunmasız ve saldırılara karşı açık bir hedef halini almaktadır. Öte yandan dağıtık (distributed) yapıda, okuma yazma dedikleri işlemleri kişiler veri yazabiliyorsa ya da blok eklemesi şeklinde gerçekleştirmektedir. Yapılan her işlem madenciler (miner) tarafından kontrol edilmektedir. Madenciler bir nevi denetleme mekanizması görevini üstlenmektedir. Böylelikle tek bir defter değil birden fazla

⁶⁹ Usta, Doğanterkin, a.g.e., s. 20-25.

⁷⁰ Güven, Şahinöz, a.g.e., s. 74.

defterde yapılan işlemleri saklamaktadır. Olası bir saldırıda tek bir hedef yoktur. Böylelikle ağ yapısı son derece korunaklı bir hale gelmektedir.

Blok zincir aynı zamanda dağıtılmış defter teknolojisi olarak da isimlendirilmektedir. Dağıtık defter sistemi, katılımcıları arasında yürütülen tüm dijital olayları ve paylaşımları kamu veya özel defter kayıtlarının tutulduğu ya da paylaşıldığı bir veri tabanı olarak nitelendirilmektedir. Halka açık gerçekleşen her bir işlem sonucu, blok zincir sistemindeki katılımcıların çoğunluğun oy birliğiyle doğrulanması ile bilgiler sabitlenir ve hiçbir zaman silinemez. Kısacası dağıtık defter teknolojisi, şimdiye kadar yapılan her işlemin kesin ve doğrulanabilir bir kaydını içermektedir. Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa; تنها bir yerde tutulan kavanozun içinden bir parça kurabiye çalmak ile bir pazar yerinde tutulan kavanozun içinden kurabiye almak bir değildir. Pazar yerinde tutulan kurabiyeyi binlerce insan gözlemler ve çalınmasına müsaade edilmez⁷¹.

Dağıtık defter teknolojisi bir nevi dijital koleksiyonu ifade etmektedir. Bu teknolojiye “*Dünya Çapında Defter*”⁷² olarak nitelendirilmektedir. Dünya çapındaki bu defter aynı verileri birden fazla yerde saklamayı bunu da, dijital yöntemlerle derlemeyi amaçlayan teknoloji olarak isimlendirmektedir. Her bir kullanıcı tarafından tutulan muhasebe defterlerini, hesapları depolayan bir veri tabanı olarak düşünülebilir⁷³. Hatta tapu ve evlilik belgelerinden eğitim derecelerine ve doğum belgelerine kadar geniş bir perspektife sahip yasal bir belge olma özelliği taşımaktadır⁷⁴. Benzer bir tanıma göre ise de, merkezi bir veri tabanıdır. Bilgisayar korsanlığı, yolsuzluk veya çökmeye karşı hassas bir sistemdir⁷⁵. Dolayısıyla dağıtılmış defter teknolojisi ile mevcut bilgisayar

⁷¹ Michael Crosby, Nachiappan, Pradan Pattanayk, Sanjeev Verma, Vignesh Kalyanaraman, “Blockchain Technology: Beyond Bitcoin”, **Air Applied Innovation Review**, Issue No. 2, 2016, p. 8.

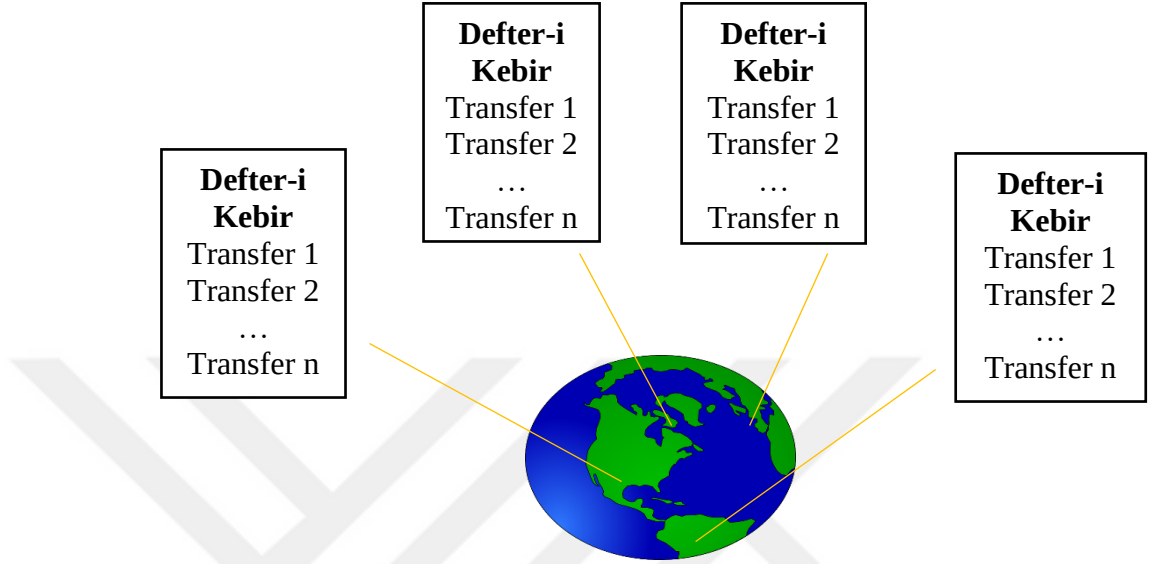
⁷² Don Tapscott, Alex Tapscott, **Blockchain Revolution**, Portfolio Penguin Random House, UK, 2016, p. 7.

⁷³ Demelza Kelso Hays, Ronald Peter Stoeferle, Mark J.Valek, “Crypto Research Report”, 2017, **Vontobel Incrementum**, <https://cryptoresearch.report/wp-content/uploads/2017/12/Incrementum-Crypto-Research-Report-Edition-1-English-Version.pdf>, Erişim Tarihi: 30.05.2019, p. 8.

⁷⁴ Don Tapscott, Alex Tapscott, **A.e.**, p. 7-8.

⁷⁵ Feng Tian, “A Supply Chain Traceability System For Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things”, **International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)**, 16-18 Haziran 2017, ISSN: 261-1904, DOI: 10.1109/ICSSM.2017.7996119, p. 1-2.

tasarımları arasında üç temel fark mevcuttur. Bunlar; yerel olmayan (yerelleşme), güvenlik ve denetlenebilirlik şeklinde ifade edilmektedir⁷⁶.



Şekil 1.7. Dağıtık Defter Teknolojisinin İşleyişi

Kaynak: Hays, Stoeferle, Valek, a.y.

Şekil 1.7.’de ifade edilen, bitcoinin tüm dünyadaki bilgisayarlar arasında dağıtılmış bir deftere dayanmakta olduğu vurgulanmaktadır. Defter, ağ geçmişinde gerçekleşen her işlemin bir listesini içerir. Böylelikle veriler her kullanıcıda mevcut olup saklanmaktadır. Blok zincire defter-i kebir (büyük defter) teriminin atfedilmesinin sebebi de buradan gelmektedir⁷⁷. Blok zincir, tam manasıyla merkezi olmayan bir dijital kayıt defteridir. Oluşturulan her bir blok bu defterin temsili bir yaprağı gibidir. Birbirini izleyen ve kırılmaz parolalardan oluşmaktadır⁷⁸.

⁷⁶ Provenance, “Blockchain: The Solution For Transparency in Product Supply Chains”, 2015, “Çevrimiçi” <https://www.provenance.org/whitepaper>, Erişim Tarihi: 05.06.2019.

⁷⁷ Hays, Stoeferle, Valek, a.y.

⁷⁸ Gül Esra Atalay, “Blokzincir Teknolojisi ve Gazeteciliğin Geleceği”, **Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (SSAD)**, Vol: 2(2), 2018, s. 47.

2.6. Blok Zincir Türleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılan blok zincir yapısı üç türe⁷⁹ ayrılmaktadır. Bunlar; kamu veya açık (public), özel (private), kurul (consortium) şeklinde ayrılırlar da, bunların dışında özel olarak tanımlanan yapılar da mevcuttur.

2.6.1. Kamu Blok Zinciri

Bu zincirin en bilinen örneği Ethereum ve Bitcoin'dir. Zincirde yapılan işlemi herkes kontrol edebilir ve doğrulayabilmektedir. Aynı zamanda fikir birliği sürecine de katılım sağlayabilir. Bu blok zincirde kullanılan konsensüz algoritmaları; iş ispatı (Proof of Work-PoW), teminat kanıtı (Proof of Stake-PoS) ve yetki verilen teminat kanıtı (Delegated Proof of Stake-DPoS)'dir.

2.6.2. Özel Blok Zincir

Zincirde düğüm sınırlaması söz konusu değildir. Her düğümle bu blok zincire katılınabilir. Katılımcı olmak için erişim izni gereklidir yani özel blok zincirde sınırlı erişim söz konusudur. Bu tip blok zincir yapısını daha çok şirketler tercih etmektedir. Özel blok zincirinde PBFT konsensüz algoritması kullanılmaktadır.

2.6.3. Konsorsiyum Blokajları

Bu zincir düğüm anlamına gelmekte olup, her ortak için belli bir bölümü üstlenmeyi ifade etmektedir. Her katılımcı belirtilen kuralları temel alarak kendi fikir birliği düğümünü seçmektedir. Farklı işlemler tarafından yapılan yarı kapalı ağ şeklinde de ifade edilebilir. Sisteme erişim ve katılım kararı, kurul tarafından verilmektedir. Konsorsiyum blokajlarına örnek ise Hyperledger'dir. Bu bağlamda oluşturulan blok zincir türlerini geniş bir perspektiften görebilmek adına Tablo 1.3'de ifade edilmiştir.

Tablo 1.3. Blok Zincir Türleri ve Özellikleri

	Kamu Blok Zincir Sistemleri	Konsorsiyum Blok Zincir Sistemleri	Özel Blok Zincir Sistemleri
Merkezileştirme	Merkezi değil	Çok taraflı merkezi	Merkezi değil

⁷⁹ Iuon-Chang Lin, Tzu-Chun Liao, "A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges", 2017, **International Journal of Network Security**, Vol: 19, No: 5, DOI:10.6633/IJNS.201709.19(5).01, pp. 653-659; P.S.G. Aruna Sri, D.Lalitha Bhaskari, "A Study on Blockchain Technology", **International Journal Of Engineering & Technology**, 7 (2.7), 2018, p. 419.

Dereceleri	(Desentralize)		(Desentralize)
Taraflar	Herkese açık	İttifak olmak konusunda anlaşılan belirli gruplara açık	Katılan kişilere merkez kontroller karar verir
Kredi Mekanizması	Çalışma ispatına bağlı	Kollektif onaylamaya bağlı	Bireysel onaylamaya bağlı
Kayıt Durumu	Tüm taraflar kayıt tutar	Görüşme ve işbirliği içinde olanlar kayıt tutar	Bireysel karara bağlıdır
Teşvik Mekanizması	Zorunlu	Seçimlik	Zorunlu değil
Öne Çıkan Avantaj	Kendi kredini kurabilme	Etkinlik ve maliyet optimizasyonu	Şeffaflık ve izlenebilirlik
Tipik Örnek	Bitcoin	Tahsilat ve takas	Denetim
Kapasite	3-20 kez/saniye	1000-10000 kez/saniye	-

Kaynak: Guo, Y., Liang, C., (2016), “Blockchain Application and Outlook in The Banking Industry”, *Financial Innovation*, 2:24, DOI: 10.1186/s40854-016-0034-9, p. 9.

2.7. Blok Zincir’de Güvenlik ve Gizlilik

Blok zinciri bu kadar ünlü yapan hiç şüphesiz güvenlik hususudur. Defter-i kefire bir işlem kayıt edildikten sonra değiştirilemez oluşu blok zincir yapısını popüler hale getirmiştir. Değiştirilemez oluşunun sebebi kendinden önceki blokla bağlantılı olarak ilerleyişidir. Birbirinden ayrılmaz bir bütün şeklinde blok oluşumu devam etmektedir. Bu sebeple blokların birinde yapılacak olan hasar engellenmiş olacaktır. Oluşacak hasar ya da değişiklik sadece ilgili blokta düzenlenecek olup diğer blokları etkilemeyecektir. Olası bir blok bütünlüğü bozukluğunda ise madenciler onaylamayacak böylelikle zincir geçerliliğini yitirecektir⁸⁰.

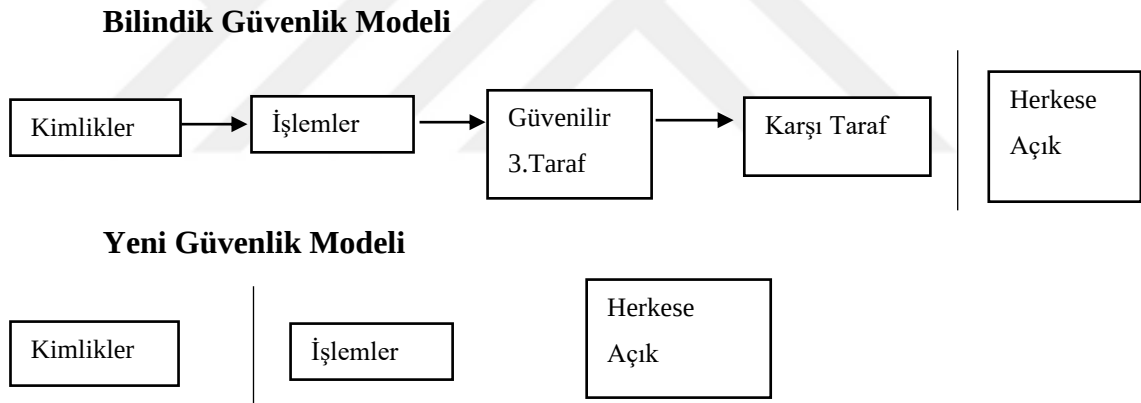
Aslında blok zincir temelinde güçlü bir şifreleme yönteminin kullanıyor olması güvenlik açısından son derece mühim bir husustur. Blok zincir güvenli bir matematik ve algoritmaya bağlıdır. Şifrelemeyle, rasgele sayıların ve harflerin oluşturduğu kombinasyon sonucu kişinin adresi veya kimliği yaratılmaktadır. Oluşturulan adres asla bir başka kişiye verilmez. Blok zincir yapısında her birey için farklı bir adres veya kimlik verilir ki, yapılan işlemlerin kişiye özel olduğunu ve güvenlik konusunun da tam da bu noktada devreye girdiğini gösterilmektedir.

Günümüzde kişisel veri güvenliğinin artması ile beraber yeniden gündeme gelen gizlilik ve mahremiyet konusu blok zincir sisteminde daha güvenli bir

⁸⁰ Arif Furkan Mendi, Alper Çabuk, “Bitcoin’in Arkasındaki Güç: Blockchain”, *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 1(1), 2018, s. 19.

konumdadır⁸¹. Farzı misal, bitcoin vasıtasıyla blok zincir yapısına girmek isteyen bir kişinin gerçek hayatta kim olduğunu, yalnızca ağ yapısını inceleyerek bulmak neredeyse imkansız bir olaydır. Blok zincirde üzerinde yapılan her işlem için kriptoloji tabanlı bir ağ verileri tutar. Bu sebeple blok zincir yapısı mutlak bir gizlilik ve anonimlik (gerçek kimlikten bağımsızlık) kişilere sunar⁸².

Satoshi Nakamoto aslında bitcoini anlatırken diğer taraftan da “yeni mahremiyet modeli” olarak bitcoini öne sürmüştür. Satoshi Nakamoto’nun makalesinde bu yapı şu şekilde anlatılmaktadır: “Bankacılık sistemi, kişilerin bilgi erişimini ilgili taraflar ve üçüncü kişiler arasında kalacak şekilde sağlamaktadır. Açık anahtar sisteminde ise, dışarıdan bir kişinin gerçekleşen para transferlerini görse bile kimlerin arasında olduğunu bulamamasını sağlamayı amaçlamaktadır. Tarafların kimlikleri gizli tutularak işlemlerin zamanı ve miktarları herkese açık bir şekilde paylaşılmaktadır”.



Şekil 1.8. Blok Zincir’de Güvenlik

Kaynak: Satoshi Nakamoto, a.g.e., p. 6.

Günümüzde ulusların kişilerin verileri saklama, kişisel verilerin çoğunun hacklenmesi gibi durumlarla karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Birçok uluslararası şirket, satış politikaları gereği daha fazla müşteri odaklı, müşteriyi tanıyıp ona göre ürün çıkartmak için kişilerden mümkün olduğunca bilgi toplamaktadır. Toplanan veriler tam anlamıyla korunaklı bir yerde durmamaktadır. Böylelikle milyonlarca müşterisini riske sokan şirketler, verileri bir türlü güvence altına alamamaktadırlar.

⁸¹ Chen, Jiang, Wang, a.g.e., pp. 139-146.

⁸² Usta, Doğanekin, a.e., s. 40-41.

Bu durum bir örnekle açıklanacak olursa; en son yaşanan Facebook hadisesinde 1 milyar kişinin verilerine izinsiz bir şekilde erişildiği ifade edilmektedir. Keza JPMorgen'ın, LinkedIn ve diğerlerinin de yaşadığı sıkıntılar da dikkate alındığında, siber güvenlik suçlarıyla ilgili mücadele herkesin gündeminde olmasına karşın, ciddi bir şekilde bununla nasıl başa çıkılacağı konusunda birçok şirket ve hatta devletler gerekli tedbirleri almamaktadırlar⁸³. Blok zincir teknolojisi günümüzün en önemli sorunu olan kişisel verilerin nasıl korunacağına da bir çözüm sunmaktadır. Nitekim hukuksal alanda Avrupa Birliği (AB)'nin “veri koruma reformu⁸⁴” ile Genel Veri Koruma Tüzüğü⁸⁵ de kapsamlı düzenlemeyi içermektedir. Türkiye’de 2016 yılında Kişisel Verilerin Korunması Kanunu⁸⁶ (KVKK) yürürlüğe girmiştir. Öyle görünüyor ki tam anlamıyla blok zincir teknolojisiyle kişisel verilerin güvenliği sağlanmaktadır⁸⁷.

Aslında sorun merkezileşmeden kaynaklanmaktadır. Tek bir merkezde saklanan veriler ciddi anlamda savunmasız bir haldedir. Blok zincir yapısında durum tam tersi şekilde işlemektedir. Bu teknolojinin devrimsel nitelikte oluşu buradan gelmektedir. Blok zincirde P2P ağına dağıtılmış bir bilgi defteri olarak veriler olası bir hata içermemekte olup bu şekilde saklanmaktadır. Bir hacker sisteme saldırıda bulunmak isterse küçük veri parçalarını toplamak ve hepsini bir araya getirmek için aynı anda birden fazla bilgisayara erişim sağlaması gerekmektedir. Bu durum oldukça düşük bir ihtimaldir. Hangi işlemciye sahip olursa olsun, hangi cihazla bunu gerçekleştirmeyi planlarsa planlasın bir anda birden fazla bilgisayara saldırıda bulunamaz. Kısaca hiçbir blok zincire saldırı olması durumu oldukça düşüktür. Yapı gereği adem-i merkeziyetçi oluşu bir aygıtın başarısız olduğu durumda tüm verilerin başka bir yerde korunması hususunda devreye girer ve güvenli bir şekilde saklanmaya devam eder. Blok zincir bu

⁸³ Hakan Atabaş, **Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paraların Hayatımızdaki Yeni Yeri**, Ceres Yayınları Ekonomi 1, 1. Basım, 2018, s. 50.

⁸⁴ EUR-LEX, Official Journal L 281, 23.11.1995, “Directive 95/46/Ec of the European Parliament and of the Council”, “Çevrimiçi”<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A31995L0046>, Erişim Tarihi: 23.04.2020.

⁸⁵ AB R.G., <https://www.kisiselverilerinkorunmasi.org/wp-content/uploads/2017/09/GDPR-T%C3%BCrk%C3%A7e-%C3%87eviri-AB-Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>, Erişim Tarihi: 23.04.2020; Ayşe Nur Akıncı, “Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü’nün Getirdiği Yenilikler ve Türk Hukuku Bakımından Değerlendirilmesi”, **T.C. Kalkınma Bakanlığı**, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 2968, Haziran 2017, ISBN: 978-605-9041-85-0.

⁸⁶ 24.03.2016 tarihli 29677 sayılı R.G.

⁸⁷ Daha detaylı bilgi için **bknz.** Yusuf Mansur Özer, Kişisel Verilerin Korunmasında Blok Zincir Modeli: Vaatler ve Hukuki Engeller, Onikilevha Yayınları, 1. Baskı, 2020.

sayede son derece korunaklı ve güvenli bir yapı olarak tüm dünyayı kendisine katılması konusunda davetkar bir şekilde çağırmaktadır⁸⁸.



⁸⁸ Atabaş, **a.g.e.**, s. 50-51.

İKİNCİ BÖLÜM

BLOK ZİNCİRİN ÇALIŞMA İŞLEYİŞİ, UYGULAMA ALANLARI VE ÜLKE ÖRNEKLERİ

1. BLOK ZİNCİR AĞ MİMARİSİ

Blok zincirin ağ mimarisine geçmeden önce sistemin genel yapısını görmek gerekmektedir. Blok zincir yapısını oluşturan özellikler aşağıda Şekil 2.1’de verilmiştir. Görüldüğü gibi blok zincir mimarisi altı unsuru bünyesinde barındırmaktadır.



Şekil 2.1. Blok Zincir Mimarisinin Genel Yapısı

Kaynak: P.S.G. Aruna Sri, D.Lalitha Bhaskari, a.e., p. 418.

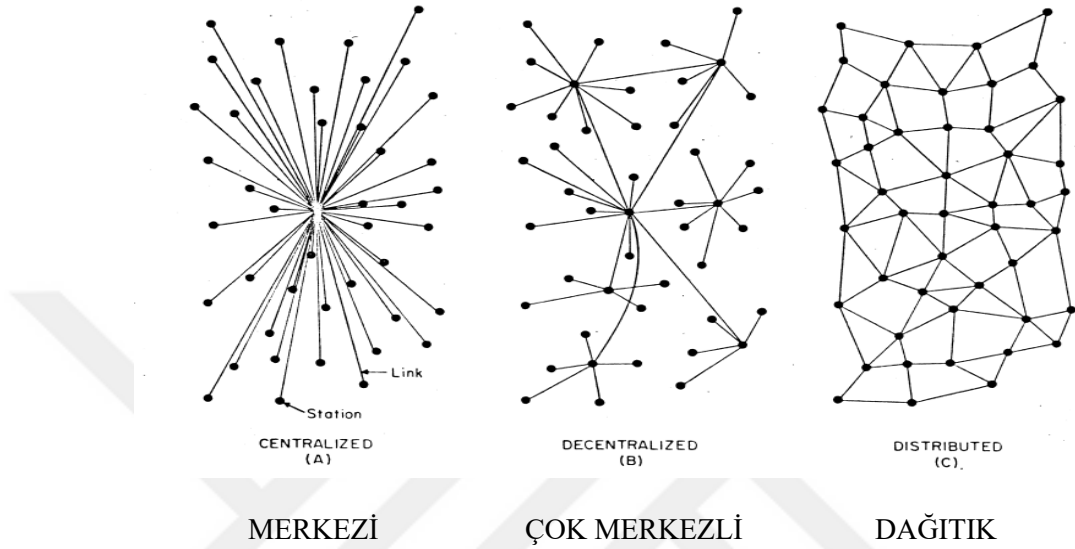
Bu yapının oluşumu en az ortaya koyduğu avantajlar kadar önemlidir. Öyle ki yapılan işlemlerin nasıl oluştuğu gibi bilgiler için sistemin teknik açıdan da bilinmesi gerekmektedir. Bu bölümde blok zincir teknolojisinin teknik boyutları ele alınacaktır. Sistemin altında yatan unsurların neler olduğu, blokların nasıl oluştuğu gibi konular açıklanacaktır.

1.1. Blok Zincir’in Teknik Yapı Taşları

1.1.1. Ağ Yapısı

Dünya Ekonomik Forumu’na göre (The World Economic Forum) blok zincir, bir aracıya ihtiyaç duymadan bir verinin iki kullanıcı arasında doğrudan değiş tokuşunu mümkün kılan bir teknoloji protokolü şeklinde ifade edilmektedir. Ağdaki taraflar şifreli kimliklerle anonim bir şekilde işlemleri gerçekleştirmektedir. Her bir işlem

değiştirilemeyen bir işlem zincirine eklenir ve ağdaki tüm kullanıcılara dağıtılır⁸⁹. Blok zincir sisteminin dahil olduğu dağıtık ağ yapısının yanı sıra merkezi ya da çok merkezli ağ yapıları Şekil 2.2’de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Merkezi, Çok Merkezli ve Dağıtık Ağ Yapıları

Kaynak: Paul Baran, “On Distributed Communications Networks”, The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1962, p. 4, <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2005/P2626.pdf>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.

Merkezi ağ sistemi, tek bir merkezden tüm alıcılara ulaşılabilen sistemi ifade etmektedir. Çok merkezli ağ yapısı ise, düğümler arası iletişimi sağlayan birçok sunucunun kullancılardan yaptığı iletişimi belirtmektedir. Dağıtık ağ yapısı ise, birbirleriyle sürekli etkileşim halinde bulunan ve bir hedefe kilitlenen sunucuların oluşturduğu yapıdır. Daha güvenli ve hata oranı daha düşük olan bu yapıya, herkes katılabilir. Her ne kadar ağ yapısı önemliyse bir o kadar da önem arz eden ve sisteme güvenilirliğini kazandıran unsur şifrelemedir.

1.1.2. Kriptografi

Kriptografinin geçmişi uzun yıllara dayanmaktadır. Eski Mısır, Antik Yunan ve Asya’da gizli mesajların iletilmesinde kullanılan kripteksler, bu bilimin temellerini

⁸⁹ The World Economic Forum, “Blockchain and Distributed Ledger Technology”, 23 Nisan 2018, <https://www.weforum.org/communities/blockchain-and-distributed-ledger-technology>, Erişim Tarihi: 02.06.2019.

oluşturmaktadır. Kriptekslerin mucidi olan Da Vinci, zorla açıldığında ya da yanlış kelime veya anahtarla kullanıldığında kripteks içindeki bir şişe sirkenin mesajı yok edecek şekilde tasarlamıştır. Günümüzdeki bisiklet kilitlerini andıran çalışma prensibine sahip olan scytale⁹⁰ sayesinde; Spartalılar tarafından numaralı şifreleme mantığıyla mesajlarını saklayabiliyorlardı. 2. Dünya Savaşı'nda kullanılan Alman Arthur Scherbius'un icat ettiği Enigma, şifreleme ve şifre çözme makinası olarak tarihteki yerini almaktadır. Günümüzde ise daha zor olan şifreleme, bilginin korunması, saklanması için bilgisayarlar aracılığıyla kriptoloji bilimi olarak kullanılmaktadır⁹¹.

Kriptoloji kelimesi eski bir Yunanca kelime olan “kryptos” kelimesinden üretilmiş olup, kriptoloji gizlilik bilimi anlamına gelmektedir⁹². Kriptoloji; haberleşen iki veya daha fazla tarafın bilgi-veri alışverişini emniyetli olarak yapmasını sağlayan, temeli matematiksel ve zor probleme dayalı tekniklerin ve uygulamaların bütünü şeklinde ifade edilmektedir⁹³. Bir başka tanıma göre ise de; bir verinin üçüncü kişiler tarafından anlaşılmayacak hale getiren teknoloji bütünü olarak tanımlanmaktadır. Kriptografi gizlilik, bütünlük, bilgi güvenliği, kimlik denetimi ve inkar edememe gibi özellikleri bünyesinde barındıran matematiksel yöntemleri içermektedir⁹⁴. Kriptografinin blok zincirde iki aracı mevcuttur. Bunlar; kriptografik (özüt değer) fonksiyonu ve asimetrik kriptografidir. Bu bağlamda kriptografik hash fonksiyonu açıklanacaktır.

⁹⁰ Scytale, veri güvenliği konusunda 2500 yıldan daha uzun bir süre önce kullanılmıştır. Bilinen en eski askeri şifreleme yöntemidir. Sistemin çalışma mantığı simetrik şifreleme olup, iki tarafın elinde bulundurduğu anahtarlar vasıtasıyla çalışmaktadır. Bir çubuğun etrafına bir mesajın sarılması ile oluşturulan mesaj, şifreli mesajdır. **Bknz.** Salih Öztürk, “Scytale Şifreleme”, 17 Haziran 2020, <https://www.sibervatan.org/makale/scytale-sifreleme/19>, Erişim Tarihi: 30.12.2020.

⁹¹ Serkan İnci, İsmail Alper, **Bitcoin Devrimi Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockchain, Altcoinler**, 1.Basım, Elma Yayınevi, 2018, s. 107-108.

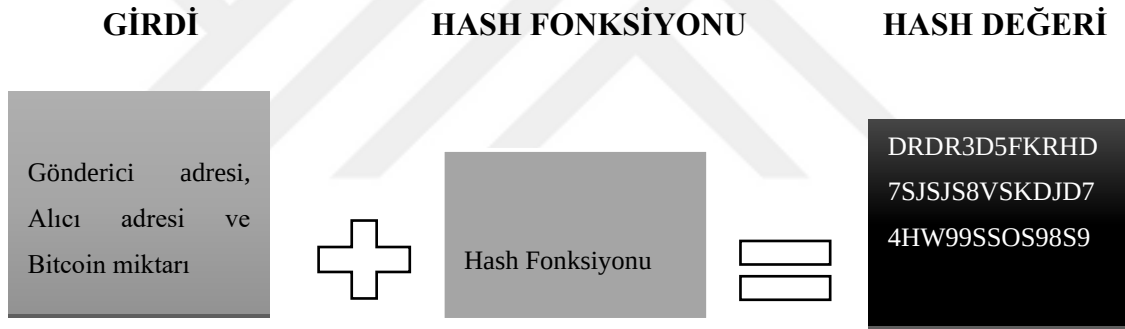
⁹² Usta, Doğanekin, a.g.e., s. 23.

⁹³ Yıldırım Yalman, İsmail Ertürk, “Kişisel Bilgi Güvenliğinin Sağlanmasında Steganografi Biliminin Kullanımı”, ÜNAK 2009 Bilgi Çağında Varoluş: “Fırsatlar ve Tehditler” Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Yeditepe Üniversitesi, s. 218.

⁹⁴ Sedat Akleylek, Hamdi Murat Yıldırım ve Zaliha Yüce Tok, “Kriptoloji ve Uygulama Alanları: Açık Anahtar Altyapısı ve Kayıtlı Elektronik Posta”, Akademik Bilişim, XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 2-4 Şubat 2011, İnönü Üniversitesi Malatya, s. 713.

1.1.3. Kriptografik Hash (Özüt) Fonksiyonu

Hash fonksiyonu herhangi uzunluktaki bir veriyi yada çok kısa bir veriyi sabit uzunluktaki bir veriye dönüştüren fonksiyondur⁹⁵. Kriptografik hash fonksiyonunda, verilen girdi için bir çıktı üreten fonksiyonlardır. Verilen girdi kaynak diye ifade edilirken, çıktı ise onun özüt değeridir. Hash işlevi üç temel özelliğe sahip matematiksel bir işleve sahip olmaktadır. Birincisi, aynı kaynak aynı çıktıyı verir yani kaynak neyse çıktı da kaynağa özgüdür. Böylelikle özüt değer bir nevi parmak izi niteliği kazanmaktadır. Bloklar oluşurken bu parmak izi niteliğinde olan özüt değer çok önemlidir. İkincisi kaynakda bir değişiklik çıktının farklı çıkmasına sebep olmaktadır. Böylelikle çıktıdan kaynağa gitmek imkansız bir hal almaktadır. Tek yönlü bir yapı söz konusudur. Son olarak etkili bir şekilde hesaplanmaktadır. Yani belirli bir giriş kaynağı için çıktının asgari süresi bilinmektedir⁹⁶.



Şekil 2.3. Kriptografik Hash Fonksiyonu

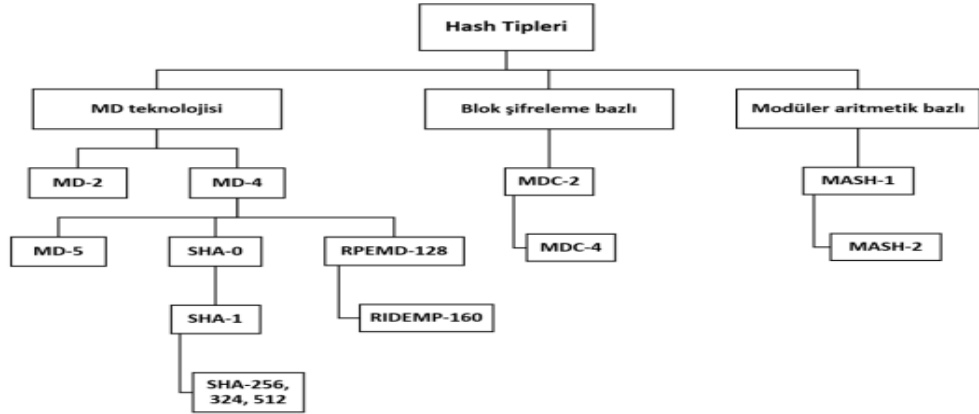
Kaynak: Doğa Özcan, **Blokszincir Mimarisi ve Merkezi Olmayan Uygulamalar**, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, 1. Baskı, 2019, ISBN: 978-605-2359-68-6, s. 18.

İdeal hash fonksiyonun beş özelliği vardır. Bunlar; aynı girdi daima aynı çıktıyı üretmeli, fonksiyon çok hızlı çıktı üretmeli, çıktıyı kullanarak girdiyi hesaplamak mümkün olmamalı, mesajdaki en ufak bir değişiklik olması durumunda çıktı çok farklı değer alabilir ve farklı girdiler aynı sonucu üretmemelidir (collision-free). Bu özelliklere sahip bir hash fonksiyonu blokları birbirine bağlaması sonucunda blok

⁹⁵ Güven, Şahinöz, **a.g.e.**, s. 50.

⁹⁶ Arvind Narayanan, Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller, Steven Goldfeder, "Bitcoin and Cryptocurrency Technologies, Princeton University, 2016, s. 23-24, https://www.lopp.net/pdf/princeton_bitcoin_book.pdf, Erişim Adresi: 23.04.2020.

zinciri oluşturacağından kilit rol görevi üstlenmektedir⁹⁷. Aşağıda Şekil 2.4'te hash fonksiyon türlerine ait bir görsele yer verilmektedir.



Şekil 2.4. Hash Fonksiyonu Türleri

Kaynak: Alexander Kolybelnikov, Infosecurity Seminar 6 Hash Functions, 26 Nisan 2014, 20 slayt içinde 6., <https://www.slideshare.net/kisttan/information-security-seminar-6>, Erişim Tarihi: 20.09.2020.

SHA1 Hash 160 bit uzunluğundadır. NSA tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir⁹⁸. SHA-256, Secure Hash Algoritmasının kısaltılmasıdır. Kriptografik hash fonksiyonunun bir üyesidir. SHA-256 bilinen en güvenli şifreleme yöntemlerinden birisi olması sebebiyle dijital para birimlerinin alt yapısında kullanılmaktadır⁹⁹.

Tablo 2.1. Özet Fonksiyonların Karmaşıklıkları

Algoritma	Çıktı Boyutu (bit)	Çarpışma hesaplama karmaşıklığı (bit)	Pratikteki karmaşıklık (bit)
MD5	128	<64	128
SHA-1	160	<80	160
SHA-224	224	112	224
SHA-256	256	128	256

⁹⁷ Güven, Şahinöz, a.g.e., s. 50.

⁹⁸ Mike Pound, SHA: Güvenli Hashing Algoritması- Computerphile, 11 Nisan 2017, 01:52; 03:57, “Çevrimiçi” https://www.youtube.com/watch?v=DMtFhACpNTY&feature=emb_rel_end, Erişim Tarihi: 20.09.2020.

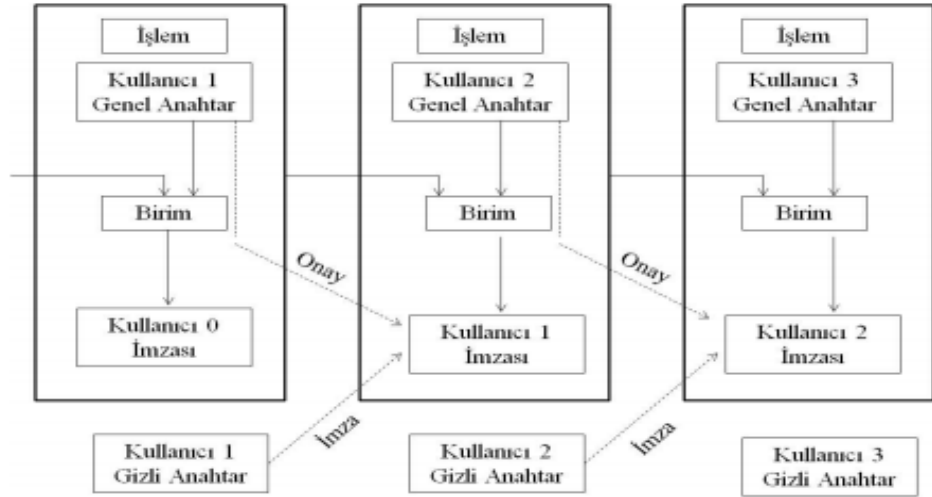
⁹⁹ Aycan İslam, Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar: Mevcut Durum, Potansiyel ve Risk Analizi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019, İstanbul, s.16; BitcoinWiki, SHA-256, “Çevrimiçi” <https://en.bitcoinwiki.org/wiki/SHA-256>, Erişim Tarihi: 20.09.2020.

Kaynak: Yaşar Gültekin, Yetkin Bulut, “Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler ve Analizi”, **Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 3, Sayı: 3, s. 86.

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere en karmaşık algoritmaya sahip olan SHA-256 algoritmasıdır. Bitcoin’in kullandığı algoritmanın bu yapı olmasının sebebi girdi verisinin bozulmadan çıkışının sağlanması ve dışarıdan gelecek müdahalelere kapalı oluşudur¹⁰⁰.

2. BLOK ZİNCİR YAPISININ ÇALIŞMA İŞLEYİŞİ

Blok zincir esas olarak taraflarca korunan ve şifrelenen işlemlerden oluşan finansal işlemlerin izlenmesi ve kayıt edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Nitekim bitcoin ya da diğer sanal para birimlerinde olduğu üzere aynı sistemden yararlanılmaktadır. Bu nedenle tüm işlemler şeffaftır ve herhangi bir değişiklik yapıldığında kolayca fark edilebilir ve izlenebilmektedir¹⁰¹. Bu bağlamda aşağıdaki şekil 2.5’te blok zincir yapısının Bitcoin işlem süreci aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Bu süreçte elektronik imzalar zinciri şeklinde işlemler gerçekleşmek için her transfer bir önceki ve bir sonraki istemcinin (kullanıcının) onay ve imzalarını istemektedir.



¹⁰⁰ Gültekin, Bulut, a.y.

¹⁰¹ Mandrita Banerjee, Junghee Lee, Kim-Kwang Raymond Choo, “A Blockchain Future For Internet Of Things Security: A Position Paper”, **Digital Communication and Networks**, Vol: 4, Issue: 3, 2018, p. 156. 149-160.

Şekil 2.5. Bitcoin İşlem Süreci¹⁰²

Kaynak: Satoshi Nakamoto, a.g.e., p. 8.

Blok zincirin çalışma işleyişine bakıldığında verinin sisteme girilmesi ile eş zamanlı olarak bir blok yaratılması ile sürecin başladığı görülmektedir. Bir blok, işlemin oluşması ile beraber aynı anda sistemde yer almaktadır. Ağ içinde yer alan tüm zinciri oluşturan düğümlere yayarak çoğalmasını sağlar. Düğümlerden biri blok doğrular ki buna bitcoini uygulamasında madencilik ismi verilir ve ağa tekrar yayarak çoğalmı sürdürür. Düğümler her seferinde blok zincirin büyümesini sağlayarak zincirler silsilesi oluşması sağlar¹⁰³.



Şekil 2.6. Madencilerin Blok Zincirdeki İşlem Sırası

Kaynak: B. Muni Lavanya, a.g.e., p. 78.

2.1. Blok Zincir’de Blokların Oluşumu

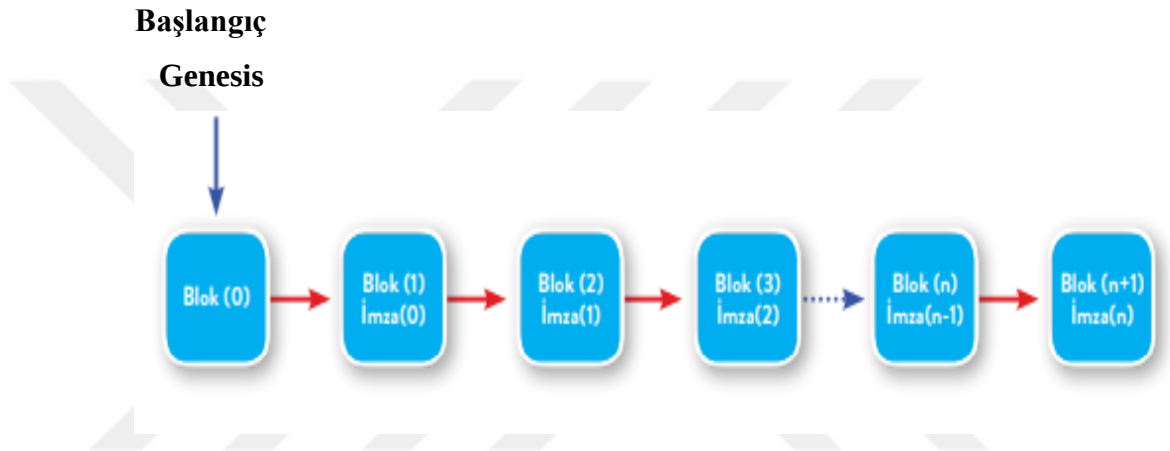
Blok zincir’de ağ kullanıcıları işlemleri; masaüstü uygulamaları, akıllı telefon uygulamaları, dijital cüzdanlar, web servisleri vb. gibi yazılımlar üzerinden gönderilmektedir. Yazılım bu işlemleri blok zincir ağındaki düğüm yada düğümlere gönderir. Gönderilen işlemler daha sonra ağıdaki diğer düğümlere yayılır. Daha sonra blok zincire yeni düğüm gelene kadar bir sıra yayın düğümü bekler. Yayınlama düğümü bir blok yayınlandığında işlemler blok zincire eklenir. Bir blok başlığı ve blok verisi içermektedir. Blok başlığı, bu blok için meta verilerden oluşmaktadır. Blok zincir ağında adrese gönderilen doğrulanmış işlemlerin bir listesini hazır bir vaziyette

¹⁰² Bitcoin işlem sürecine yer veren çalışmalar için **bknz.** Ahmet Selçuk Dizkırıncı, Ahmet Gökgöz, “Kripto Para Birimleri ve Türkiye’de Bitcoin Muhasebesi”, **Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies**, 4(2), 2018, s. 97; Seda Karagöz Zeren, Finansal Ödemeler Sisteminde Blok Zincir Uygulamaları: Turizm Sektöründe Akıllı Kontratlar Dizaynı, 2020, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Edirne, s. 30.

¹⁰³ Banerjee, Lee ve Choo, a.y.

bekletilmektedir. Herbir işlem şifreli olarak imzalanmaktadır. Bu imzalama işlemlerine dijital varlıklar sayesinde giriş yapılarak özel anahtarlar vasıtasıyla oluşmaktadır¹⁰⁴.

Özel ve genel anahtarlar aracılığıyla işlem yapılmasına izin verilen sistemde başlangıç bloğun oluşumu oldukça önemlidir. Devamında oluşturulacak bloklar ilk bloğun verileri üzerine inşa edilmektedir. Bloklara girilen veriler şifrelenerek bir sonraki bloğun oluşumu için zemin oluşturmaktadır. Şekil 2.7’de bu durum görselleştirilmiştir.



Şekil 2.7. İlk Blok (Genesis) Kaydından Sonra Birbirini Takip Eden Blok Yapısı

Kaynak: Usta, Doğanekin, a.g.e., s. 29.

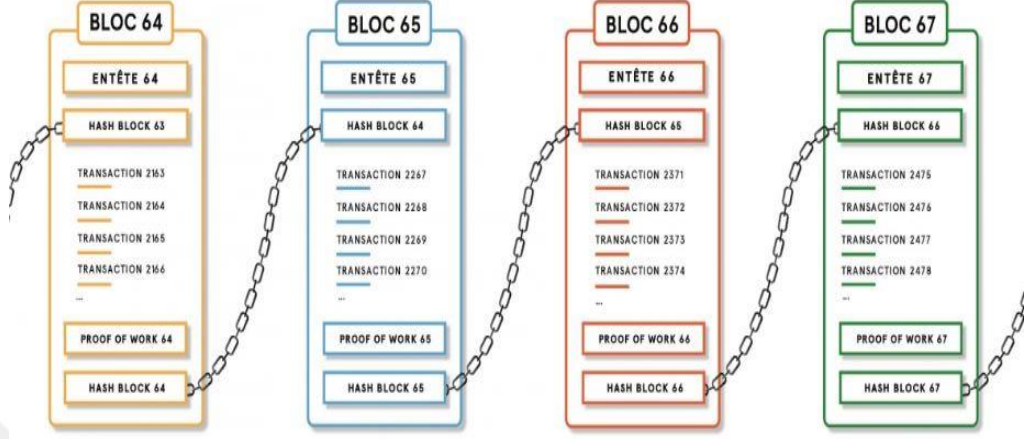
Bir blok zincir, bir önceki bloğun içeriğini taşımakta olup bir önceki bloğa atıf vererek ilerler. Dikey olarak üst üste yerleşen bloklar ve ilk işlev gören temel blok (genesis blok) diye nitelendirilen blok yatay şekilde sıralanır. Başlangıç bloğuna zinciri oluşturan kişi tarafından bir değer atfedilir. Bu değer de genellikle 256 adet 0’dan oluşur¹⁰⁵. Böylelikle kendi bloğundaki bilgileri de saklayarak blokları birleştirir. Blok zincirde depolanan veriler “HASH” isimli şifreleme ile korunur. Her blok, içinde kendi ebeveyne ait hash içermektedir. Bloğun başlığı SHA256 isimli şifreleme karma algoritma ile tanımlanmaktadır¹⁰⁶. Böylelikle bir blok zincirinde çoklu aktaranlar

¹⁰⁴ Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby, Karen Scarfone, “Blockchain Technology Overview”, **National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce**, 2018, p. 15, <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>, Erişim tarihi: 10.08.2019.

¹⁰⁵ Güven, Şahinöz, a.g.e., s. 53.

¹⁰⁶ Antonopoulos, a.g.e., p. 163-164.

işbirliği yaptıkları için doğrulanabilir ve kalıcı bir bilgi zinciri oluşturulur. Tek başına bloklar bir devrim niteliği taşımamaktadır¹⁰⁷.



Şekil 2.8. Blokların Birbirine Eklenecek Zincir Oluşturması

Kaynak: Remzi Şahinoğlu, “Blok Zincir Nedir, Nasıl Çalışır”, 2 Ocak 2019, <http://www.kaizen40.com/blok-zinciri-nedir-nasil-calisir/>, Erişim Tarihi: 10.08.2019.

Zincirde yeni blok bloğun oluşumu için iki veya daha fazla taraf arasında işlemlerin olması ve bu işlemlerin onaylanması gerekmektedir. Bu işlemlerin gerçek veya doğru olduğundan emin olmak için de genellikle madenciler tespit etmektedir. Şayet yeterli sayıda madenci işlem onaylarsa blok zincirin bir halkası oluşmuş olur¹⁰⁸.

Blok zincir’de veri yapısı, işlem bloklarının sırayla bağlı olduğu listedir. Bloklar düz bir dosya veya basit bir veri tabanında saklanabilir¹⁰⁹. Her bir blok zincirin kendine ait kuralları vardır. Bu kurallar ne kadar kullanışlı ne kadar amaca yönelik olursa o bloğa ilgi ve kullanma talebi yüksek olacaktır. Blokları büyüklüğü, bloğun bilgi alanı (başlık, şifre, her bir kaydın parmak izi, zaman damgası, nasıl sıralanacağı, blok dolunca ne yapılacağı, yeni blok üretme şartları vs.) gibi nedenler her bloğa özgü olup bir kuralı

¹⁰⁷ Niedermayer Bernhard, “Blockchain- The Next Big Thing”, 2017, <https://www.catalysts.cc/big-data/blockchain-the-next-big-thing/>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.

¹⁰⁸ Magdalena Ramada, “For Insurers #Blockchain Is The New Black”, 2016, “Çevrimiçi” <https://blog.willis.com/2016/12/for-insurers-blockchain-is-the-new-black/>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.

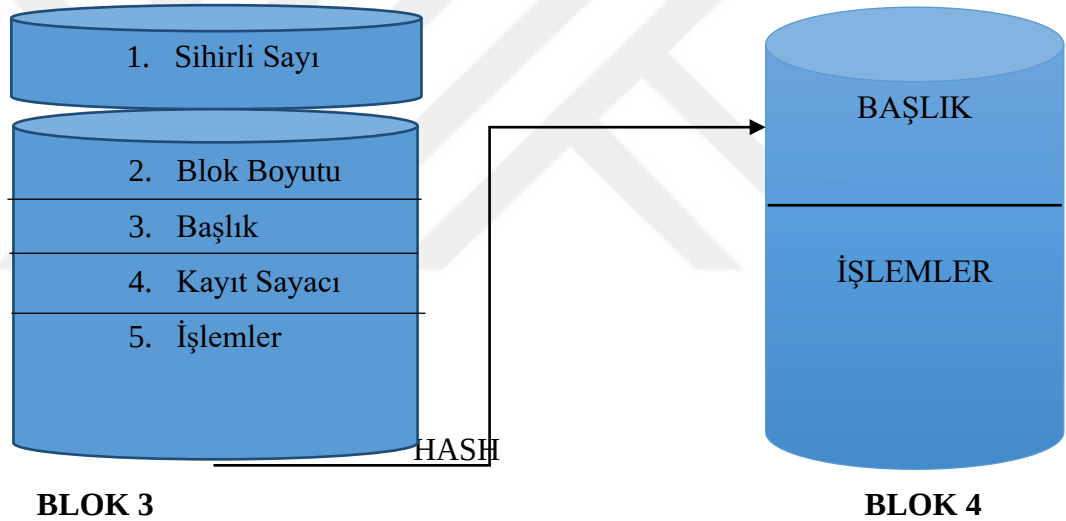
¹⁰⁹ Andreas M. Antonopoulos, **Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Crypto-Currencies**, 1 st Edition, O’Reilly Media, 2014, p. 163.

içermektedir¹¹⁰. İşlemlerin kaydedildiği blokların yapısı incelenecek olursa, bir bloğun 5 alanı mevcuttur. Bunlar Tablo 2.1’de gösterilmektedir:

Tablo 2.1. Blok Konstrüksiyonu

Alan Adı	Boyut	Açıklama
Sihirli Sayı	4 Byte	“Aşağıdaki bir bloktur” anlamında
Blok Boyutu	4 Byte	Bloğun büyüklüğünü gösterir
Blok Başlığı	80 Byte	Çeşitli alanlardan oluşur
Kayıt Sayacı	1-9 Byte	Kaç adet kayıt (işlem) olduğunu gösterir
Kayıtlar	Değişir	Kaydedilen işlemler

Kaynak: Güven, Şahinöz, a.g.e., s. 54.

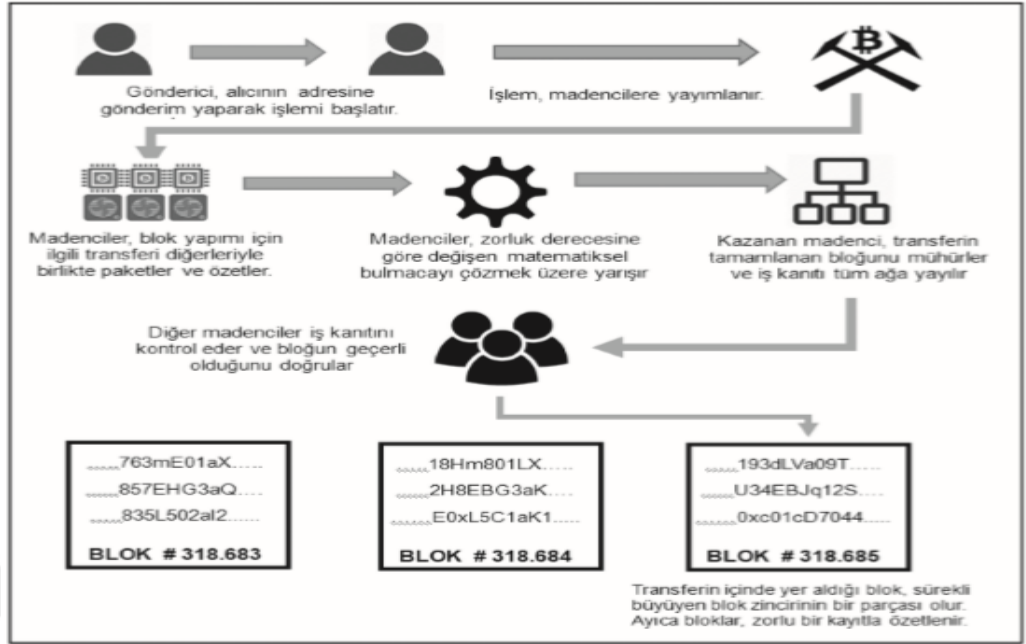


Şekil 2.9. Bir Bloğun Yapısı

Kaynak: Güven, Şahinöz, A.y.

Blok zincir yapısında kötü niyetli bir kişinin ağ üzerinden blokla ilgili değişiklik yapmak istemesi sonucunda hem işlem yapmak istediği bloğu hem de ondan sonra gelen tüm blokların değiştirmesi gerekmektedir. Öyleki kötü niyetli kişi bu işlemi yapmaya çalıştığında dünya üzerinde aynı anda blok zincire yeni bloklar eklenmeye devam etmektedir. Bu bağlamda bu tarz saldırıların gerçekleşme olasılığı mümkün değildir. Bir blok zincirde işlem yapıldığında geçirdiği aşamalar aşağıda Şekil 2.10’da gösterilmektedir.

¹¹⁰ Güven, Şahinöz, a.g.e., s. 44.



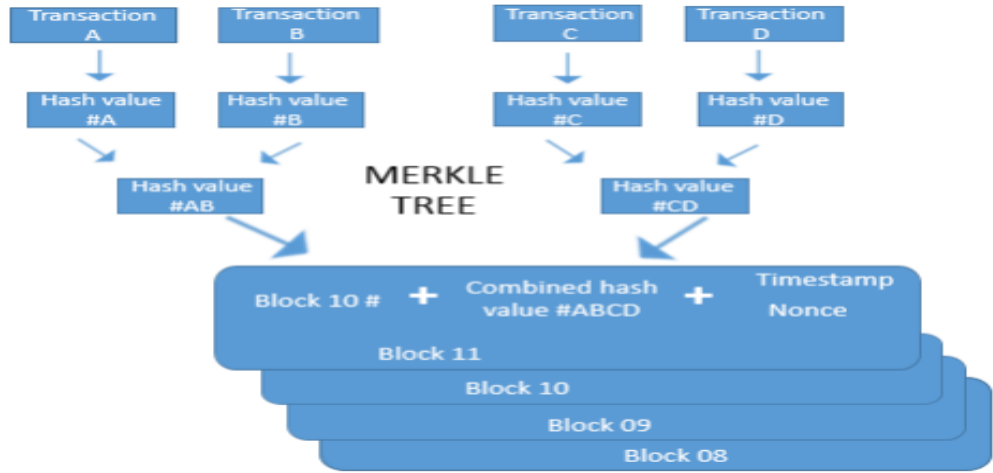
Şekil 2.10. Blok Zincirde Transfer İşleyişi ve Onay Süreci

Kaynak: Güneş Yılmaz, Tayfun Süleyman Koç, “Kripto-Para Alım Satımı ve Madenciliği Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi Üzerine Bir Tespit ve Öneri, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 364, Ocak 2019, s. 30.

2.2. Merkle Ağacı (Merkle Tree)

Merkle ağacı blok zincirde bulunan her bir bloğa ait, o bloktaki işlemlerin bir özetini içermektedir. İkişerli ikişerli hesaplanan HASH değerleriyle oluşan ikili bir karma ağaç olarak bilinen merkle ağacı, büyük veri kümelerinin doğrulanması şeklinde özetlenen bir veri yapısıdır. Merkle ağacı kriptografik karmaları içeren ikili ağaçlar olarak adlandırılmaktadır. “Ağaç” terimi, bilgisayar literatüründe bir dallanma veri yapısını tanımlamak için kullanılmaktadır. Lakin merkle ağaçlarının şekli kökü tepede dalları aşağıdaki şekildeki gibi bir yapıyı temsil etmektedir¹¹¹. Bu yapının görüntüsü Şekil 2.11’de gösterilmektedir.

¹¹¹ Andreas M. Antonopoulos, **Mastering Bitcoin: Programming The Open Blockchain**, 2017, 2st Edition, O’Reilly Media, p. 203.



Şekil 2.11. Merkle Ağacı

Kaynak: Laura Julita, The Blockchain Technology and Its Applications in the Financial Sector, 2017, Aalto University School of Business Department of Economics, Bachelor's Thesis, p. 8.

Blok zincirin en önemli unsurlarından biri olan merkle ağacı, iki görevi aynı anda yerine getirmektedir. Birincisi, merkle kökü ikişerli hash değerlerinin elde edilmesiyle oluştuğundan, herhangi bir değişiklik merkle kökünü değiştirecek dolayısıyla bloğun başlığı ve başlığın HASH değeri değişmiş olacaktır. Bir sonraki bloğun girdisi olan bu değer değiştiği için sonraki bloklar da geçerliliğini yitirmiş olacaktır. Tüm bloğun HASH değerini almaktansa sadece blok başlığının HASH değerinin alınması yeterli olacaktır. İkinci görev ise, işlem teyitlerinin oldukça kolay yapılmasını sağlamaktır¹¹². Bir takım verilerle merkle ağacının nasıl veriminin arttığına dair datalar Tablo 2.2'de gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Merkle Ağacında Verimlilik

İşlem Sayısı	Yaklaşık Blok Boyutu	Karma olarak yol boyutu	Bayt olarak yol boyutu
16	4 kilobytes	4	128 bytes
512	128 kilobytes	9	288 bytes
2048	512 kilobytes	11	352 bytes
65,535	16 megabytes	16	512 bytes

Kaynak: Antonopoulos, **Mastering Bitcoin: Programming The Open Blockchain**, p. 209.

Merkle ağacında, 16 işlemle 4 kilobytlık bir bloğa 128 baytlık bir alan oluşurken 65,535'lik işleme 16 megabytlık bir blok karşılığında oluşan alan 512 bayttır. Sayısal anlamda işlem sayısı çok hızlı bir şekilde artarken karşılığında kapladığı alan

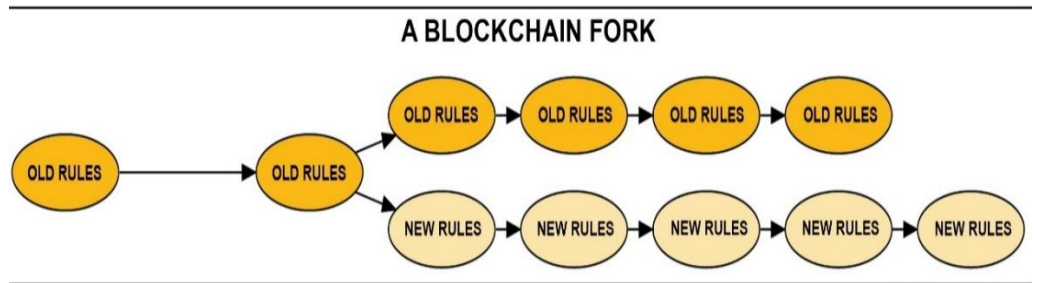
¹¹² Güven, Şahinöz, **a.g.e.**, s. 57-58.

işlem sayısına göre oldukça düşük olmaktadır. Buradan çıkacak sonuç ise aslında işlem sayısı arttıkça merkle ağacı daha da verimli hale gelip oldukça az yer kaplayarak kullanım açısından oldukça avantajlı bir hal almaktadır. Aynı zamanda merkle ağaçları tarafından sıkça kullanılan “Basitleştirilmiş Ödeme Doğrulama (Simplified Payment Verification – SPV) düğümlerin bloklara inmeden ödemeleri doğrulama işlemidir.

SPV, düğümleri tüm işlere haiz değildir. Tüm bloklara indirgenemediği gibi sadece başlıklarda işlem görmektedir. Bir işlemin bir bloğa dahil olduğunu doğrulamak için, tüm işlemleri bloklara indirgemek zorunda kalmadan kimlik doğrulama yolunu merkle ağaçları vasıtasıyla yapmaktadır. Örneğin, cüzdanında bulunan bir adrese gönderilmek üzere gelen ödemeye ilgili bir SPV düğümü olduğu dikkate alındığında SPV düğümü, sadece ilgili adresleri içeren işlemler ile bağlantı kuracaktır¹¹³. Teknik anlamda bilinmesi gereken bir diğer husus ise blok zincirde çatallanma olayıdır.

2.3. Çatallanma (Forking)

Teknolojinin güncellenmesi ya da yapılan bir işlem sonucu değişiklik yapılmasının istenmesi sistem açısından bakıldığında zor olabilir. Blok zincir teknolojisinde de bir çok kullanıcı tarafından oluşan ağ sisteminde her zaman aynı fikir birliğinde olunamayabilir. Blok zincir yapısı konsensüs¹¹⁴ mutabakatı ile sağlanmaktadır. Mutabakat sağlanmadığı durumlarda blok zincirde bloklar arasında tutarsızlık meydana gelmektedir. Bu durumun genel adına çatallanma denilmektedir. Bir nevi blok zincir ağının iki parçaya bölünmesi anlamına gelmektedir¹¹⁵. Bu durumun görseli şekil 2.12’de verilmektedir.



¹¹³ Antonopoulos, A.y.

¹¹⁴ Konsensüs, kelime anlamı uzlaşma demektir. Blok zincir de, anlaşmaya varılan kurallar bütünü fikir birliği ile ifade etmektedir. Türk Dil Kurumu (TDK), “Çevrimiçi” <http://tdk.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 10.08.2019.

¹¹⁵ Yaga, Mell, Roby, Scarfone, a.g.e., p. 29.

Şekil 2.12. Blok Zincir’de Çatallanma

Kaynak: Jamie Redman, “A Simple Guide to What Bitcoin Forks Are and Why They Happen”, **Bitcoin.com**, 2017, “Çevrimiçi” <https://news.bitcoin.com/a-guide-to-what-a-bitcoin-fork-is-and-why-they-happen/>, Erişim Tarihi: 10.08.2019.

Çatallanma yaşanmasının sebepleri şunlardır¹¹⁶;

- ✓ Madenciler mevcut yazılım mantığında ya da özelliğinde yapılan bir değişiklikte aynı fikirde değilse,
- ✓ Madenciler arasında ağı kullanım durumları arasında anlaşmazlık söz konusuysa,
- ✓ Topluluk üyeleri ve çeşitli topluluk grupları arasında güven eksikliği varsa, Protokol ve kurallardaki değişimler sonucunda çatallanmalar yaşanmaktadır.

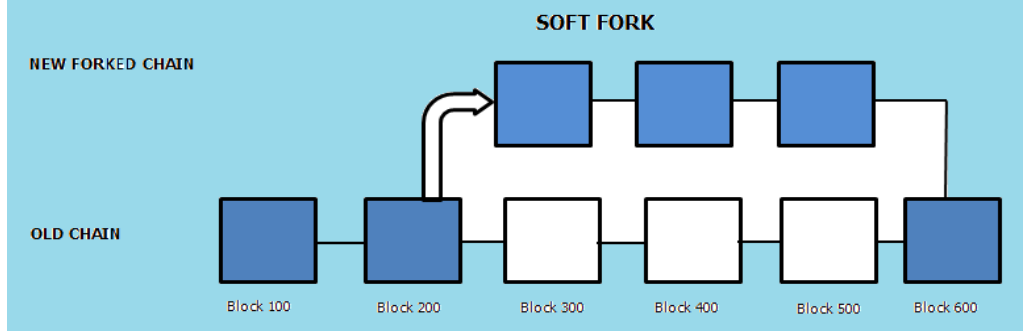
Blok zincir de oluşan çatallanmalar kimi zaman isteyerek olurken kimi zaman mecburi olarak yaşanmaktadır. Bu bağlamda çatallanma; gönüllü (yumuşak) çatal ve mecburi (sert) çatal olarak kategorize edilmektedir.

2.3.1. Gönüllü (Yumuşak) Çatallanma

Blok zincirde kural değişikliği ağıdaki kullanıcıların çoğunluğu ile kabul edilmektedir. Uygun bulunan kural hayata geçer ve yeni zincir halkaya eklenmiş olur. Yapıda sistem tarafından geriye dönük olarak uyumlu bir değişiklik söz konusu olursa buna gönüllü çatallanma (soft forking) denilmektedir. Gönüllü çatallanma şöyle bir örnekle ifade edilebilir. Eğer bir blok zincirin bloklarının boyutu küçültmeye karar verilirse (1,0 Mb ile 0,5 Mb gibi), güncellenen düğümler blok boyutunu ayarlayıp devam eder. Böylelikle normal işlemler yapılmaya devam edilir ve kural ihlali yapılmamış olur. Şayet güncellenmemiş bir düğüm, 0,5 Mb’tan büyük bir boyutlu blok oluşturulacaksa, güncellenmiş düğümler bu işlemi reddeder¹¹⁷.

¹¹⁶ Manoj Raturi, “Blockchain and Forking”, Crypto Review App, 13 October 2018, <https://cryptoreviewapp.com/blockchain-and-forking/>, Erişim Tarihi: 12.08.2019.

¹¹⁷ Yaga, Mell, Roby, Scarfone, a.y.

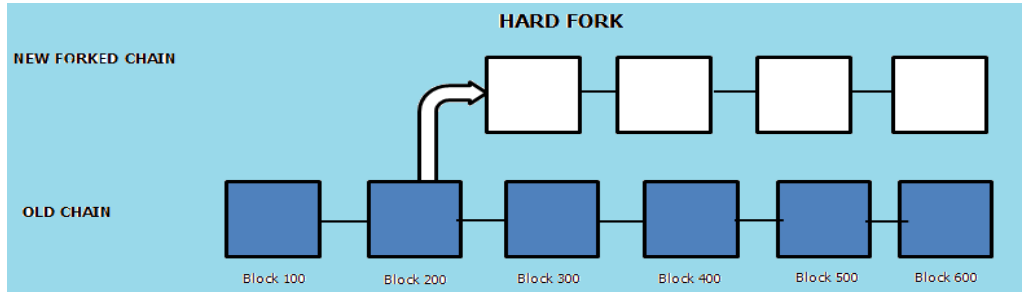


Şekil 2.13. Gönüllü Çatallanma Oluşumu

Kaynak: Raturi, a.y.

2.3.2. Zorunlu (Mecburi, Sert) Çatallanma

Mecburi çatallanma, blok zincirden yeni bir dal oluşturan eski zincire geri dönüş olmayan kısaca eski dalı eski yapan bir yazılım yükseltmesidir. Mevcut bütün düğümleri yeni sürüm için güncellemeye zorlar. Mecburi çatallanmanın en önemli özelliği eskiye dönük olmaması ve yazılımın eski sürümüne sahip olan düğümlerin yeni protokole göre çalışmamasıdır¹¹⁸. Aşağıda şekil 2.14’de zorunlu çatallanmaya ait bir görünüm verilmektedir.



Şekil 2.14. Zorunlu Çatallanma Oluşumu

Kaynak: Raturi, a.y.

Mecburi çatallanmanın en bilinen örneği¹¹⁹ Ethereum’dadır. 2016 yılında akıllı sözleşmeyle ile Ethereum üzerinden Decentralized Autonomous Organization (DAO)¹²⁰

¹¹⁸ Raturi, a.y.

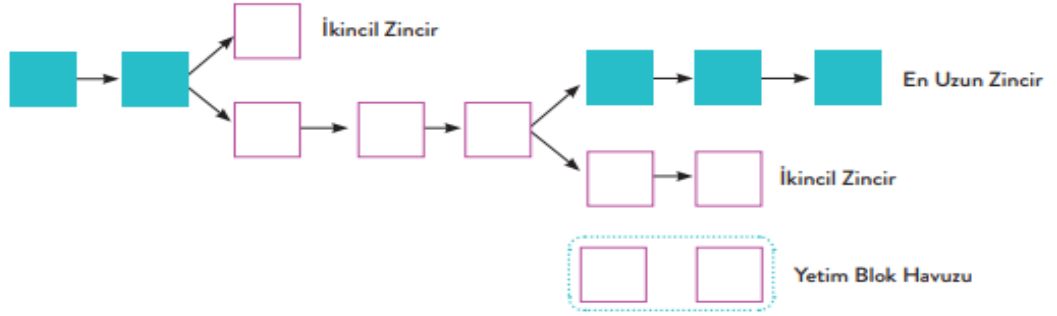
¹¹⁹ Mecburi çatallanmaya başka bir örnek verileceksek olursa hiç şüphesiz Bitcoin Cash (BTC) olur. Şekil 2.14’de nasıl olduğuna dair detaylı bir gösterim mevcuttur. Bitcoin işlemlerinin onay süreleri çok uzamış ve işlem komisyonları bankaları aratmayacak duruma geldiği zaman çözüm önerisi olarak blok büyüklüğünü 1 MB’tan 8 MB’a çıkarma fikrine sıcak bakıldı. 1 Ağustos 2017’de mecburi çatallanma ile BCH piyasaya girmiş oldu. Daha detaylı bilgi için **bknz.** Güven, Şahinöz, **a.g.e.**, s. 114.

¹²⁰ Decentralized Autonomous Organization (DAO), herhangi bir merkezi olmayanotonom bir yapıyı ifade etmektedir. Bir ülkeye ya da devlete bağlı değildir. Kendi kendine işleyen bir yapıdır. Alınacak tüm

kurulmuştur. Korsanlar, sistemden yüklü miktarda Ethereum çalmışlar ve acil alınan kararla mecburi çatallanma yapılarak, Ethereum Classic (ETC) ve Ethereum (ETH) olarak ikiye ayrılmıştır¹²¹. Bu çatallanmaların dışında sistem tarafından oluşan bir de yetim bloklar mevcuttur.

2.4. Yetim (Orphan) Zincir

Blok zincirde bir önceki blok bazen bulunmayabilir. Bu durumda söz konusu bloklara “yetim blok” denilmektedir. Yetim bloğun yaşanmasının sebebi birbirini takip eden ve hızlı blok üretiminden kaynaklanan veya ağ yapısında yaşanan gecikmelerden oluşmaktadır. Yapılan işlemler ayrı bir havuz yapısında tutulmaktadır¹²².



Şekil 2.15. Yetim Blok

Kaynak: Usta, Doğanekin, a.g.e., s. 129.

3. BLOK ZİNCİR UYGULAMA ALANLARI

3.1. Genel Olarak

Blok zincir teknolojisi her ne kadar internet üzerinden para transferi yapmak, alışverişlerde kullanılmak amacıyla dijital bir para biriminin alt yapısı olarak ortaya çıkmışsa da, zaman geçtikçe çok daha farklı amaçlarla kullanılması için tasarlanmış bir yapı olduğu anlaşılmaktadır. Bu yapı hayatın giderek daha fazla alanına nüfuz etmeye

kararlar akıllı kontratlar içine kodlanmış olup organizasyon blok zincirde takip edilmektedir. DAO'lar akıllı sözleşmelerle yönetilen bir kuruluştur. Bu sebeple tamamen şeffaftır. Alınan her karar ve yapılan her eylem kodlamalar aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu sayede herkes görebilir ve işlemleri denetleyebilir. Daha detaylı bilgi için **bknz.** Güven, Şahinöz, **a.g.e.**, s. 110-111.

¹²¹ Pete Rizzo, “Ethereum Hard Fork Creates Competing Currencies”, 11 October 2017, Coindesk, “Çevrimiçi” <https://www.coindesk.com/ethereum-hard-fork-creates-competing-currencies-support-ethereum-classic-rises>, Erişim Tarihi: 13.08.2019.

¹²² Usta, Doğanekin, a.y.

başlamıştır. Blok zincir sayesinde dönüşüm yaşanması beklenen alanlar aşağıda tablo 2.3’de gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Blok Zincir Teknolojisiyle Dönüşüm Yaşanacak Endüstriler

Dönüşüm Yaşanması Beklenen Endüstriler	Endüstrilerin Sorunları ve BloK Zincir’de Çözümleri
1. Bankacılık	Sayısallaştırılmış, güvenli ve saldırılara karşı dayanıklı bir defter olan blok zincirde, finansal hizmetler doğru ve şeffaf bir şekilde çalışmaktadır.
2. Mesajlaşma Uygulamaları	Şifreli mesajlaşma uygulamalarından biri olan Telegram, blok zincir tabanlı TON (Telegram Open Network)’da sistemde kayıtlı olan mesajların geçmiş tarihlerde saklanarak güvence altına alınması sebebiyle blok zincir temelli bir platform üzerinde tutulacaktır.
3. Oylama	Blok zincirde oyların doğru sayılması, herhangi bir hileye, aldatmaya maruz kalmamak şeffaf bir şekilde seçimlerin gerçekleşmesi mümkündür.
4. İnternette Kimlik Doğrulama	Blok zincir yapısında parmak izi niteliğinde kişiye özgü olan gizli anahtar sayesinde herhangi bir kimlik doğrulamasına gerek kalmamaktadır.
5. Eğitim ve Akademi	İlköğretim/ ortaöğretim, üniversite ve akademik kimlik bilgilerinin doğrulanması kağıt dokümantasyonu ve doğrulama süreçleriyle oldukça zahmetli bir süreçtir. Blok zincir bu soruna çözüm vaadediyor.
6. Araç Satışı ve Kiralama	Blok zincirde notere gerek kalmadan araç satışı ve kiralanması kayıtların doğru bir şekilde yapılmaktadır.
7. Bulut Depolama	Genellikle müşterilerin verilerini merkezi bir sunucuda güvence altına alır, bu da saldırılardan kaynaklanan ağ güvenliği açığı sorununu ortaya çıkarır. Blok zincir sisteminde, depolamanın merkezden dağıtılmasına izin verir ve sisteme hasar ve yaygın veri kaybının önüne geçer.
8. Bulut Hesaplama	Bulut hizmetleri, IoT ürünlerinin lansmanı söz konusu olduğunda verimsiz olabilecek geniş hesaplama kaynakları ve veri depolama kapasitesi gerektirir. Blok zincirde merkezi olmayan bulut hizmetlerini kolaylaştırmaya, bağlantıyı, güvenliği ve hesaplama gücünü artırmaya yardımcı olabilir.
9. Müzik ve Eğlence Sektörü	İçerik paylaşımını daha adil hale getirmek ve özellikle elde edilen gelirlerin aracısız üreticilere dağıtılmasının yapılması bu sektörü de blok zincir kullanmaya teşvik etmektedir.
10. Emlak ve Gayrimenkul	Mülkiyetlerin geçmiş sahipliklerinin kayıt altında tutulduğu blok zincir yapısında bir mülkün takibi kolayca yapılmaktadır.
11. Hisse Senedi İşlemleri	Hisse senedi alış satış işlemlerini kolaylaştırmak ve ticari işlemleri kayıtlarının alınması bu sistemi daha verimli olması sebebiyle terih ediliyor.
12. Sigortacılık	Bürokrasi ve dökümantasyon işlemleri ile zaman kaybının önüne geçilmesiyle sigortacılık işlemlerinde de sistem

13. Sağlık Hizmetleri

14. E-Ticaret

15. Enerji Yönetimi

16. Silah Takibi

17. Vasiyet-Miras

18. Balıkçılık

19. Fotoğrafçılık

20. Devlet Hizmetleri ve Kamu Kayıtları

21. Spor Yönetimi

22. İnternet Reklamcılığı

23. Hayır Kurumları

24. Kritik Altyapı Güvenliği

25. Perakende

26. İnsan Kaynakları

kullanılmaktadır.

Sağlık hizmeti değer zincirindeki hastanelerin, ödeme yapanların ve diğer tarafların veri güvenliğinden ve bütünlüğünden ödün vermeden ağlarına erişimi paylaşımlarına izin verebilir.

Blok zincir teknolojisi, işlem maliyetlerini düşürerek ve işlem güvenliğini sıkılaştırarak dönüştürme potansiyeline sahiptir. Örneğin, Alibaba Mart 2020’de Brezilya’da blok zincir tabanlı bir işlem için patent başvurusunda bulundu.

Aracıya gerek kalmadan tüketiciye doğrudan ulaşan bu yapıda ayrıca güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda da paylaşım yapılabilmektedir.

Silahın kaç el değiştirdiği, kimler tarafından kullanıldığı ve belkide en önemlisi herhangi bir suça karışma halinde anında tespitinin sağlanması bu sistemle mümkündür.

Akıllı sözleşmeler ile vasiyetin doğru bir şekilde alınması ve ölüm sonrası gerçekleşecek işlemlerin listesini içermesi açısından blok zincir sisteminin kullanılması oluşabilecek sorunların önüne geçmektedir.

Blok zincirde balık ağlarının türlerini ve miltarlarını kaydetmek, yetkililerin teknelerin kaldıkları ağ sayısı ile limana geri dönüp dönmediklerini izlemeleri sağlanacaktır. Böylelikle bu endüstrinin daha sürdürülebilir, çevre dostu ve yasal olarak uyumlu olmasına yardımcı olabilir.

Görüntü hırsızlığının genellikle iki tıklamayla gerçekleştirildiği digital dünyamızda, fotoğrafçılar çalışmalarını için ücretli telif almak durumunda kalabilirler.

Devlet işlerinin gerçekleşmesi için daha az kağıt kullanımına imkan veren bu yapı sayesinde sahteciliğin önlenmesi devlet çalışanı ve vatandaş arasında yaşanan anlaşmazlıkların önlenmesi mümkündür.

Blok zincir uygulamasıyla sporcuların hayranları gerekli fonu sporculara ulaştırma imkanlarına sahiptir.

Kötü amaçlı yazılımlar olmadan daha iyi hedeflenen reklamları ve reklamverenler harcamaları hakkında daha iyi verileri elde etmesini sağlayan yapıdır.

Hayır için verilen paraların gerçekten de verdiğimiz yere gidip gitmemesi büyük bir sorun teşkil etmektedir. Blok zincir sisteminin şeffaf oluşu bu sorunu ortadan kaldırmaktadır.

Kriptografi ile sağlanacak olan güvenlik unsuru günümüzde belirli kişilerin sisteme girişiyle mümkündür. Blok zincir yapısında kötü niyetli üçüncü kişilere karşı daha korunaklı bir yapıdır.

Herhangi bir aracıya gerek kalmadan alışveriş yapma imkanıyla blok zincir yapısında ürünü ortaya çıkaran üretici daha adil pay alırken, tüketici ise daha düşük bir ücret karşılığında sahip olabilmektedir.

İşe alım süreçlerinde istenen adli sabıka kaydı gibi bir sürü

27. Kütüphaneler	evraktan bu yapı sayesinde kolaylıkla ulaşılabilecektir. Bu yapı sayesinde birçok eser korunaklı bir şekilde saklanacak ve ileriki nesillere aktarılabilecektir. Aynı zamanda dijital ürünlerle ilgili fikri mülkiyet haklarının korunması kolaylaşacaktır.
28. Hava- Karayolu Taşımacılığı	Karayolu taşımacılığında kamyonların içerisinde ne olduğu, nereye gideceği gibi birçok soru önceden biliniyor olacaktır. Hava taşımacılığında ise blok zincir üzerine dizayn edilen KrisPay'ı kullanarak kolaylıkla uçuş gerçekleştirilebilmektedir.
29. İlaç Sektörü	İlaç sektöründe en önemli husus ilaç sahteciliğidir. Sağlık Araştırma Fonu, gelişmekte olan ülkelerde %10-%30 arasında ilaçların sahte olduğunu tespit etti. Afrika, Asya ve Latin Amerika'da satılan toplam ilaçların da %30'u sahtedir. Dünya'nın ciddi anlamda sorunu haline gelen sahte ilaçlar, gelişmekte olan ülkelerde her satılan 10 ilaçtan birinin sahte olduğu tüm dünyaya göstermektedir. Keza ilaç düzenlemelerine de uyulmadığı aşıkardır. Bu ilaçlar ciddi anlamda insan sağlığına zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçmek adına blok zincir Hyperledger Fabric kullanarak, yeni bi ilaç tedariki zinciri yönetimi ile güvenli ilaç yönetimini kayıt altına alarak bu sorun çözüme kavuşacaktır¹²³.
30. Muhasebe	Kapsamlı kişisel veya organizasyonel bilgiler içeren, vergi formlarından banka ekstrelerine, elektronik tablolara kadar çok çeşitli belgelerle çalışır. Blok zincirde işlenen bu veriler izlenmesi kolaylaşır.

Kaynak: Cbinsights, Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform, 2018, <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/> Erişim Tarihi: 24.04.2020.

Blok zincirin geniş bir endüstri yelpazesine getirebileceği faydaları gösteren bir diğer sektör de uluslararası elmas ticaretidir. Blok zincir yapısında elmas ticareti, tedarik zincirindeki her adımın madenden satın almaya kadar güvenilir, şeffaf ve değişmez bir kaydını sağlamaktadır. Bir diğer sektör de çevrimiçi oyun ticaretlerinden enerji satışlarına ve fiyatlandırmaya kadar blok zincirin birçok kullanım alanı vardır¹²⁴.

Blok zincir sisteminin en yaygın kullanımı olan akıllı sözleşmeler hukuk alanı başta olmak üzere bir çok yerde değişim göstermektedir. Öyle ki blok zincir için yeni dünyanın hukuksal alt yapısı olarak telafuz edilse yanlış olmaz. Alım satım işlemlerinden, devir, takas işlemlerine kadar bir çok işlemin kolay ve şeffaf bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Herhangi bir aracıya gerek kalmadan yapılacak işlemler çok

¹²³ Faisal Jamil, Lei Hang, Kyu Hyung Kim, DoHyeun Kim, "A Novel Medical Blockchain Model For Drug Supply Chain Integrity Management in a Smart Hospital", **MDPI**, Electronics 2019, 8(505), p. 1.

¹²⁴ Chris Clements, "How Useful Is Blockchain, and What Benefits Can It Deliver?", **PWC**, UK Blogs, 26 February 2020, "Çevrimiçi" <https://pwc.blogs.com/data/2020/02/how-useful-is-blockchain-and-what-benefits-can-it-deliver.html>, Erişim Tarihi: 11.05.2020.

hızlı gerçekleşmiş olacaktır. Akıllı sözleşmelerin ifa süreçlerine etkisi aşağıda daha detaylı şekilde açıklanmaktadır.

3.2. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contract)

Akıllı sözleşmeler terimi, 1994 yılında Nick Szabo tarafından “bilgisayarlı işlem” olarak adlandırılmıştır. Genel anlamda bir sözleşmenin şartlarını yerine getiren protokol olarak ifade edilmektedir¹²⁵. Akıllı sözleşmeler yasal anlamda sözleşme değildir. Lakin blok zincirin sadece finansal işlem girişlerinin kaydını tutmaktan çok, sözleşmelerin otomatik olarak uygulanmasına kadar genişleyen yazılım parçalarını ifade etmektedir. Akıllı sözleşmeler, sözleşmenin kodundan kaynaklanan eylemlerin sırası üzerinde anlaşmaya varmak için fikir birliği protokolleri kullanan bir bilgisayar ağı tarafından yürütülmektedir¹²⁶. Bir başka ifadeye göre de akıllı sözleşmeler, kod ile yazılmış ve belirli bir blok zincirine gömülü sözleşmelerdir. Kod’un içeriğinde; anlaşma şartları, son kullanma tarihleri ve yerine getirilmesi gereken tüm hususları ve daha fazlası yer almaktadır¹²⁷. Akıllı sözleşmeler¹²⁸ kavramı blok zincir teknolojisinden

¹²⁵ Nick Szabo, “Smart Contracts”, 1994, <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>, Erişim Tarihi: 13.08.2019.

¹²⁶ Kevin Delmolino, Mitchell Arnett, Ahmed Kosba, Andrew Miller, Elaine Shi, “Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab”, Maryland University, 18 November 2015, <https://eprint.iacr.org/2015/460.pdf>, Erişim Tarihi: 26.04.2020.

¹²⁷ Atabaş, A.g.e., s. 69.

¹²⁸ Blok zincir teknolojisi ile birlikte gelen akıllı sözleşmeler özelliği sayesinde, mevcut sosyal hayattaki işlemleri değiştirme potansiyeline sahiptir. Blok zincirin sosyal örgütlenmeyi değiştirmesinin beklenmesinin nedeni, bürokrasi dahil olmak üzere mevcut sosyal teknolojilerin, modern toplumdaki en ayrıntılı ve baskın örgütlenme biçimi olan rolünün yerini alabilmesidir. Blok zincir yazılım tarafından uygulanan bir algoritmadır ve en büyük potansiyeli akıllı sözleşmelerdir. Bu sözleşmeler otomatik olarak yapılır ve koşullar otomatik olarak belirlenir. Saldırıya uğraması veya sahte olması söz konusu değildir. Blok zincir, sahte veya ihlal edilemeyen bir “mutlak yasa” oluşturmayı mümkün kılar. Bu nedenle, literatürde blok zincir sisteminin kullanımı ile ilgili üç tür zorlama olduğu ileri sürülmektedir. Birincisi zayıf zorlamadır. Gerçek dünya yasalarındaki zorlama “zayıf bir zorlamadır”. Örneğin yoldan geçerken kırmızı ışığı görmezden gelmek gibi, onu ihlal etmeyi tercih ederseniz, ihlal edilebilecek bir zorlama türüdür. Yazılım kodunda uygulanan zorlama güçlü bir zorlamadır, çünkü yazılımda uygulanan kanunun ihlal edilmesi zordur. Örneğin, 2007’de Kore’de cumhurbaşkanlığı seçimi yapıldığında, muhafazakar partiden korkan Kore’nin 1 numaralı internet portalı Naver, siyasi haber makalelerinin yorum alanını kapatmıştır. Bu nedenle, Kore’deki netizenler politik haberleri hakkında hiç yorum yapamamışlardır. Siyasi görüşlerin dile getirildiği alan aniden kaybedilmiş, bireyler sadece internet servislerinin izin verdiği işlemlere ve etkinliklere katılabilmişlerdir. İnternet servisleri yazılım tarafından inşa edilmiştir, bu nedenle yazılımın bireylerin faaliyetleri üzerinde “güçlü bir zorlama kuvveti” kullandığı ileri sürülebilir. Yazılım üzerinde uygulanan yasa, yazılı kağıda göre önemli ölçüde daha güçlüdür. Blok zincir sistemi ise bir adım daha ileri gider ve “mutlak zorlama” örneği olarak kabul edilir. Değiştirilemeyen, modifiye edilemeyen, bozulamayan blok zincir üzerine uygulanan kuralların yasa olduğu varsayılırsa, blok zinciri kimsenin ihlal edemeyeceği “mutlak yasalar”ın uygulanmasına izin verir. Blok zincir, yasalar tarihinde tamamen farklı bir dönemin başlangıcı olabilir. Dahası, bu özellik sayesinde, blok zincir toplumda

önce gelir lakin kullanım sahasına bakıldığında blok zincirin daha önde olduğu söylenebilir. Blok zincir tabanlı¹²⁹ akıllı sözleşmelerde öne çıkan açık kaynaklı yapı Ethereum¹³⁰’dur.

Akıllı sözleşmeler bireysel hesaplardır. Blok zincir yazılımında depolanan komut dosyalarında oluşan akıllı sözleşmeler benzersiz adreslere sahiptirler¹³¹. Sebebi ise blok zincirde her bireye özgü anahtar yoluyla adresler bulunmaktadır. Böylelikle bir kod sistemi üzerinden yönetilerek mesajlaşma yoluyla veri alışverişinde bulunulabilir¹³². Akıllı sözleşmeler blok zincir teknolojisini genişletmekte ve kullanmaktadır. Akıllı bir sözleşme blok zincir ağındaki şifrelenmiş olarak imzalanmış işlemlerin kullanıldığı veri topluluğudur. Akıllı sözleşmeler, blok zincirdeki düğümler tarafından yürütülmekte olup akıllı sözleşmeyi uygulayan tüm düğümlerin de türetmesi beklenir. Böylelikle yürütme sonucunda blok zincire kaydedilir. Merkezi olmayan

“mutlak güven” sağlamayı mümkün kılar. İnsanlık tarihi boyunca blok zincir teknolojisi ortaya çıkmadan önce, kesinlikle hiçbir zaman güvencenin garanti edilmediği dikkate alındığında önemi bir kez daha anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bir “Blockchain Statüsü Yasası” oluşturulması, sistemde Akıllı Sözleşmeler ile otomatik olarak çalışılmasına izin verilmesi, “şeffaf açıklama” veya açık kaynak stratejisi prensibi içinde kamu altyapısını oluşturan blok zincirleme yazılım kodunun kendisinde yer alan verilere dayanarak mümkün olduğu kadar açıklanması gerektiği önerilmektedir. “Şeffaf açıklama” sayesinde herkes koda gömülü olan yasaları doğrulayabilecek, açık kaynaklı strateji yazılımı daha güvenli hale getirecek ve bir ekosistemin gelişimini teşvik edecektir. Otomatikleştirilmiş işlemler yoluyla çok daha hızlı ve daha verimli bir hükümet sistemi oluşturulacak, akıllı ihaleleri kullanarak devlet idare sistemlerinin otomasyonu birçok yerde halihazırda yürütülecektir. **Bknz.** M.S., Jun, **a.g.e.**, s. 2-9.

¹²⁹ Blok zincir 2.0 olarak 2014 yılında piyasaya çıkan Ethereum, akıllı sözleşmeler için en çok kullanılan blok zincir yapısı olmuştur. Daha fazla detaylı bilgi için **bknz.** Ersin Ünal, Ömer Kocaoğlu, “Blok Zincir Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri”, 2018, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı: 13, ISSN: 2148-2683, s. 59.

¹³⁰ Ethereum’dan kısaca bahsetmek gerekirse, bilgisayar yazılımcısı olan Vitalik Buterin tarafından 2013 yılında geliştirilmiştir. **Bknz.** Daron Dedeoğlu, **A’dan Z’ye Blockchain**, Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım, 1. Baskı, 2019, İstanbul, s. 56. Ethereum protokolü, başlangıçtaki amacı; emanet, para çekme, finansal sözleşmeler, kumar piyasaları ve benzerleri gibi gelişmiş bir programlama dili aracılığıyla, gelişmiş özellikler sağlayan bir şifreleme para biriminin yükseltilmiş bir versiyonu olarak tasarlanmıştır. Ethereum’un diğer amacı ise, ademi merkezîyetçi uygulamalar oluşturmak için alternatif bir protokol oluşturmaktır. Ethereum’un arkasındaki tasarım şu şekildedir; basitlik, evrensellik, modülerlik, çeviklik, ayrımcılık yapılmaması ve sansür edilmemesidir. **Bknz.** Chris Chinchilla, “A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform”, **Ethereum White Paper**, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper#blockchain-and-mining>, Erişim Tarihi: 04.09.2019. Ethereum’un çalışma işleyişi hakkında detaylı bilgi için **bknz.** <https://www.binance.vision/tr/blockchain/what-is-ethereum#what-is-ethereum>, Erişim Adresi: 26.04.2020.

¹³¹ Konstantinos Christidis, Michael Devetsikiotis, “Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things”, **IEEE Access**, Vol: 4, 2016, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7467408>, Erişim Tarihi: 26.04.2020.

¹³² Roman Beck, “Beyond Bitcoin: The Rise Of Blockchain World”, **Computer**, Vol: 51, Issue: 2, 2018, p. 56.

kripto para birimlerinin yanı sıra, orjinallik garantisi veren ancak mahremiyeti garanti eden akıllı sözleşmeler son derece güvenlidir¹³³.

Akıllı sözleşmelerin genel amaçları; ortak sözleşme koşullarını (ödeme koşulları, hacizler, gizlilik ve hatta uygulama gibi) karşılamak, hem kötü niyetli hem de kaza ile oluşabilecek istisnaları en aza indirmek ve güvenilir aracılar olan ihtiyacı minimum düzeye getirmek şeklinden sıralanmaktadır. Bu amaçların asıl hedef kriterleri; dolandırıcılık faaliyetlerini en aza indirmek, tahkim, icra ve diğer işlem masraflarını ekonomik boyut olarak minimum düzeye çekmektir¹³⁴. Tüm bu amaçlarının dışında akıllı sözleşmelerin beş temel özelliği bulunmaktadır. Bunlar¹³⁵;

1. Elektronik ortamda düzenlenmesi,
2. Belirli şarta bağlı bir yapıya sahip olması,
3. Bilgisayar yazılımı olması,
4. Kendiliğinden uygulanabilir nitelikte olması ve,
5. Taraflar arasındaki sözleşme ile ifa edilecek olan edimlerin belirli olmasını sağlayan bir uygulama olması şeklinde sıralanmaktadır.

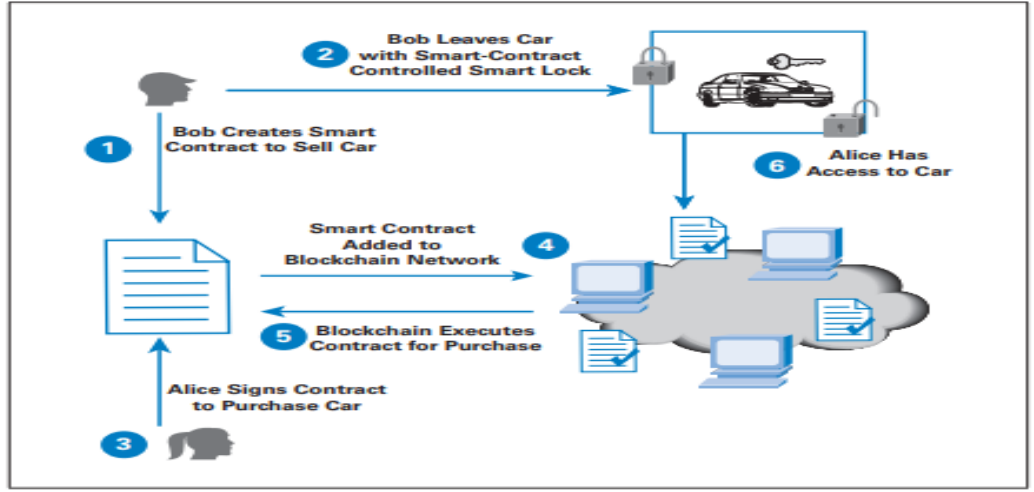
Akıllı sözleşmelerin sağladığı en büyük avantaj, herhangi bir aracıya yani üçüncü bir tarafa gerek duymadan yapılmasıdır. Bu avantaj hem maliyet açısından hem de zaman açısından oldukça elverişlidir. Örneğin ev veya araba satın alındığında tapu¹³⁶, noter gibi kurumlarda fazlaca zaman tüketilmesinin önüne geçilmesinin yanında, bu işlemler nedeniyle ortaya çıkan mali külfetleri de ortadan kaldırmaktadır. Akıllı sözleşmeler aracılığıyla bu ve buna benzer sorunlar daha hızlı bir çözüme kavuşmaktadır. Bu tarz devlet kurumlarının yerini akıllı sözleşmelerde kodlar almaktadır. Böylelikle uzun zaman alan işlemler kaldırılabilir. Akıllı sözleşmelerin çalışma işleyişi aşağıda yer alan Şekil 3.1’de gösterilmektedir.

¹³³ Ahmed Kosba, Andrew Miller, Elaine Shi, Zikai Wen and Charalampos Papamanthou, “The Blockchain Model Of Cryptography and Privacy- Preserving Smart Contracts”, in **2016 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP’16)**, May 2016, p. 846.

¹³⁴ Szabo, a.y.

¹³⁵ Alexander Savelyev, “Contract Law 2.0: <Smart> Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law”, 2016, **Higher School of Economics Research**, Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, p.11-16.

¹³⁶ Usta, Doğantekin, a.g.e., s. 39-40.



Şekil 3.1. Akıllı Sözleşmelerin Kullanıma Yönelik Bir Görünüm

Kaynak: William Stallings, a.e., p. 20.

Birinci adımda Bob isimli şahıs arabasını satmak üzere dijital bir sözleşme oluşturmaktadır. Satış koşullarını akıllı sözleşmeler aracılığıyla sisteme işlemektedir. Oluşan kod otomatik olarak gelen direktifleri bünyesine işleyip uygulamaya koymaktadır. İkinci adımda, Bob arabasını bir garaja bırakmakta ve arabanın da dijital bir kimliği mevcut bulunmaktadır. Üçüncü adımda, Alice arabayı satın almak istemekte ve internetten kendine uygun olan Bob'un sözleşmesini bulmakta ardından imzalamaktadır. Dördüncü adımda, Alice Bob'un arabanın sahibi olduğunu doğrulamak için imzalanmış olan akıllı sözleşmeyi blok zincir ağındaki her düğüme göndermekte ve düğüm tarafından yapılan işlem doğrulanmaktadır. Beşinci adımda, ağ sözleşme koşullarını doğrularsa Alice garajda kilitli bulunan aracın dijital kimliğine şifrelenmiş olan açık anahtara sahip olurken, Bob'un da hesabına araç bedeli transfer edilmektedir. Son adımda Alice ağ özel anahtarı göndermekte ve arabasını almak için erişim koduna sahip olmaktadır¹³⁷.

Son olarak akıllı sözleşmeler A'dan B'ye para göndermek gibi basit ekonomik işlemler dışında tapu sicilleri ve fikri mülkiyetler gibi her türlü mülkiyet ve mülkiyet haklarını kaydetmek için de kullanılmaktadır. Bunun yanında paylaşım ekonomisi akıllı erişim kontrolünü yönetmek için de değerlendirilmektedir. Akıllı sözleşmeler, birçok endüstri yapısını değiştirme potansiyeline sahip bir konstrüksiyondur. Bankacılık,

¹³⁷ Stallings, a.y.

sigorta, enerji, e-devlet, telekomünikasyon, müzik endüstrisi, mobilite, sanat, eğitim ve daha bir çok alanda rüzgarını hissettirmeye başlamış durumdadır¹³⁸.

Blok zincirin bir diğer uygulama alanı ve belki de sistemin ortaya çıkmasındaki asıl sebebin küresel krizin sonucunda yaşanan güvensizlik problemi bankacılık sisteminde çok büyük sorunlara yol açmıştır. Böylelikle dijital paraların kullanılması fikri daha cazip gelmekte olup bankacılık alanında yapılan işlemleri seyri günden güne değişim göstermektedir. Blok zincir teknolojisinin akıllı sözleşmelerden sonra kullanıldığı ikinci en büyük alan küresel ödeme sistemleridir.

3.3. Küresel Ödeme Sistemleri

Günümüzde geleneksel ödeme sistemlerinde yaşanan sorunları birkaç başlık altında toplamak gerekirse, sınır ötesi para transferleri 2-3 iş günü içinde yapılabilmektedir. Bloomberg kayıtlarına göre kredi talebinin onaylanması dünya genelinde 23 günü bulmaktadır. Keza Dünya Bankası kayıtlarına göre dünya genelinde 2.2 milyar ¹³⁹ kişi banka hizmetine ulaşamamaktadır ¹⁴⁰. Geleneksel ödeme yöntemlerinde çalışma saatlerinden, işlem süreçlerine, bankalar arası onaylardan hizmet ücretine kadar pek çok aşama gerekirken blok zincir sayesinde bugün bu aşamaların neredeyse tamamı ortadan kalkmış durumdadır. Kişiler arası iletişime (peer to peer) dayanan blok zincir, bankalara ait işlemleri ortadan kaldırarak sınır ötesi işlemler için harcanan masrafları ortadan kaldırmakta ve hızlı bir şekilde işlemlerini gerçekleşmesini sağlamaktadır¹⁴¹. Böylelikle kişilere sağladığı fayda marjinal seviyede olup, blok zinciri kullanmak için adeta bir teşvik niteliği oluşturmaktadır.

Tablo 2.4. Günümüz Bankacılığı İle Blok Zincir Teknolojisinin Karşılaştırılması

¹³⁸ Shermin Voshmgir, Token Economy kitabının içinde Smart Contract, **Blockchain Berlin**, 2019, <https://blockchainhub.net/smart-contracts/>, Erişim Tarihi: 04.09.2019.

¹³⁹ Vedat Güven ve Erkin Şahinöz, adı geçen eserde 4 milyar kişi olduğu ifade edilmektedir.

¹⁴⁰ M. Kubilay Dağlı, Blockchain Uygulamalarının ve Kripto Paralarının Finans Hukuku'na Etkileri 1. Oturum, Baro Vizyon, 07 Temmuz 2018, "Çevrimiçi" <https://www.istanbulbarosu.org.tr/barovizyon/VideoDetay.aspx?ID=202>, 43:33, 43:44, 44:00, Erişim Tarihi: 27.04.2020.

¹⁴¹ Chen, Jiang, Wang, a.g.e., p. 139.

	Hız	Güvenlik	Para Transferi	Komisyon	Borsa
Blok Zinciri Teknolojisi	-Saniyede ortalama 8-27 arasında işlem yapıyor. (-)	-Merkezi olmayan dağıtık yapı -Doğrulanan bir zincir, -%51 saldırısı riski. (+, +,-)	-24 saat mümkün, -Yurtdışına gönderimde sınırlama, -Döviz değişimi yok. (+,+, +)	-Ücretsiz hesap açımı, -Para transferi için cüzi ücret kesimi. (+,+)	-Kripto para borsaları 24 saat açıktır, -Kabul edirliliği tartışmalıdır. (+,-)
Günümüz Bankacılık Teknolojisi	-Visa'nın saniyede ortalama 2500-2700 arası işlem yaptığı biliniyor. (+)	-Merkezi yapıya saldırı riski, -Devlet denetimi, -Bankanın batması riski. (-, +, -)	-Belirli zaman aralıkları, -Yurtdışına gönderimde sınırlamalar, -Döviz değişimi var. (-, - -)	-Para transferlerinde farklı ücretlendirme politikaları, -Hesap işletim ücretleri. (-, -)	-Çalışma saatleri belirli, -Uluslararası geçerlilik. (-, +)

Kaynak: Büşra Kılıç, “Blok Zincir Teknolojisi: Bitcoin ve Ötesi”, **International Social Sciences Studies Journal**, Vol: 5, Issue: 32, 2019, ISSN:2587-1587, s. 1742.

3.4. Tedarik Zincirinde Blok Zincir

Blok zincir teknolojisinin etkilediği bir diğer alan tedarik zinciridir. bünyesinde barındırdığı şeffaflık özelliği ve akıllı sözleşmeler sayesinde üretimden, nakliyyeye, satışından, vergisine kadar her aşamayla ilgili kullanıcı bilgi sahibi olmaktadır. Günümüz dünyasının tüketicileri satın aldıkları her ürünün ambalajında yazan ifadeleri taşıyıp taşımadığını öğrenmek istemiştir. Yani satın aldıkları ürünlerin daha ilk aşama olan oluşma evresinden tutun da, paketlenip raflara ve en son olarak nihai tüketiciye gelene kadar yaşadığı yolculuğu merak etmektedir. Tam da bu noktada dağıtılmış defterler, satın alınan her bir ürünün arka planda hangi evrelerden geçtiğini tüketicilere sunmaktadır.

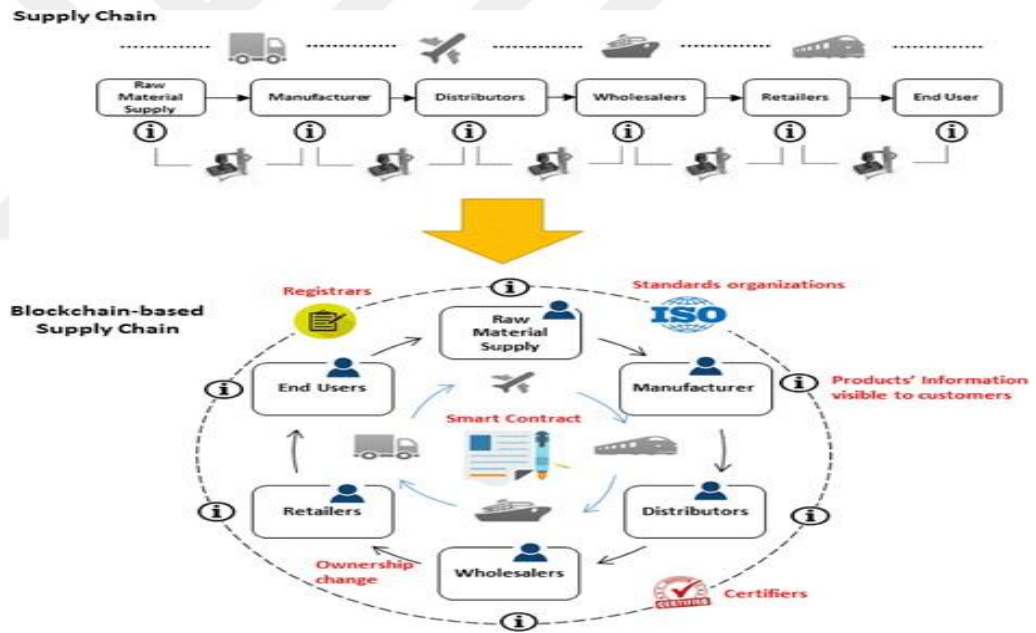
Örneğin¹⁴² ABD'nin Meksika eyaletinde yetişen ve ithal edilen Maradol marka papaya yüzünden yüzlerce insanın hastalandığını ve bu hastalığa Salmonella virüsünün neden olduğu tespit edilmiştir¹⁴³. İthal edilen papaya'ların muhtemel kaynağının Meksika olduğu iddia edilse de net bir tespit yapılamamıştır. Bu sebeple tedarik yönetiminde şeffaflık ve izlenebilir bir teknolojinin uygulanmasının ne kadar önemli

¹⁴² Akıllı sözleşmelerle ilgili bir başka örnek verilecek olursa; tavuk ihracatı ile ticari faaliyetini sürdüren bir A firması, tavukları taşıması için nakliye işi yapan B firması ile çalışmaktadır. Tavukların nakliyesinde kamyonlarda belirli bir ısı derecesini korumaları gerekmektedir. Mevcut durumda tavukların 15°C taşınması gerekirken, 10°C'de taşındıkları durumda tavukların telef olmasından kaynaklı A firmasının yaşadığı mağduriyeti sistem, idari mercii gibi kişilerin haklarını garanti altına alarak otomatik şekilde A firmasının hesabına geçirmektedir. Akıllı sözleşmelerle idarenin iş yükünü azaltmakla birlikte bu gibi yaşanan mağduriyetlerde tarafların haklarını güvence altına alarak mağduriyetleri ortadan kaldırmaktadır. **Bknz.** M. Kubilay Dağlı, a.g.e., 54:20.

¹⁴³ Centers for Disease Control and Prevention (CDC), “Multistate Outbreak of Salmonella Infections Linked to Importes Maradol Papayas (Final Update)”, 03.11.2017, <https://www.cdc.gov/salmonella/kiambu-07-17/index.html>, Erişim Tarihi: 04.06.2019.

olduğu görülmektedir¹⁴⁴. Lakin tedarik zinciri yönetiminde yaşanan üç ana sorun mevcuttur. Bunlar; verilerin paylaşılması, süreç optimizasyonu, talep yönetimidir¹⁴⁵.

Geleneksel yollarda yaşanan bu sorunları ortadan kaldıracak bir sistem olan blok zincirde hangi aşamalardan geçtiği aşağıda yer alan şekil 3.2’de gösterilmektedir. Şekile göre geleneksel yollarla yapılan tedarik zincirinde (hammadde temini- üreticiler- dağıtıcılar- toptancı- perakendiciler- son kullanıcı) şeklindeki aşamalara eşlik eden kamyon, uçak, gemi ve tren görülmektedir. Blok zincir tabanlı tedarik zincirine bakıldığında, aynı unsurlar akıllı sözleşmeler sayesinde kayıt altında, müşteriler tarafından görülebilir ürün bilgilerine sahip ve belgeleriyle kısa sürede nihai tüketiciye ulaşmaktadır. Blok zincir sisteminde ise aracıya gerek kalmadan sistem üzerinden akıllı sözleşmelerle güvenli, hızlı ve düşük maliyetlerle ulaşmaktadır.



Şekil 3.2. Tedarik Yönetiminde Geleneksel Yollar ile Blok Zincir Yönteminin Karşılaştırılması

Kaynak: Saberi, Kouhizadeh, Sarkis, Shen, a.g.e., p. 2119.

¹⁴⁴ Sara Saberi, Mahtab Kouhizadeh, Joseph Sarkis, Lejia Shen, “Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management”, **International Journal of Production Research**, Vol. 57, No. 7, 2019, p. 2117.

¹⁴⁵ Brigid McDermott, How Blockchain Is Transforming Supply Chains, “Çevrimiçi” <https://www.youtube.com/watch?v=LH1QsVueG1o&t=19m18s>, 19:20, Erişim Tarihi: 26.04.2020.

3.5. Oylama’da Blok Zincir

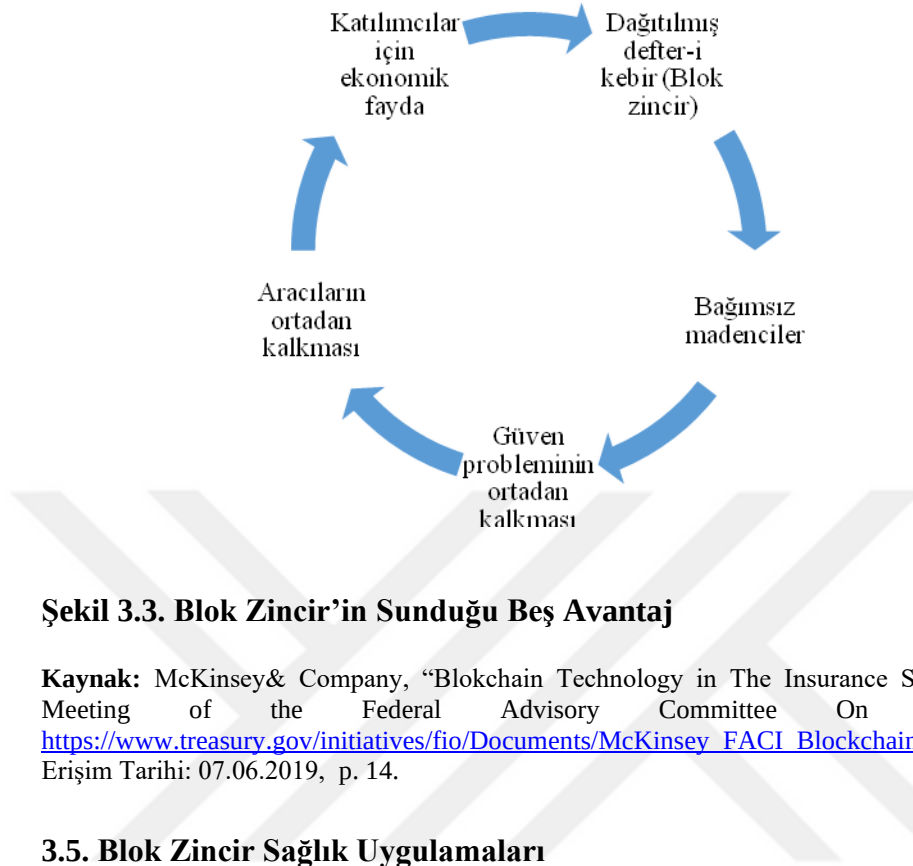
Dünya’daki tüm ülkelerin neredeyse dörtte üçü demokrasi temelli bir yönetim anlayışına sahiptir. Mevcut oylama sistemine sahip ülkelerde baş gösteren en önemli sorunlar hiç şüphesiz manipülasyon eğilimi ve verimsizliktir¹⁴⁶. Bu sorunlara ek olarak; oy pusulalarının ve zarfların basımı, oy gereçlerinin dağıtımı ve bu zincirleme süreçte kişi istihdamı maliyet anlamında ciddi bir külfet oluşturmaktadır. Blok zincir yapısında bu ve buna benzer bir çok işlem ortadan kalkmaktadır.

Dağıtık ağ yapısına sahip olan blok zincir yapısında oylama verilerinin tek bir merkezde olmaması bu sistemi manipülasyonlardan uzak hale getiren bir yapıya dönüştürmektedir. Merkezi yönetim anlayışına sahip olan ülkelerde açık oylama ile halkın güven sorunu baş göstermekte, türlü manipülasyonlarla seçimler sabote edilmektedir. Herkes tarafından görülebilen ağ yapısı beraberinde güven unsurunu da bireylerde artırmaktadır. Dış müdahalenin olmadığı bir sistem olan blok zincir sisteminde, yapılan oylama¹⁴⁷ da şeffaflık sayesinde yönetime güven hususunda bir tereddüt kalmamaktadır.

Bu sistemin en büyük artılarından birisi defter yapısıdır. Kişilerin bilgilerinin bu deftere işlenmesi doğum, ölüm, adres vs gibi kişilik bilgilerinin yer alması devletin işini kolaylaştırmaktadır. Bu tarz işlemler için tahsil edilen kişilerin yerine, sistem otomatik bir şekilde işler ve depolar. Böylelikle devletler fazla istihdamdan ve maliyetten kurtulmuş olacaklardır. Bireylerin sağladığı fayda şekil 3.3’de gösterilmektedir.

¹⁴⁶ Atabaş, **A.e.**, s. 73.

¹⁴⁷ Daha detaylı bilgi için **bknz.** Bilal Gültekin, Blok Zincir Tabanlı Elektronik Seçim Sistemi Tasarımı ve Kısmi Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Nisan 2019, s. 37- 41.



Şekil 3.3. Blok Zincir’in Sunduğu Beş Avantaj

Kaynak: McKinsey& Company, “Blockchain Technology in The Insurance Sector”, 2017, Quarterly Meeting of the Federal Advisory Committee On Insurance (FACI), https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey_FACI_Blockchain_in_Insurance.pdf, Erişim Tarihi: 07.06.2019, p. 14.

3.5. Blok Zincir Sağlık Uygulamaları

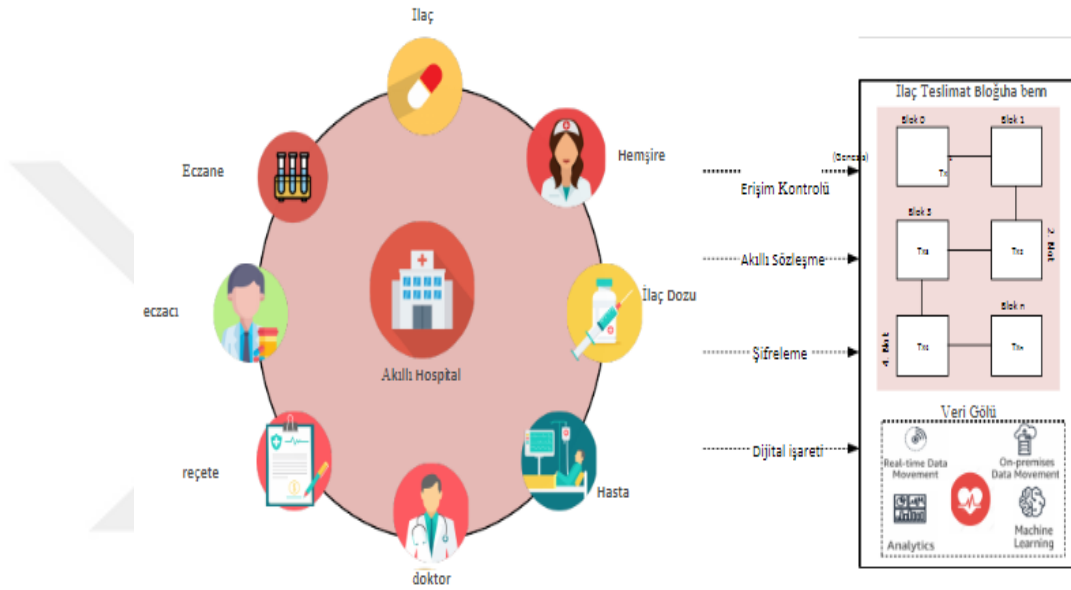
2020 yılı içerisinde ortaya çıkan Covid-19 virüsü nedeniyle sağlık sektörünün önemi daha iyi bir şekilde anlaşılmıştır. Salgınla mücadele kapsamında hangi hastaya ne uygulanacağı, ne oranda uygulandığının kayıtlarının sağlıklı bir şekilde tutulabilmesi blok zincir teknolojisi ile daha mümkün bir hale gelebilir. Dünyanın yakından takip ettiği bu salgınla ülkelerin atacağı adımlar ve hastaların durumları dağıtık ağ yapısı sayesinde kolaylıkla izlenebilir bir hale gelmesi öngörülmektedir.

Özellikle son on yılda gelinen noktada kayıtların bulut sistemi ile ana merkezlerde sayısallaştırılması ile erişebilirlik sorunlarında çözümler üretilmiştir. Blok zincir yapısında bir hasta dünyanın neresinde olursa olsun onunla ilgili bilgileri izin verildiği ölçüde ve izin verilen alanların görebileceği, doğru müdahale ve ilaç talebini de karşılayacağı bir portala dönüştürülmüştür¹⁴⁸. Hatta bunu gün geçmeden uygulayan ülkeler¹⁴⁹ de mevcuttur. Sağlık tedavisindeki ilerlemeleri, yeni klinik araştırmaları,

¹⁴⁸ Atabaş, **a.g.e.**, s. 80.

¹⁴⁹ Hükümetler, blok zincir teknolojisiyle maliyet düşürücü, hastanın güçlenmesini teşvik etmeye ve tıbbi araştırma ve bakım konusunda son dönemlerde bir takım çaba içine girmiş bulunmaktadır. Öyle ki Kanada, Nuco-Deloit işbirliği ile 2017 yılında genetik araştırmalara katılım sağlamak adına kamu

hastaları önleme ve tedavi geliştirme amacıyla son derece muazzam bir altyapı ve bilgi ağına sahip olan blok zincir yapısında; organ, doku, röntgen, kan raporları, ilik nakli gibi hayati önem taşıyan durumlarda dünyanın neresinde olursa olunsun ilgili kişilere ulaşım kolaylıkla sağlanacaktır. Keza sağlık alanında yapılan bağışlarda da gerçek ihtiyaç sahibine ulaşıp ulaşılmama gibi bir sorun ortadan kalkacaktır. Bir şifreleme ile dağıtık sistemdeki veri ağına ulaşım sağlanacaktır¹⁵⁰.



Şekil 3.4. Blok Zincir Yapısında İlaç Tedarik Yönetim Senaryosu

Kaynak: Jamil, Hang, Hyung Kim, Kim, a.g.e., p. 8.

tarafında finanse edilen bir araştırma enditüsü ile işbirliği yapmıştır. Birleşik Arap Emirlikleri ve Estonya’da blok zincir teknolojisini kullanarak tıbbi verileri depolamak için yatırım yaptılar. **Bknz.** Mark A. Engelhardt, “Hitchinh Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector”, **Technology Innovation Management Review**, Vol: 7, Issue: 10, 2017 October, p. 29. Estonya’da Guardtime isimli blok zincir bazlı sağlık platformunu işleyen bir firma, vatandaşların kimlikleri, adresleri vs. gibi bilgileri sağlık kurumları arasında veri paylaşımı, izinler ve yetkileri paylaşarak bu süreci son derece hızlı bir şekilde sonuçlandırmaktadır. Geleneksel veri tabanları sistemin yanı sıra bu tarz firmaların sağladığı avantajlar; sigorta talep süreçlerini geliştirmek, klinik araştırmalarını iyileştirmek, sağlık veri defterlerini geliştirmenin yanında, reçeteli ilaç dolandırıcılığın tespiti ve hasta merkezli tıbbi kayıtlar olarak sağladığı faydalar şeklinde sıralanmaktadır. **Bknz.** Cornelius C.Agbo, Qusay H.Mahmoud and J.Mikael Eklund, “Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review”, **Healthcare**, 7(56), 2019, DOI: 10.3390/healthcare7020056, p. 2. Dahası, Amerika Birleşik Devletleri’nde devletlerarası sağlıkta verimliliği ve doğruluğu artırmak adına blok zincirden ve dağıtılmış muhasebe teknolojisi kullanan sağlık şirketi olan Hashed Health ile ortaklık kurdu. **Bknz.** Liz Geer, “Illinois Opens Healthcare Blockchain Development Partnership with Hashed Health”, **Hashed Health**, Basın Bülteni, Yayın Tarihi: 8 Ağustos 2017, <https://hashedhealth.com/illinois-opens-healthcare-blockchain-development-partnership-with-hashed-health/>, Erişim Tarihi: 15.09.2019.

¹⁵⁰ Atabaş, a.g.e., s. 82.

Bu senaryoda, doktorlar hasta verilerini hastanın izniyle görebilir ve hasta ağdaki bir başka doktorla paylaşabilir. Akıllı sözleşmedeki erişim kontrol panelinden izinler tanımlanarak belirlenir. Bu bağlamda günümüzün en büyük sorunu olan kişisel verilerin korunması sorunsalı ortadan kalkmış olması planlanmaktadır. Görselde yer alan ilaç dağıtım veri gölü ayrıca bir yapıyı temsil etmektedir. Depolanmış bir blok zincir de denilebilir. Veri gölü, analitik olarak tıbbi verilerin görselleştirilmesi ve depolanması için tasarlanan bir yapıyı temsil etmektedir¹⁵¹.

3.7. Blok Zincir ve Emlak, Gayrimenkul Sektörü

Blok zincirteknolojisinin etkilediği bir diğer alan emlak ve gayrimenkul sektörüdür. Emlak piyasası oldukça karmaşık ve bir çok alana yayılan bölümlerden oluşmaktadır. Bunun içinde emlak kiralama, günlük kiralama, emlak satışı, sözleşmeli satış, arsa satışı, devre mülk gibi bir çok satış ve kiralama modeline bağlı sektörler bulunmaktadır. Global anlamda emlak satışlarının finans piyasalarında ülke para birimi için etkin bir rol oynadığı da aşîkardır. Merkezi olmayan emlak platformunda blok zincir teknolojisinin kullanılmasıyla; evrak kullanımını en aza indirgeyerek oluşturulan bir akıllı sözleşme vasıtasıyla da denetim masraflarını, kayıt ve kredi ücretlerini azaltarak ve emlak vergilerinin ödenmesini sağlayarak bir çok avantajı sunmaktadır. Ayrıca sistem satışlarda yapılan hileleri ortadan kaldıracağı gibi devlete ödenen emlak vergileri, noter ücretleri ve daha birçok alana yayılan sorunlara da çözüm noktası olacaktır¹⁵². Emlak piyasaları çok daha şeffaf hale gelecektir.

Özellikle Avrupa’da farklı yollarla uygulanan “ortak konut” yada “işbirlikçi konut” yapılarında karşılaşılan sorunlar gündemdedir. Bu sorunlar; oda kiralama, ortak mülkiyet, konutların organizasyonu, emlak kitle fonlaması şeklinde sayılabilir. Blok zincir teknolojisiyle konutlara kolay bir şekilde erişim mevcuttur. Keza akıllı sözleşmelerle¹⁵³ işlem öncesi arazinin yasal ve fiziksel özelliklerini kontrol etme, tarafların vergilerinin ödenmesi, gerçek haklarının belirtilmesi, borç şartlarında olacak

¹⁵¹ Jamil, Hang, Hyung Kim, Kim, a.y.

¹⁵² Atabaş, **a.g.e.**, s. 83.

¹⁵³ Gayrimenkullere uygulanan akıllı sözleşmeler mülk aramak için verilen reklamlar veya gazeteler için ödenen ücretler ortadan kalkarak bu sözleşmelerle sağlanacaktır. Bir arama motoruna reklam vermeden yada bir aracıya komisyon ödeme devrinden kurtulunmuş olunacaktır. Böylelikle daha profesyonel bir çalışma platformu sağlanacaktır. **Bknz.** Atabaş, **a.g.e.**, s. 84-85.

durumların kararlaştırılması gibi bir çok avantajı sunmaktadır. Blok zincir yapısıyla yeni evine alıcı hızlı, güvenli, düşük maliyetli, aracıya gerek olmadan kavuşmaktadır¹⁵⁴.

Bu teknolojiyi kullanmanın yararları arasında mali gizliliği artırmak, maliyetleri azaltmak, dolandırıcılığın önüne geçmek ve uluslararası piyasada gayrimenkul işlemleri hızlandırmasıdır. Mevcut gayrimenkul süreçlerinin temel ilkelerine blok zincir teknolojisi müdahale potansiyeline sahiptir. Dijital varlıkları aktarma ve gayrimenkul yönetimini yeniden yapılandıran bu teknoloji bir çok geleneksel iş modelini ve piyasayı profesyonel ve bireysel alım imkanı sunarak bir devrim yaratmaktadır. Mevcut gayrimenkul yönetim süreçleri blok zincir yapısı şöyle ifade edilebilir¹⁵⁵:

- + Akıllı bir jetonla temsil edilen ticari gayrimenkulün bina pasaportunu oluşturmak,
- + Alternatif finansman araçları geliştirmek,
- + Ticari gayrimenkulün blockchain üzerinden işlenmesi,
- + Kira sözleşmelerini dijital olarak imzalanması ve sözleşmeden doğan tüm yükümlülüklerin izlenmesi,
- + Bina performansının ölçülmesi ve bakımının izlenmesi.

3.8. Vergilendirmede Blok Zincir

Tüm sektörlerde olduğu gibi dijital dönüşüm, analog süreçlerin dijital süreçlere dönüşmesi anlamına gelmektedir. Vergilendirme alanında da durum bu şekilde olmaktadır. Dönüşüm, birden fazla dijital sürecin müşteriler ve otorite arasındaki ilişkiye entegre edilmesini içermektedir. Son yıllardaki eğilimlere göre, dijitalleşmeyi hızlandırmak blok ağların vergilendirme alanında yaygınlaşması için iyi bir fırsattır¹⁵⁶. Öyle ki, ABD’de manuel olarak gönderilen beyannamelerin sayısı 1999 ve 2004 yılları arasında %31’den %15’e düşmüştür. Bu düşüşün sebebi, internetin yaygınlaşması, e-

¹⁵⁴ Sergio Nasarre Aznar, “Collaborative Housing and Blockchain”, **De Gruyter Open**, Vol: 66, No: 2, 2018, Doi: 10.2478/admin-2018-0018, p. 78-79.

¹⁵⁵ Martijn Dijkstra, Blockchain: Towards Disruption in the Real Estate Sector, Master Thesis, 2017, Delft University of Technology, p. 90.

¹⁵⁶ Zoltan Hima, “Blockchain in Taxation”, http://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/FIKUSZ2018_14.pdf, Erişim Tarihi: 17.01.2021, s. 169, 168-177.

bildirimler ve dijital enstrümanların ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Böylelikle vergi beyannamelerinin elektronik ortamda yaygınlaşmaştırılması teşvik edilmiştir¹⁵⁷.

Vergi otoriteleri vergileme işlemleri için mükellef verilerinin sınırlı olması ve kağıt ortamında vergi beyannamelerinin alınması etkili bir vergi uygulamasının yapılamadığının göstergesidir. Ancak ülkeler verimliliği artırmak adına elektronik bilgi alışverişinde bulunmaktadırlar. Bu duruma örnek olarak Almanya, Vergilendirme Prosedürünün Modernizasyonu Hakkında Kanun¹⁵⁸ ile vergiyi basitleştirecek olan digital arayüzler (örneğin ELSTER) kurulması ile şirketlerin beyanname ve vergi ödemelerin otomatikleştirilmesi amaçlanmaktadır. İtalya’da e-fatura sistemi sadece toplu alışveriş için kullanılmamaktadır. Aynı zamanda özetleyici beyannameler veya KDV beyannameleri gibi bir çok bireysel faturaların kaydedilmesi ve uygunluğunu da kontrol etmektedir¹⁵⁹.

Blok zincir sistemi finansal teknoloji (fintek-fintech) alanında dikkat çekici bir şekilde yayılarak kullanılan bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Vergi depolama, bir noktadan bir noktaya işlem yapabilme, işbirliği içinde mekanizmalar ve şifreli algoritmalar da dahil olmak üzere bir araya gelen bilgisayar teknolojilerinden oluşmaktadır. Finans ve ekonomideki operasyonel modelleri köklü bir şekilde değiştiren blok zincir sistemi teknolojik inovasyona ve Fintek Endüstrisinde yer alan endüstriyel işlemlere geçişin temelini oluşturmaktadır¹⁶⁰.

¹⁵⁷ Samara R. Gunter, “Your Biggest Refund, Guaranteed? Internet Access, Tax FILING Method, and Reported Tax Liability”, **International Tax and Public Finance**, Springer; International Institute of Public Finance, Vol: 26(3), 2019, p. 536.

¹⁵⁸ “Fragen und Antworten zur Modernisierung des Besteuerungsverfahrens- Vergilendirme Prosedürünün Modernizasyonu Hakkında Kanun”

Paket 1: Elektronik iletişimin genişletilmesi,

Paket 2: İdari işlemin etkinliğinin ve uygunluğunun artırılması,

Paket 3: Sadece otomatik işlemlerin genişletilmesi,

Paket 4: Vergi beyannamelerinin doldurulmasıyla ilgili kolaylaştırma,

Paket 5: Üçüncü taraflarca elektronik verii iletimi,

Paket 6: Vergi beyanamesi dönemlerindeki değişiklikler,

Kanun 1 Ocak 2017’de yürürlüğe girmiş olup uygulama 2022 yılına kadar kademeli olarak genişletilecektir. **Bknz.** <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/FAQ/2015-12-09-Mod-Besteuerungsverfahren.html>, Erişim Tarihi: 08.05.2020.

¹⁵⁹ Filip Fatz, Philip Hake, Peter Fettke, “Confidentiality-preserving Validation of Tax Documents on the Blockchain, **15th International Conference on Wirtschaftsinformatik**, 2020, Potsdam, Germany, https://doi.org/10.30844/wi_2020_11-fatz, Erişim Tarihi: 08.05.2020.

¹⁶⁰ Ye Guo, ChenLiang, “Blockchain Application And Outlook in Banking Industry”, **Financial Innovation**, 2(24), 2016, DOI: 10.1186/s40854-016-0034-9, p. 1.

Blok zincir sadece kişilere fayda sağlamakla kalmaz aynı zamanda devletlerin de işine yarayacak bir temele dayanmaktadır. Tüm ticari işlemlerin rahatlıkla izlenebilmesine fırsat veren blok zincir yöntemi kontrol ve denetime de fırsat verebilir. Örneğin vergi tahsilâtı standardize edilerek güvenli ve tümüyle otomasyon sistemine dayanan bir sürece bağlanabilir. İşgücü maliyetlerindeki tasarruf yanında vergilendirme sürecindeki usule ilişkin hataları da azalmasına katkı sağlamaktadır¹⁶¹. Bir başka örneğe bakılacak olursa; Türkiye’de bir vergi dairesinde işlem sırasında gerekli bir evrağın başka bir kurumdan verilmesi gerekiyorsa, sistem birbirine bağlı olduğundan ilgili vergi dairesinin tüm belgelere bakma, araştırma ve görme yetkilerinin verilmesi gerekmektedir. Bu durum vatandaşa ciddi anlamda bir zaman kaybı yaşatmaktadır. Ademi merkezîyetçi yapıya sahip olan ülkelerde bu tarz sorunlar vatandaşlara zaman kaybettiren bürokrasi ve maliyet olarak yansımaktadır¹⁶².

4. BLOK ZİNCİRDE ÜLKE UYGULAMALARI VE SWOT ANALİZİ

Blok zincirin etkilediği sektörler geniş bir yelpazeyi temsil etmektedir. Gün geçtikçe etki alanı daha fazla alana nüfuz etmektedir. Blok zincirde ki uygulamaların vergilendirilmesi özellikle vergi toplama şeklinde ülkeler değişikliğe gitmeyi planlamaktadır. Bu bağlamda 20-23 Ocak 2016 tarihlerinde İsviçre’nin Davos kentinde gerçekleşen ve 800’den fazla teknoloji yöneticisinin de aralarında bulunduğu “Dünya Ekonomik Forumu” nda, hükümet temsilcilerinin bir kısmı 2023 yılında, büyük bir kısmı ise (%73) 2025 yılında blockchain kullanarak vergi toplamaya başlayacaklarını ifade etmektedir¹⁶³. Tablo 2.5’de ülkelerin blok zincir sisteminde ne gibi adımlar attıkları gösterilmektedir.

Tablo 2.5. Hangi Ülkede Hangi Blok Zincir’e Dayalı Proje Devam Ediyor?

Ülke	Proje	Statü
Avustralya	Senatoda bir grup parlamenter, blockchain komisyonu oluşturmuştur. Borsa (The Australian Securities Exchange, ASX) blockchain sistemini kullanacağını duyurmuş, CHESS (Clearing House Electronic Subregister System) olarak bilinen bir kayıt	Duyuru: 09.08.2017

¹⁶¹ Chen, Jiang, Wang, a.g.e., p. 140.

¹⁶² Atabaş, a.g.e. s. 75.

¹⁶³ Richard T.Ainsworth, Andrew Shact, “Blockchain Technology Might Solve VAT Fraud”, **Tax Notes International**, Vol: 83, No: 13, 2016, p. 1165. 1165-1174.

	sistemi geliştirildiğini kamuoyu ile paylaşmıştır.	
Çin	Sosyal Güvenlik Fonu Yönetim Sistemi Blockchain'e dayalı mortgage değerlemesi Blockchain'e dayalı varlık muhafaza sistemi (Blockchain-based asset custody system (PSBC)) Blockchain şehir projesi Blockchain temelli Golden VAT sistemi	Duyuru: Aralık, 2017 Duyuru: 2016 Duyuru: 2016 Ekim 2016 da uygulanmaya başlanış ve 100 den fazla işlem başarı ile gerçekleştirilmiştir. Proje Wanxiang Grup tarafından yürütülmektedir. Duyurusu 2016'da yapılmıştır. Hükümet desteklemektedir. Hazırlıklar devam etmektedir.
Dubai	Hükümet evrak yönetimi sistemi Küresel Blockchain Konseyi (Global Blockchain Council) 2016 yılında kurulmuştur. Konsey üyeleri hükümet, uluslararası şirketler, Birleşik Arap Emirliklerinin lider bankaları, serbest bölgeler ve uluslararası blockchain şirketlerinin temsilcilerinden oluşmaktadır. Blockchain'e dayalı dijital pasaport Dubai'ye gelen nakliyatlarla ilgili gerçek zamanlı bilgi sistemi e_ID (Elektronik ID Yönetim Sistemi)	Hazırlıklar devam etmektedir. Duyuru: Haziran 2017 Duyuru: 2017
Estonya	E-Sağlık (Medikal Bilgi Yönetim Sistemi) E-Mukimlik (bir ulusötesi dijital kimlik - türünün ilk örneği)	Hükümet, varolan sistemi blockchain sistemi ile uyumlu hale getirmeye çalışmaktadır. Hükümet, varolan sistemi blockchain sistemi ile uyumlu hale getirmeye çalışmaktadır. 2015 yılından beri, 143 ülkeden 27.000 insana uygulanmış ve 4272 şirket Aralık 2017 itibarıyla bu proje ile kurulmuştur.
Fransa	Hükümet, banka ve finans kurumlarının dahil olduğu yeni kurallar getirerek, finansal işlemlerin blockchain sistemi aracılığı ile gerçekleşmesi için harekete geçmiştir.	Duyuru: Aralık 2017
Gana	Arazi Kayıt Sistemi	Hazırlıklar devam etmektedir.
Hırvatistan	Arazi Kayıt Sistemi	Hazırlıklar devam etmektedir.
Honduras	Arazi Kayıt Sistemi	Duyuru: 2015, başarılı olamadığı bilinmektedir.
Kazakistan	Finansal teknoloji ve dijital paralara yönelik sistem kurulumu	Duyuru: 17.07.2017
Rusya	Hükümetin, Blockchain'e dayalı doküman yönetim sistemi.	Duyuru: 2016
Singapur	Sınır ötesi bankalar arası ödemeler	2016 yılında konsept uygulama olarak başlamıştır.
İsveç	Arazi kayıt sisteminde blockchaine dayalı akıllı sözleşmeler	2017 başında test edilmiştir.
İsviçre	Zug şehri, şehir ücretleri için bitcoin kabul etmeye başlamıştır. Aynı şehirde Kripto Vadisinde çok sayıda dijital para şirketi kurulmuştur.	Temmuz 2016'dan beri uygulanmaktadır. (Kripto Vadisi'nin ismi, Ethereum kurucusu Mihai Alise tarafından konulmuştur).
Birleşik Arap Emirlikleri ve Suudi Arabistan	Birleşik Arap Emirlikleri ve Suudi Arabistan Merkez Bankaları, sınır ötesi işlemlerde yeni bir dijital para birimini test etmiştir.	Duyuru: Aralık 2017

Ukrayna	E-Vox (Ethereum Blockchain'e dayalı Seçim Platformu)	Duyuru: 2016
	Blockchain'e dayalı müzayede sistemi	Duyuru: 2016
Birleşik Krallık	Çalışma ve Emeklilik Bakanlığı, ödemelerin (distribute welfare payments) yapılmasında blockchain sistemini test etmiştir.	Temmuz 2016 itibariyle uygulanmış ve başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.
	Hükümet birimlerinin blockchain sistemini hizmet olarak sunması	Ağustos 2016 itibariyle
Birleşik Devletler	Blockchain'e dayalı dijital para birimi	Ağustos 2016
	Bankalar arası blockchain'e dayalı ödeme sistemi	
	Kişisel online medikal veri değişiminde pilot proje	Duyuru: 2017 2016 yılında, iki yıl olarak test aşaması uygulandı.
	Bitcoin aracılığı ile satın alınabilecek menkul kıymet listesi yayınlanacağı onaylanmıştır.	Duyuru: 2015
	Arizona, blockchain üzerindeki akıllı sözleşmeleri yasal olarak kabul etmiştir.	
	Delaware Valisi, resmen hisse senedi alım satımı ve kayıt tutma için blok zincirin kullanılmasının açıkça yasal olmasını sağlayan bir yasa tasarısını imzaladı.	29.03.2017'de kanunlaştı.
	Illinois doğum sertifikalarını dijitalleştirmek için blockchain pilot uygulamasını başlattı.	Duyuru: Temmuz 2017
		Duyuru: 31.08.2017

Kaynak: Jun, M.S., a.g.e., p. 3-4.

Ülkeler blok zincir teknolojisi karşısında adımlarını bu şekilde atmaya başlamış durumdadır. Bu yapının güçlü yönleri olduğu kadar zayıf olduğu yönleri de mevcuttur. Blok zincirin swot analizi aşağıda gösterilmektedir. Bu bağlamda blok zincire alternatif olarak geliştirilmiş dağıtık ağ yağına sahip iki teknoloji de mevcuttur. Bunlar; tangle ve hashgarph'dır¹⁶⁴.

Blok Zincir Durum (SWOT) Analizi

Güçlü Yönler	Merkezi olmayan ağ yapısı, Açık ve şeffaf ticari işlemler, Silinmeyen ve değiştirilemeyen işlem verisi, Kişiler arası doğrudan bağlantı (peer to peer), Anonim durum ve gizlilik, Akıllı sözleşmeler, Hızlı ve ucuz yapı olması
Zayıf Yönler	Dijital dönüşüm gereksinimi, Özel anahtarların saklanması, Enerji Tüketimi (Proof of Work), Yüksek yatırım gereksinimi, İşlem performansı, Yazılım hataları (çatallanma)
Fırsatlar	Dolandırıcılığı azaltması, Düşük işlem ücretleri, Hızlı ve verimli iş süreçleri
Tehditler	Teknolojik problemler, vergilendirme sorunsalı, Kurumsal entegrasyon sorunları, Devletlerin olumsuz bakışı, Yasal yargı engelleri.

¹⁶⁴ Daha detaylı bilgi için **bknz.** Patrick Schueffel, "Alternative Distributed Ledger Technologies Blockchain vs. Tangle vs. Hashgraph- A High- Level Overview and Comparison", 2017, January, SSRN Electronic Journal, DOI: 10.2139/ssrn.3144241, p. 1-8.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN VERGİ HUKUKUNDAKİ BAZI DÜZENLEMELERE MUHTEMEL ETKİLERİ

Günümüzde devletler kayıt dışı ekonominin önüne geçebilmek adına vergilendirme alanında bir dizi önlemler almaktadır. Hiç şüphesiz herkes için ortak hedef vergilendirme sürecinin sorunsuz, izlenebilir, güvenli ve güvenilir bir ortam aracılığıyla sağlanabilmesidir. Bu noktada dağıtılmış defterler vergi sistemleri için önemli bir araç olabilir. Hem operasyonel işlemlere yönelik idari yükü azaltmak ve hem vergi tahsilatının iktisadi boyutunu artırmak ve özellikle de vergi kayıp kaçacağını azaltmak gibi bir dizi alanda fayda sağlayacağı¹⁶⁵ öngörülmektedir. Bu bölümde söz konusu öngörüler ışığında vergi usul hukuku başta olmak üzere vergilendirme süreçlerinde gerçekleşen idari işlemler ile kabahat ve suçlar açısından ve maddi vergi hukuku düzenlemeleri çerçevesinde blok zincir sisteminin olası etkileri incelenecek ve sonuçları üzerinde durulacaktır.

1. VERGİ USUL HUKUKUNDAKİ BAZI DÜZENLEMELERE ETKİLERİ

Vergi hukukunun önemli alt dallarından biri olarak kabul edilen Vergi Usul Hukuku'nun blok zincir sisteminden etkilenme olasılığı yüksektir. Özellikle vergilendirme süreçlerinde tarh, tebliğ, tahakkuk ve tahsilat süreçlerinin, daha sonra da mükellef ödevleri ve hakları açısından sonuçlarının irdelenmesi gerekmektedir.

1.1. Vergilendirme Sürecine İlişkin Etkileri

Vergilendirme süreci VUK kapsamında tarh (m.20), tebliğ (m.21), tahakkuk (m.22), tahsilat, (m.23) olmak üzere belirli aşamalardan oluşmaktadır. Blok zincir sürecinin uygulamasının hayata geçmesi durumunda muhakkak ki bu sürecin de etkileneceği açıktır. Akıllı sözleşmeler yoluyla sağlanan veriler ve dijital finans sistemlerinin devreye girmesi ile birlikte¹⁶⁶ tarhiyat işlemleri blok zincir sistemi

¹⁶⁵ Michal R.Hoffman, "Can Blockchains and Linked Data Advance Taxation?", **Track: 3rd Workshop on Linked Data& Distributed Ledgers**, WWW 2018, April 23-27 2018, Lyon, France, p. 1182.

¹⁶⁶ Devletlerin kontrolünde hatta devletlere ait dijital (kripto) para birimlerinin orta vadede ekonomik sistemler içinde yer alacağı tahmin edilmektedir. Nitekim Çin tarafından çıkarılan dijital para birimi bu işin ateşleyicisi olmuştur. Avrupa Birliği Komisyonu 2024'e kadar günümüzde kendi dijital para birimini çıkartmayı planlamaya ve öngörmeye başlamıştır. (Bkz. <https://www.reuters.com/article/us-eu-cryptoassets-idUSKBN2692CP>, (Erişim: 15.03.2021). Nitekim 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık

üzerinden gerçekleşmeye başlaması mümkündür. Başta beyan üzerine tarhiyat (VUK m.25-28) yönteminde mükellef ya da vergi sorumlularının vergisel işlemleri ve beyannameleri akıllı sözleşmeler aracılığı ile sistem üzerinden otomatik oluşabilecektir. Bu sayede beyannamelere eksik veya hatalı bilgi girişinin de azalması öngörülmektedir. Zira olası bir hatalı girişte blok zincir sisteminin çalışma usulü gereği mecburi veya gönüllü çatallanma gerçekleşecek ve sistem izin vermeyecektir.

Her ekonomik faaliyetin, belge ödevinin sistem üzerinden yapılması ve buna ek olarak ödemelerin de kripto paralar aracılığıyla blok zincir sistemi üzerinden gerçekleşmesi durumunda, her yapılan ödemenin bir karşılığı sistem tarafından karşılanacak, ödemenin neden gerçekleştiği belirsiz olsa da sistem kimin gelir elde ettiğini yakalayabileceğinden, idarenin ikmalen ve resen tarh işlemi de gerekirse sistem tarafından tespit edilerek, idarenin bilgisine anında dâhil olabilecektir. Bu durum ikmalen ve resen tarhiyatın yeniden tanımlanmasına neden olabilecek ya da farklı resen tarh nedenlerin belirlenmesini ya da tespit yöntemlerini gerektirebilecektir.

Belirli yöntemlerle gerçekleşen tebligat işlemi açısından bakıldığında gelecekte temel tebligat yönteminin elektronik yolla tebligat olacağını söylemek zor değildir. Nitekim Türkiye’de elektronik yolla gönderilen tebligat sayısı 2016 yılında 4,4 milyon iken 2019 yılında 17,4 milyonu aşmıştır¹⁶⁷. Elektronik ortamda tebligat işleminin yaygınlaşması blok zincir yapısına önemli bir zemin oluşturmaktadır. Öyle ki elektronik ortamda işlem yapmaya başlayan mükellefler blok zincir sistemine daha kolay adapte olabilecektir. Öte yandan devlet nezdinde diğer tebligat yöntemleriyle zaman ve maliyet kaybının önüne geçilmekte olup bu sistemin kullanılması ile tahsilatta iktisadilik ve etkinlik sağlanmış olacaktır. Blok zincir sisteminde uygulanacak olan tebligatta dağıtılmış defter teknolojisi sayesinde mükellefe veya vergi sorumlusuna tebliğ anında

Programında da blokzincir teknolojisinin kullanılması ile birlikte blok zincir tabanlı dijital merkez bankası parasının uygulamaya konulacağı ifade edilmiştir. TCMB, Hazine ve Maliye Bakanlığı ve TÜBİTAK’ın sorumluluğu çerçevesinde yapılması düşünülen uygulama, Türkiye’nin de orta vadede bu değişime ayak uyduracağının sinyali vermektedir. (Söz konusu program için bkz. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf, (Erişim: 15.03.2021). Aynı yönde **Bknz.** Sedat Büyük, “Blockchain Teknolojisi Vergi Sistemini Nasıl Etkiler?”, 21 Şubat 2018, **Vergi Portalı**, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/blockchain-teknolojisi-vergi-sistemini-nasil-etkiler/404124>, Erişim Tarihi: 01.10.2020.

¹⁶⁷ Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB), 2019 Yılı Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Yayın No: 349, Şubat 2020, s.76. https://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/faaliyetraporlari/2019/2019_faaliyet_raporu.pdf, (Erişim: 10.10.2021).

iletilmiş olacak ve söz konusu kişiler yapılan işlemleri anında görebileceklerdir. Böylelikle idarenin vergilendirme süreçlerindeki işlemlerini blok zincir üzerinden tebliğ etmesi durumunda, “iletirme” ve “değiştirilme” sorunu olmaksızın tebligatların ilgili kişilerce sorunsuz tebellüğ edilmesi mümkündür. Blok zincir sistemi üzerinden tebligat yapılması durumunda, tahakkuk aşamasına belli bir süre sonra geçilmesi öngörülerek mükellef ve vergi sorumlusu ile ceza muhatabının kanunların kendilerine tanıdığı haklarını bu aşamada kullanmasına da fırsat verilecek kanuni ve teknik bir yapı oluşturulması da şarttır.

Diğer yandan blok zincir sisteminin en etkin hale getirileceği idari işlem belki de tahsilât işlemidir. Zira sistemin içindeki finansal işlemler esnasında vergi kesintisi yapılması veya tahsilâtın doğrudan idare tarafından gerçekleştirilmesi veyahut sistem tarafından verginin otomatikman hesaplanıp hazine hesabına nakletmesi dijital finans sistemine geçiş ile birlikte hızlı bir şekilde mümkün hale gelebilecektir. Kamu alacaklarının takip ve tahsili 6183 sayılı Amme Alacakları Tahsil Usulü Hakkında Kanun (AATUHK)¹⁶⁸ kapsamında düzenlenmiştir. Kanun kapsamında ödemenin hangi kanallardan yapılacağından (AATUHK, m.37-39), nasıl ödeneceğine dair kurallara kadar (AATUHK, m.40-42) tüm ödeme yöntemleri hüküm altına alınmıştır. Olağan ödeme yöntemi olarak kabul edilen nakit tahsilat, blok zincir sisteminin ilk uygulama alanı olan kripto paralar aracılığıyla çok daha hızlı ve etkin bir şekilde uygulanabilecektir. Hatta vergi kesintisi şeklinde yapılan tahsilatlar anında sistem üzerinden hazineye aktarılabilir. Mahsup ve takas yoluyla ödeme de sistem üzerinden hızlı bir şekilde yapılabilir.

1.2. Mükellefin Ödevleri Bağlamında Blok Zincir

VUK’un 153-257. maddeleri arasında düzenlenen mükellef ödevleri konusu vergi hukukunun en önemli ve kapsamlı konularından biridir. VUK kapsamında defter ve belge sistemine dayanan vergilendirme rejimleri nedeniyle mükelleflere sistemin sağlıklı işlemesi ve kayıt dışı işlemlerin azalması adına önemli sorumluluklar verilmiştir. Bu başlık altında söz konusu mükellef ödevlerinin blok zincir sisteminden etkilenme olasılığı üzerine durulmaktadır.

¹⁶⁸ 28.07.1953 tarihli 8469 sayılı R.G.

1.2.1. Bildirimde Bulunma Ödevi

VUK'un mükelleflere yüklediği önemli ödevlerden ilki bildirimlere ilişkindir. İşe başlama (VUK, m.153), işi bırakma (VUK, m.161), adres değişikliği (VUK, m.157), gibi bildirim ödevleri, mükelleflerin doğru ve zamanında izlenebilmesi için çok önemlidir.

Blok zincir sisteminin hayata geçmesi ile işe başlama ve işi bırakma gibi temel bildirimler sistem üzerinden kolaylıkla yapılabilecektir. Akıllı sözleşmeler yoluyla mükellefler işi bıraktıklarını idareye anında bildirecek ve iş yeri ile mükellefiyetlerini anında sona erdirebileceklerdir. Akıllı sözleşme ilişkisini sonlandıran taraflar vergi mükellefiyetinin bu bildirim sayesinde vergi mükellefiyetinin hızlıca ortadan kaldırılmasını, yani terkin edilmesini sağlayabilecektir. Böylelikle idare de mükellefin sistemde işlem yapabilme yetkinliklerini kısıtlayabilecektir. Örneğin işi bırakma bildirimının sistemden yapılmasının ardından idare bu konuda anında bilgi sahibi olabilecek, böylece gerçek anlamda işi bırakma fiili hayata geçecek ve sonradan yapılabilecek muvazaalı işlemlerin de önüne geçilmiş olunacaktır. İşe başlama bildirimi yapıldığında ise tam tersi belge düzenleme konusunda yetkiler tanınacak ve sistem üzerinden ticari faaliyetlerin sürdürmesine fırsat verilebilecektir. Her an mükellefin yaptığı işlemde haberdar olan idare için bu durum birçok avantajı da beraberinde getirmiş olacaktır. Diğer bildirimler de bu bağlamda etkin ve hızlı bir şekilde kullanılabilir.

1.2.2. Defter Tutma ve Belge Düzenleme Ödevleri

Günümüzde dijitalleşmenin getirisi olarak birtakım dönüşümlerin yaşanması vergi hukukunun temel aldığı belge ve defterleri de etkilemektedir. E-dönüşüm kapsamında değişikliğe uğrayan defter ve belgeler blok zincir sisteminde daha da büyük bir değişim göstermektedir. Hiç şüphesiz yeni dijital dünyada blok zincirin en etkili olduğu alan kayıt düzenidir.

VUK kapsamında mükelleflerin yaptıkları işlemlerin göstergesi konumundaki kayıtların dayanağı olan defterler ve belgelere ilişkin çok önemli ödevler¹⁶⁹ düzenleme

¹⁶⁹ Vergi uygulaması bakımından defter tutmanın amacı VUK'un 171. maddesinde şöyle düzenlenmiştir:

- ✓ Mükelleflerin vergi ile ilgili servet, sermaye ve hesap durumunu tespit etmek,
- ✓ Vergi ile ilgili faaliyet ve hesap neticelerini tespit etmek,

altına alınmıştır. Defter tutma yükümlülüğü¹⁷⁰, gerek VUK’da gerek 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu¹⁷¹ (TTK) m.39’da açıklanmış bir ödevdir. Defter tutma ödevi konusundaki kurallar VUK’un 171-214. maddeleri arasında düzenlenmiş olup, vergi kanunlarına göre tutulan defterler özü itibarıyla vergi açısından delil niteliği taşımaktadır¹⁷². TTK’ya göre defter tutma, her tacirin ticari işlemleriyle ticari işletmesinin iktisadi ve mali durumunu, borç ve alacak ilişkilerini ve sonuçlarını tespit etme amacına hizmet etmektedir.

Defter tutmakla yükümlü olan mükellefler¹⁷³ ve belge düzenlemekle yükümlü olan kişiler bu ödevlerini yerine getirmek zorundadırlar. Aksi takdirde çeşitli yaptırımlarla karşılaşır. Vergi incelemelerinin sağlıklı yürütülebilmesi için elzem olan defter ve belge düzenine ilişkin ödevler, dijitalleşmenin hızla yaygınlaştığı günümüzde artık elektronik ortamda¹⁷⁴ sürdürülebilir hale gelmiştir. Bu bağlamda, e-

-
- ✓ Vergi ile ilgili muameleleri belli etmek,
 - ✓ Mükellefin vergi karşısındaki durumunu hesap üzerinden kontrol etmek ve incelemek,
 - ✓ Mükellefin hesap ve kayıtlarının yardımıyla üçüncü şahısların vergi karşısındaki durumlarını (emanet mahiyetindeki değerler dâhil) kontrol etmek ve incelemek olarak belirlenmiştir.

Yukarıda sayılan ilk dört maddede baz alınan kıstas vergi yükümlüsüdür. Defter tutan yükümlünün vergilendirme ile ilgili durumlarını defterlerle belirleyebilme ve bunların denetlenmesi amaçlanmaktadır. Son madde ise, yükümlü ile işlem ve ilişkide bulunanlara yöneliktir. Bu bağlamda, bir yükümlünün hesapları incelenirken bu hesapların doğru olup olmadığını denetleyebilmek adına, başka yükümlülerle olan işlemlerini, onların kayıt ve hesaplarına göre de incelemek gerekir. “Karşı(t) inceleme” adı verilen bu inceleme, vergileme ile ilgili oluşan bir işlemin iki taraf arasında incelenmesi anlamına gelmektedir. Böylelikle, defter tutmanın amaçlarından biri de karşıt incelemeyi sağlamaktır. **Bknz: Karakoç, Genel Vergi Hukuku**, s. 304-305.

¹⁷⁰ Defter tutma yükümlülüğü ve defterlerle ilgili olarak; 6100 sayılı Hukuk Muhakemeleri Kanunu (HMK- Madde: 222), 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu (SPK- Madde: 89,112), 3605 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu (KDV- Madde: 54) ve başka kanunlarda da düzenlemelere yer verilmiştir. Ancak bu çalışmada VUK, TTK ve HMK esas alınmıştır.

¹⁷¹ 13.01.2011 tarihli 27846 sayılı R.G.

¹⁷² Doğan Şenyüz, **Vergi Hukuku**, Ekin Kitabevi Yayınları, 2005, Bursa, s. 102; Şenyüz, Yüce, Gerçek, **Vergi Hukuku (Genel Hükümler)**, s. 128.

¹⁷³ Defter tutma yükümlülüğü altında olanlar ve istisnaları kanunda tek tek sayılmıştır. VUK, m. 172’ye göre defter tutmakla yükümlü olanlar şunlardır:

- ✓ Ticaret ve sanat erbabı
- ✓ Ticaret şirketleri
- ✓ İktisadi kamu müesseseleri
- ✓ Dernek ve vakıflara ait iktisadi işletmeler
- ✓ Serbest meslek erbabı
- ✓ Çiftçiler.

İktisadi kamu müesseseleriyle dernek ve vakıflara ait iktisadi işletmeler defter tutma bakımından tacirlerle aynı hükümlere tabidir. Kurumlar vergisinden muaf olan iktisadi kamu müesseseleri ile dernek ve vakıflara ait iktisadi işletmelerdir.

¹⁷⁴ Vergi hukukunun temel aldığı belgeler elektronik ortama entegre olmaktadır. Bunlardan ilki E-fatura, “veri forma ve standarttı GİB tarafından belirlenen, VUK gereği bir faturada yer alması gereken bilgilerin içerisinde yer aldığı, satıcı ve alıcı arasındaki iletiminin merkezi bir platform (GİB) üzerinden

defter¹⁷⁵ hem hukuki hem de teknik yönleri olan elektronik bir belgedir. E-defter aslında defterlerin kâğıt ortamında düzenlenmesi zorunluluğunu ortadan kaldıran bir uygulamadır. Böylelikle mükellefleri; kâğıt, baskı, tasdik ve arşiv yükünden kurtarmaktadır. Devlet açısından bakıldığında, denetim ve raporlama faaliyetleri için standart bir veri tutma atfedilse de aslında bir e-devlet düzenlemesi şeklinde algılanmaktadır¹⁷⁶. E-defter uygulamasının sağlamış olduğu bir takım avantaj ve dezavantajlar mevcuttur. Aşağıda yer alan tablo 3.2’de, e-defter uygulamasının avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır.

Tablo 3.2. E-Defter’in Avantaj ve Dezavantajları

E-DEFTER UYGULAMASININ AVANTAJLARI	E-DEFTER UYGULAMASININ DEZAVANTAJLARI
İş hacmi yüksek işletmeler için defter temini masrafinin ortadan kalkması,	E-defter uygulamasının sadece yevmiye defteri ve büyük defterin elektronik ortamda tutulması,

gerçekleştirdiği elektronik bir belgedir” şeklinde tanımlanmaktadır. **Bknz.** VUK Genel Tebliğ, 397 sıra No’lu 5 Mart 2010. Daha detaylı bilgi için **bknz.** Uğur Doğan, **500 Soruda E-Fatura E-Defter**, 3. Basım, Seçkin Yayıncılık, 2013, Ankara, s. 49. E-fatura, VUK’da ve TTK’ya göre tutulması zorunlu olan faturaların, elektronik ortamda düzenlenmesi, saklanması ve kaydedilmesini sağlayan sistemdir. Bu sayede vergi kaçak ve kayıplarının önüne geçmeyi hedeflemektedir. **Bknz.** Ramazan Yanık, Abdulkadir Karadaş, “E-Faturanın Türkiye Muhasebe Standartları Uyum Sürecine Uygun Düzenlenmesine İlişkin Bir Öneri”, **Ekev Akademi Dergisi**, Yıl: 17, Sayı: 57, 2013, s. 134. Daha detaylı bilgi için **bknz.** Nilüfer Şahin, “Türkiye’de E-Fatura, E-Arşiv, E-Defter ve E-Mutabakat’ın Şirketler Üzerinde Etkisi, Denetimi ve Vergilendirilmesi”, Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019, İstanbul, s. 13-14. Elektronik irsaliye, tebliğde yer alan şartlara uygun olarak elektronik belge biçiminde oluşturulmuş sevk irsaliyesini, e-irsaliye yanıtı; e-irsaliyenin muhteviyatını oluşturan malların alıcısı tarafından kabul durumunu gösteren elektronik belgelerdir. E-irsaliye uygulaması; başkanlık tarafından belirlenen standartlara uyum olarak hazırlanan e-İrsaliye ve e-İrsaliye yanıtı mesajlarının, taraflar arasında güvenli bir şekilde aktarılması olanağını sunan uygulamaların genel adını ifade etmektedir. **Bknz.** 17.12.2017 tarihli 30273 sayılı R.G. Mükellefler, e-irsaliye uygulamasında; ya kendi bilgi işlem sistemlerinin Başkanlık sistemlerine entegrasyonu ile ya da www.efatura.gov.tr internet adresinden hizmete sunulan GİB portalından yararlanmaktadır. **Bknz.** Fatma Tektüfekçi, “Muhasebe ve Denetim Ontolojisinde E-Dönüşüm Süreci Kapsamındaki Dijital Paradigmalara Teorik ve Felsefi Açından Pragmatik Yaklaşım”, **Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi**, Özel Sayı: 20, 2018, s. 363.

¹⁷⁵ Türkiye’de ilk defter uygulamasına geçen şirketin Axa Sigorta A.Ş. olduğu ve e-defter uygulamasına geçen ilk üretim şirketinin Şölen olduğu bilinmektedir. **Bknz.** Fatma Tektüfekçi, “E-Dönüşüm Sürecinde E-Muhasebe Uygulamaları: Türkiye Örneği”, **Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi** (The Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management), Cilt: XII, Sayı: I, 2017, s. 83.

¹⁷⁶ Uğur Doğan, Yalçın Tercan, “E-Defter İle Neler Değişti, Neler Değişecek?”, **Yaklaşım Dergisi**, 1 Nisan 2015, <https://www.tayyarates.com.tr/single-post/2015/04/01/eDefter-%C4%B0le-Neler-De%C4%9Fi%C5%9Fti-Neler-De%C4%9Fi%C5%9Fcek>, Erişim Tarihi: 23.12.2019.

Defterlerin noter tasdikine gerek kalmaması,	E-defter uygulamasına geçen küçük ölçekli işletmelerde altyapı sisteminin uygun olmaması,
Defterlerin saklama maliyetinin ortadan kalkması,	Elektronik ortamda tutulan defterlere karşı güvenlik endişeleri,
E-defter uygulamasıyla bürokrasi ve kırtasiyeciliğin ortadan kalkması,	Elektronik ortamlarda tutulan defterin vergi mahremiyeti ihlali.
Defterlere hızlı ve kolay ulaşım, vergi incelemesinde kolaylık,	
Vergi kayıp ve kaçakçılığın önlenmesi,	
Çevreye vermiş olduğu katkı.	

Kaynak: Mustafa Poyraz Er, Orhan Yılmaz, “E-Defter Uygulaması ve Uygulamada Ortaya Çıkabilecek Sorunlar”, **Vergi Dünyası Dergisi**, Sayı: 385, Dergi Yıl: 55, 2013, s. 62-66; Abdulkadir Ertürk, “E-Defter Uygulamasına İlişkin Hususlar ile E-Defter Müessesinin Güçlü ve Zayıf Noktaları, **Yaklaşım Dergisi**, Sayı: 230, 2012; yazar tarafından derlenip oluşturulmuştur.

E-defter¹⁷⁷ ve e-belge düzeninin¹⁷⁸ blok zincir sistemine geçiş ile birlikte çok daha etkin ve verimli bir hale geleceği öngörülmektedir. E-defter ve e-belge sayesinde, önemli ölçüde dijitalleşme sağlanmış olsada halen tüm mükellef gruplarını kapsayacak şekilde bir uygulamaya geçiş mevcut değil. Bununla birlikte elektronik uygulamalar

¹⁷⁷ E-defter yasal olarak tutulması zorunlu olan defterlerin belirlenmiş olan format ve standartlara uygun olarak hazırlandığı, dijital ortama kaydedildiği, mali mühür veya e-imza ile değişmezliğinin bütünlüğünün ve kaynağının doğruluğunun sağlandığı hukuki ve teknik düzenlemeler bütünüdür. **Bknz.** Ertürk Özer, “Vergi İncelemesinde Yeni Dönem: E-Defter”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Temmuz, Sayı: 322, 2015, s. 66. E-defter, “şekil hükümlerinden bağımsız olarak VUK ve/veya TTK’a göre tutulması zorunlu olan defterlerde yer alması gereken bilgileri kapsayan elektronik kayıtlar bütünü” olarak tanımlanmıştır. **Bknz.** 1 Sıra No.lu E-Defter Genel Tebliği. E- defter ile ilgili gerekli düzenlemeleri yapmaya Maliye Bakanlığı (GİB) ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı yetkilidir. **Bknz.** Uğur Doğan, “100 Soruda E-Defter”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 280, Ocak 2012 Sayısının Eki Olarak Yayınlanmıştır, s. 15. Daha fazla detaylı bilgi için **bknz.** Gürbüz Gökçen, Mustafa Özdemir, “Türkiye’de Muhasebe Uygulamalarından E-Defter ve E-Fatura Uygulaması”, **Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 46, 2016, ISSN: 1300-0845, ss. 137-154.

¹⁷⁸ Elektronik belge kavramı, elektronik ortamda sayısal olarak kodlanmış verileri ifade etmektedir. Bu bağlamda internet üzerinden hukuki işlemler, e-mail yoluyla gönderilen irade beyanları, çeşitli veri taşıyıcılarına kaydedilmiş ve irade açıklanması içeren elektronik veriler şekilde de izah edilebilir. **Bknz.** Mine Erturgut, “Elektronik İmza Kanunu Bakımından E-Belge ve E-İmza”, **Bankacılar Dergisi**, Sayı: 48, 2003, s. 66. VUK, 28.12.2001 tarih ve 4731 sayılı Kanunun 4. Maddesiyle değiştirilen mükerrer 242. Maddeye göre elektronik kayıt ve defterlerle ilgili bir takım düzenlemeler getirilmiştir.

açısından önemli bir adım atılmış durumdadır. Blok zincir teknolojisiyle birlikte ciddi bir teknolojik zemini hazırlamak gerektiği de aşıkardır.

Blok zincir sistemi üzerinde mükellefin yaptığı her işlemin kayıt altına alınması sebebi ile kişilerin defter tutma yükümlülüğü tam anlamıyla olmasa da kısmen ortadan kalkması öngörülmektedir. Blok zincir özü itibariyle dijital bir defterdir. Defter-i kebir diye bahsedilen dağıtık defter teknolojisi sayesinde geçmişte elle ve kâğıt ortamında tutulan belgeler yakın bir zaman diliminde tarihin tozlu raflarında yerini almaya başlayacaktır. Öyle ki yapılan her işlem blok zincirde kayıt altına alınmakta, değiştirilemez yapısı sayesinde olası birçok sorunu da ortadan kaldırmaktadır. Blok zincir teknolojisinin sağladığı zaman damgalı ve güvenli kayıt imkânıyla e-fatura, e-defter, e-irsaliye, e-arşiv, e-tebligat gibi alanlarda verimlilik artış yaşanması öngörülmektedir. Madalyonun bir diğer yüzü olan vergi idaresi bu defter ve belgelere ilişkin anlık bilgi sahibi olabilecektir. Öyle ki izlenebilir sistem sayesinde yapılan düzenlemeler ve değişiklikler vergi idaresinin bilgisi dâhilinde olabilecektir. Böylelikle aslında etkin bir denetim sistemi açısından oldukça önemli bir adım atılmış olacaktır.

Kayıt dışı ekonominin en büyük sorunu, yapılan işlemlerin defter ve belgelerle kısmen veya tamamen kayıt altına alınmamasıdır. Dijitalleşmeyle birlikte e-fatura, e-defter sistemine geçilmiş olsa da kayıt dışı ekonomi hala varlığını devam ettirmektedir. Blok zincir mekanizması bu şekilde kayıt dışı ekonomiyi önleyici etkisi olabileceği belirtilmekle birlikte özellikle bu mekanizmaya dayalı kripto paraların siber suçlarda, terörün finansmanında, yasadışı internet ortamındaki alışverişlerde kullanımının varlığı kayıt dışı ekonomiyi güçlendirdiği bilinmektedir.

Blok zincir uygulamasıyla üretim veyahut bir mal alım-satımında ortaya çıkan bedel ve vergi, sistemde açıkça gözükecektir. Böylelikle mükellef istese de vergiden kaçamayacak, belgelerini saklayamayacaktır. Yapılan her işlemin kayıt altında oluşu devlet nezdinde kayıt dışı ekonominin önüne geçme konusunda çok yardımcı olacaktır. Bu sürece örnek olarak Çin Halk Cumhuriyeti'nin Ekim 2017 yılından itibaren uygulamaya koyduğu "Gachain" kamusal blok zincir teknolojisi verilebilir. Bu zincir, elektronik fatura sistemi ile vergi tahsilatının hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak

ve vergi kaçakçılığının önüne geçilmesi amacıyla oluşturulmuştur¹⁷⁹. Blok zincir üzerinden akıllı sözleşmeler vasıtasıyla yapılan ticari anlaşmalar, vergi idaresinin bifiil bilgisinde olacaktır. Diğer yandan vergi otoriteleri de defter, belge ve kayıtları kontrol edilebilir bir mekanizma içerisinde rahatlıkla izleyebilir hale gelecektir.

Günümüzde e-imza kavramıyla defter ve belgelerde birçok işlem yapılsa da asıl sorun muvazaalı veya peçeleme işlemlerinin önüne geçilememiş olunmasıdır. Blok zincir yapısında özel ve genel anahtara sahip olan katılımcılar istedikleri işlemi gerçekleştirebilmektedir. Kişiye özel olan ve kırılması çok güç olan bu anahtarlarla yapılan işlemler blok sistemine kaydedilmektedir. Böylelikle asıl sorun olan muvazaalı veya peçeleme işlemlerinin önüne geçilmiş olabilecek ve böyle bir olası işlemin tespiti derhal öğrenilmiş olunacaktır. Öte yandan düzenlenen belgelerde ve yapılan defter kayıtlarında bilerek ve isteyerek yanlış işlemler, sahte ve muhteviyatı itibarıyla yanıltıcı belgelerin düzenlenmesi, defter ve belgeler üzerinde hukuka aykırı işlemlerin yapılmasına yönelik tespitler akıllı sözleşmelerin izlenebilirliği sayesinde çok daha kolay, hızlı ve anlık olarak denetlenebilecektir.

1.2.3. Beyanname Verme Ödevi

Vergi tahsilatı gelir, harcama ve servet üzerinden cereyan etmekte ve bu konulara yönelik işlemler de beyannameler aracılığı ile vergiye tabi tutulmaktadır. Bu öneme binaen vergi kanunlarında başta VUK olmak üzere ve ayrıca her bir vergi kanununda beyanname ödevine ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir. Mükelleflere beyanname verme ödevine uyulmaması durumunda da yaptırım uygulanacağına dair düzenlemeler yapılmıştır.

Beyanname verme ödevi 2019 yılına ait¹⁸⁰ GİB verilerine göre % 99,86 oranında elektronik ortam¹⁸¹ üzerinden gerçekleşmiştir. Farklı bir ifadeyle Türk Vergi Sisteminde

¹⁷⁹ Bei Xi Xu, “Chinese Government to Use Blockchain to Prevent Tax Evasion”, **International Tax Policy Forum**, “Çevrimiçi” https://www.itpf.org/itpf_blog?article_id=6322, Erişim Tarihi: 30.05.2020.

¹⁸⁰ GİB, a.g.e., s. 67.

¹⁸¹ E-beyanname kavramı, vergi beyannamelerinin internet üzerinden alınmasını ifade etmektedir. **Bknz.** A. Altuğ Yavaş, “Vergi Dairesi Otomasyon Projesi’nin (VEDOP) Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi”, 2012, http://www.emo.org.tr/ekler/e5186bca8f75fca_ek.pdf, Erişim Tarihi: 25.12.2019. E-Mükellef projesinin başlangıcı olarak kabul edilen E-Beyanname, 5228 sayılı kanunun 8. Maddesiyle VUK’un 257. Maddesinin 4.numaralı bendinde yapılan değişiklikle VUK’na girmiş bulunmaktadır. E- beyannamenin amacı, mükellefin vergilendirmeye ilişkin ödevlerini teknolojik imkânlar sunarak en az hata, zaman ve para harcayarak en kısa sürede yerine getirilmesini sağlamaktır. Bununla birlikte vergi dairesinin kabul,

beyanname verme ¹⁸² ödevi günümüz itibariyle yalnızca internet üzerinden yapılmaktadır. Dolayısıyla dijitalleşme ilk olarak beyanname verme ödevini etkilemiştir.

Blok zincir teknolojisi vergi beyannamelerinin tamamen dijital ortama taşınmasına vesile olacaktır. Yapılan her işlemde vergi, kaynakta kesilip devlet hazinesine intikal edilebilecektir. Bu bağlamda blok zincir sisteminin mükellefin vergi beyannamelerini idareye sunmasından, vergilerin ödenmesi ve bilgilerin depolanması gibi alanların şeklini değiştirmesi muhtemeldir ¹⁸³. Blok zincir yapısında eşten eşe (kullanıcıdan kullanıcıya) kavramı vergi sistemi ile bütünleştiğinde eşler (tarafar), vergi idaresi ve vergi mükellefi olmaktadır. Vergi mükellefi yaptığı işlemleri dijital ortamdaki defterlere kendilerine özgü anahtarlarla yapmaktadır. Vergi idaresi ise yapılan veri girişinin doğruluğunu sistem tarafından teyit ettirdikten sonra onaylamaktadır. Veri girişleri blok zincir sisteminde hızlı bir şekilde gerçekleşecek, bloklar uç uca bağlanarak

tarh, tahakkuk ve tahsilat işlemlerinin azaltılarak beyanname ile ilgili yükleri azaltmaktadır. **Bknz.** Erkan Yetkiner, “E-Belge, E-Kayıt, E-Defter, E-Beyanname, E-Denetim”, Erişim Adresi: <http://www.dengeakademi.com/Files/Article/Erkan2006EBelge.pdf>, Erişim Tarihi: 24.12.2019, s. 3. Vergi beyannamesinin elektronik platformda doldurulması devlet nazarında vergi verisini elle girme ile ilgili işgücü maliyetini düşürür. Veri girişi veya depolamada insan hatasından kaynaklı sorunları ortadan kaldırır. Ayrıca vergi beyannamelerinin hazırlanmasında ve doldurulmasında harcanan zaman azaltılır. Böylelikle yanlış kayıt ve hatalı bilgilerden arınmış güvenli bir vergi verisi oluşumuna zemin hazırlar. **Bknz.** Aykut Hamit Turan, Ferhat Başkan Özgen, “Türkiye’de E-Beyanname Sisteminin Benimsenmesi: Geliştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli İle Ampirik Bir Çalışma”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt: 10, Sayı: 1, 2009, s. 136.

¹⁸² Türkiye’de 1 Ekim 2004 yılı itibariyle ilk aşama olarak İnternet Vergi Dairesi WEB adresi kullanılmıştır. Daha sonra isteğe bağlı olarak başlatılan ve 03 Mart 2005 yılında zorunlu hale getirilen (RG, 346 Sıra No’lu VUK Genel Tebliği, 2005, Kanun Sayısı: 25744, 3 Mart 2005), e-beyanname, veraset ve intikal vergisi hariç, beyanname verilmesi zorunlu olan bütün vergilerde uygulanmaktadır. **Bknz.** Turan, Özgen, a.g.e., s. 137. “Değişim Yönetim Programı” çerçevesinde yürütülen çalışmalardan biri olan e-beyanname uygulamasıyla ilgili bir takım hususlar getirilmiştir. Buna göre Türkiye’de e-beyanname uygulaması ile elektronik ortamda gönderilenler; Katma Değer Vergisi Beyannameleri (1 ve 2 No.lu), Özel Tüketim Vergisi Beyannamesi (2a beyannamesi hariç), Muhtasar Beyanname (G.V.K. 94.madde, K.V.K. 24.madde), Damga Vergisi Beyannamesi, Banka ve Sigorta Muameleleri Vergisi Beyannamesi, Özel İletişim Vergisi Beyannamesi, Şans Oyunları Vergisi Beyannamesi, Basit Usul Ticari Kazanç, Gayrimenkul Sermaye İradı, Kurumlar Vergisi, Kurum Geçici Vergisi, Noter Harcı, Form B (Form Ba, Form Bs), G.V.K. Geçici 70.madde kapsamında Muhtasar Beyanname, G.V.K Geçici 67.maddesine göre yapılan tevkifatlar için Muhtasar Beyanname, Kaynak Kullanımını Destekleme Fonu Kesintisi Bildirimi. “373 Sıra No’lu VUK Genel Tebliği kapsamında Banka ve Sigorta Muameleleri Vergisi Beyannamelerine Haziran 2007 döneminden başlanmak üzere zorunluluk getirilmiştir”. “376 Sıra No’lu VUK Genel Tebliği kapsamında gelir ve kurumlar vergisi mükellefi olanlar için Katma Değer Vergisi ve Muhtasar beyannamelerde Ekim 2007 döneminden itibaren başlamak zorunluluk getirilmiştir”. **Bknz.** GİB, Faaliyet Raporu 2007, Yayın No: 64, Ankara: Gelir İdaresi Başkanlığı Yayını, Nisan 2008, s. 30.

¹⁸³ Jurgen G, “Introducing Blockchain Technology to The World of Tax”, Medium, 2018, <https://medium.com/@jurgeng/an-introduction-to-blockchain-technology-tax-567e536767ec>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.

zinciri oluşturacaktır. Böylelikle dağıtık defterle oluşturulan veriler üzerinden vergi beyanları gerçekleşmiş olup, bu beyanlar üzerinden matrah hesaplanmış olacaktır¹⁸⁴.

Blok zincir sistemi üzerinden beyanname verme ödevinin çok daha hızlı bir şekilde verilmesi ve hatta sistem üzerindeki defter ve belgelerdeki bilgiler ile entegre şekilde otomatikman alınarak kendiliğinden oluşturulması mümkündür. Mükellefin sadece onay verdiği ve doğrudan vergi idaresinin bilgisine dâhil olduğu bir sistem yoluyla hızlı bir şekilde beyanname verme ödevi gerçekleştirilebilir. Blok zincir sistemi üzerinden mükellef verileri ile beyanname verilerinin otomatik doldurulduğu Belçika, Hollanda gibi ülkeler mevcuttur. Bu sayede idare de beyannamedeki bilgilerin doğruluğundan emin olacak ve sisteme uyumsuzluk durumunda anlık tespitlerde bulunabilecektir. Bu da defter ve belge ödevlerinde olduğu gibi denetim olayını hızlı ve etkin şekilde gerçekleşmesine sebep olacaktır.

1.2.4. Saklama ve İbraz Ödevi

VUK'un 253. maddesi uyarınca mükellefler defter ve belgelerini beş yıl boyunca muhafaza ve kendilerinden talep edildiğinde ibraz etmekle yükümlüdürler. Bu defter ve belgelerin muhafaza edilmemesi ve ibraz edilmemesi durumunda çeşitli yaptırımlarla karşılaşmaktadır¹⁸⁵. Saklama ve ibraz ödevi mükellef veya vergi sorumlusu açısından bir külfet olarak görülmesi, günümüzde dijitalleşmenin getirilerinden olan elektronik arşiv¹⁸⁶ uygulamasının önem kazanmasına olanak sağlamaktadır. GİB tarafından hayata geçirilen e-arşiv¹⁸⁷ mükellef açısından oldukça kolaylık sağlamaktadır.

¹⁸⁴ Habip Demirhan, “Vergi Denetiminde Yeni Bir Yaklaşım Olarak Blok Zincir Teknolojisi”, **Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 9, Sayı: 18, 2019, s. 867-868.

¹⁸⁵ Defter ve belgelerle diğer kayıtların ibraz mecburiyeti VUK'un 256-257. maddeleri arasında düzenlenmiştir.

¹⁸⁶ E-Arşiv, GİB tarafından belirlenen standartlara uygun biçimde düzenlenecek faturanın elektronik platformda hazırlanması, muhafazası, ibraz ve raporlamasını kapsayan bir uygulamadır. **Bknz.** <https://ebelge.gib.gov.tr/anasayfa.html>, Erişim Tarihi: 23.12.2019. Bu uygulamanın yasal dayanağı olan 443 Sıra No.lu VUK Genel Tebliğinde; “Bu tebliğ kapsamında elektronik ortama oluşturulan faturanın, alıcısına kâğıt olarak gönderilen veya elektronik iletilen şekli belgenin aslı, düzenleyen tarafından muhafaza edilen elektronik hali ise ikinci nüsha hükmündedir. Bu tebliğ kapsamında Başkanlıktan e-arşiv izni alan mükellefler, elektronik ortamda oluşturdukları faturayı elektronik ortamda muhafaza ederler” ifadesine yer verilmiştir. **Bknz.** Gökçen, Özdemir, a.g.e., s. 147. 137-154.

¹⁸⁷ E-Arşivin avantajları: Elektronik ortamda oluşturulan fatura elektronik ortamda saklanır ve istenildiği kolaylıkla erişim imkânı sağlar. Fatura arşivleme maliyeti ve yükü azalır. Fatura gönderimi kısa sürede gerçekleşir ve alıcının eline hızlı bir biçimde ulaşmış olur. Giden ve gelen faturanın kaybolma imkânı yoktur. Zaman ve işgücü tasarrufu sağlamanın yanında gönderim maliyeti azalır. **Bknz.** Nilüfer Şahin, “Türkiye’de E-Fatura, E-Arşiv, E-Defter ve E-Mutabakat’ın Şirketler Üzerinde Etkisi, Denetimi ve

VUK mük. 242. madde “Elektronik defter, belge ve kayıtlar” ilgili maddede “bu kanunda ve diğer vergi kanunlarında defter, belge kayıtlara ilişkin olarak yer alan hükümler elektronik defter, kayıt ve belgeler için geçerlidir hükmüne” yer verilmiştir. VUK 256. madde “manyetik ve benzeri ortamlardaki kayıtların ve bu kayıtlara erişim veya kayıtların okuyabilir hale getirmek için gerekli tüm bilgi ve şifrelerin muhafaza süresi içinde yetkili makam ve memurların talebi üzerine ibraz ve inceleme için arz etme zorunluluğu getirilmiştir”. Blok zincir sisteminin hayata geçmesi durumunda defterlerin saklanması ve ibraz edilmesi ödevinin de bu bağlamda değişiklik göstermesi mümkündür.

Günümüzde elektronik defterler ve belgeler idare tarafından görüntülenememekte fakat idare defter beratlarını, mali mühürleri talep etmektedir. Bunların ibraz edilmemesi gizleme suçunu oluşturabilmektedir¹⁸⁸. Blok zincir sistemi üzerinde saklanacak olan defter ve belgelerin idare tarafından anında görülebilir olması durumunda geçmiş yıllara ait bloklar inceleme altına alınabilecektir. Sisteme girebilmek için gerekli cüzdan kodunun idareyle paylaşımı gerekmektedir. Yapılan her işlemde zaman damgası olması blok zincirin merkele ağaçları sayesinde geniş bir perspektiften görülme imkânını vergi otoritelerine sağlamış olacaktır. Öyle ki anlık izlenebilirlik sayesinde mükellefler sürekli denetim altında olabilir. Sisteme girişin idare ile paylaşılması mevcut bilgilere idarenin de erişim sağlaması söz konusu olduğunda saklama ve ibraz ödevi yeniden düşünülmesi gereken bir ödev olacaktır.

1.3. Mükellef Hakları Bağlamında Blok Zincir

Türk Vergi Hukukunda son yıllardaki önemli konulardan biri olan mükellef hakları¹⁸⁹ açısından da blok zincir sisteminin değerlendirilmesi yerinde olacaktır.

Vergilendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe ve Denetim Bilim Dalı, 2019, İstanbul, s. 13-14.

¹⁸⁸ İbrahim Aksoy, “E-Defter Ve E-Fatura Uygulamasıyla Birlikte Defter Belge İbraz Etmeme Durumunun Değerlendirilmesi”, <https://www.mondaq.com/turkey/tax-authorities/695146/e-defter-ve-e-fatura-uygulamasıyla-birlikte-defter-belge-ibraz-etmeme-durumunun-de287erlendirilmesi>, (Erişim: 10.01.2021).

¹⁸⁹ GİB, Mükellef Hakları Bildirgesi, <https://www.gib.gov.tr/mukellef-hizmetleri/mukellef-haklari>, Erişim Tarihi: 04.10.2020; Adnan Gerçek, “Vergilemede Mükellef Hakları ve Türkiye’deki Durumun İncelenmesi”, **Vergi Sorunları**, Şubat 2006, s. 124; Daha fazla detaylı bilgi için **bknz.** Adnan Gerçek, Güneş Çetin Gerger, Çağatan Taşkın, Feride Bakar, Simla Güzel, **Mükellef Hakları Türkiye Perspektifi ve Geliştirilmesi**, 1. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 2015, Ankara; Haluk Egeli, Mehmet Dağ, “Türk Vergi

1.3.1. Hata Düzeltme

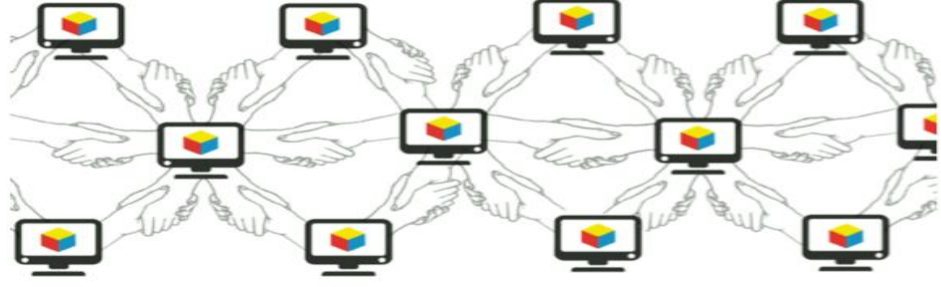
VUK'un 116-126. maddeleri arasında düzenlenen hata ve düzeltme müessesesinin blok zincir sistemi kapsamında nasıl uygulanacağı ya da uygulanması gerektiği konusu başlı başına değerlendirilmesi gereken bir konudur. VUK'un 117. ve 118. maddesi uyarınca vergi hataları, hesap hatası ve vergilendirme hatası olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Bu hataların nasıl düzeltileceğine ilişkin usul de aynı Kanun'un 125. maddesinde düzenlenmiştir.

Hesap hatalarından matrahta hata, miktarda hata ve mükerrer vergilendirme hatası blok zincir sistemi üzerinden ciddi oranda azalacak ya da kaybolacaktır. Örneğin sözleşmeler ve düzenlenen faturalar üzerinden beyannamelerin doğru düzenlenip düzenlenmediği (matrah tespiti), aynı zamanda verginin doğru hesaplanıp hesaplanmadığı (miktar tespiti) kolaylıkla izlenebileceğinden hata ile karşılaşma olasılığı oldukça düşüktür. Mükerrer vergilendirme ise blok zincir sisteminin kullanımıyla tamamıyla ortadan kalkabilir.

Vergilendirme hatalarından şahısta hata, konuda hata, mükellefiyette hata ya da dönem hatalarının da blok zincir sistemi üzerinden yapılan işlemlerde azalması muhtemeldir. Özellikle yanlış bir şahsın vergilendirilmesi blok zincir sistemi üzerinden mümkün olmayacaktır. Kullanıcının sahip olduğu genel ve özel anahtarlar vasıtasıyla dâhil olduğu blok zincir sisteminde vergilendirme işlemi esnasında kriptografik özel algoritmalar kullanılmaktadır. Böylelikle şahısta hata, dönemde ya da mükellefiyette hata yapılma ihtimalinin en aza indirileceği öngörülmektedir.

Blok zincir sisteminde oluşabilecek herhangi bir hata, mükellef tarafından tespit edilebileceği gibi idare tarafından da tespit edilebilecektir. Kim tarafından tespit edilirse edilsin hatanın düzeltilmesi için gereken belirli bir usul vardır. Blok zincir üzerinden hata yapılma ihtimali oldukça düşüktür. Zira sistem, verileri birbiri ile kontrol ederek kısaca veriler üst üste eklenerek oluştuğundan farklı işlem yapılmak istendiğinde izin verilmeyecektir. Eğer hata içeren bir işlem yapılırsa blok zincir yapısında çatallanma yaşanacaktır. Bloklar arası bir tutarsızlık söz konusu olduğunda ya da bir önceki bloğa girilen verilerle bir sonraki blok arasındaki verilerin uyuşmadığı durumda çatallanma

söz konusu olacaktır. Blok zincir konsensüs denilen bir uzlaşma ile sağlandığında sistem tarafından madencilere verilerin doğruluğu için onay verilmesi istenilecektir. Şekil 3.1’de bloklar arası uzlaşmanın nasıl olacağına dair temsili bir şekilde gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Blok Zincir Yapısında Güven Protokolü

Kaynak: TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, a.g.e.

1.3.2. Uzlaşma

Vergi hukukunda uzlaşma kavramı, vergi idaresi ve mükellef arasındaki mevcut anlaşmazlığı ya da doğacak olan anlaşmazlıklarda, uyuşmazlığın yargıya intikal etmeksizin önceden tespit edilip engellendiği bir durumu ifade etmektedir¹⁹⁰. Danıştay bir kararında uzlaşmayı; “*mükellef ile vergi idaresinin, vergiyi doğuran olay ile bu olaya ilişkin işlemler ve bu işlemlerden doğan vergi matrahı ile ilgili iddia ve taleplerinin bir kısmından, anlaşma yoluyla, karşılıklı olarak vazgeçmeleri ve bu suretle aralarında doğmuş ya da doğacak vergi uyuşmazlığını, yargı yoluna başvurmaksızın sona erdirmeleri*¹⁹¹” şeklinde tanımlamıştır.

Tarhiyat öncesi uzlaşma tarhiyat gerçekleşmeden vergi ve ceza miktarı kesinleşmeden, vergi incelemesi esnasında yapılan uzlaşma türüdür¹⁹². Tarhiyat sonrası uzlaşma ise kaçakçılık suçunu oluşturan ve bu durumdan dolayı vergi ziyana sebebiyet

¹⁹⁰ Öncel, Kumrulu, Çağan, **Vergi Hukuku**, s. 154.

¹⁹¹ Mustafa Gültekin, “Uyuşmazlıklarının Çözüm Yollarında Uzlaşma”, **Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi**, Cilt: 0, Sayı: 7, 2016, s. 581. 571-607.

¹⁹² Bahadır Sazak Doğan, “Vergi Uyuşmazlıklarının İdari Çözüm Yollarından Bir Tanesi Olarak Uzlaşma”, **Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi**, Cilt: 1, Sayı: 1, 2018, s.45-57; Onur Eroğlu, Ömer Özgür Eftekin, “Vergi Planlaması Çerçevesinde Uzlaşma Kurumu”, **Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt: 11, Sayı: 2, 2015, s. 233-250.

verilen hallerde “*ikmalen, re’sen ya da idarece tarh edilmiş vergiler*”ve bunlara ilişkin cezaları kapsamaktadır¹⁹³.

Blok zincir sistemine geçişle birlikte uzlaşma müessesesinin de uygulama şekli ve içeriği değişecektir. Blok zincir sisteminde ikmalen ve resen tarhiyat usulündeki olası değişiklikler sonucunda uzlaşmada da değişiklikler yaşanabilir ve kullanımı ciddi oranda düşebilir. Tarhiyat öncesi uzlaşmanın içeriği aynı kalarak sadece uygulanma şekli değişebilir. Akıllı sözleşmeler aracılığıyla tarhiyat öncesi uzlaşma gerçekleştirilebilir.

1.3.3. Pişmanlık ve Islah

Pişmanlık, VUK’un 371. maddesinde yer almakta olup, beyana dayalı vergilerde mükellefin bazı koşullarının sağlanması kaydıyla uyuşmazlıklarının idari aşamada çözüm olanağı sunan bir müessesedir¹⁹⁴. Beyana tabi vergilerin zamanında beyanın yapılmamasına, eksik veya yanlış beyan yapılması hallerini düzeltme imkânı sağlayan bir uygulamadır.

Blok zincir sisteminde mükellefin veya vergi sorumlusunun beyanname ödevini zamanında yerine getirmemesi, beyannamesini eksik veya hatalı vermesi gibi bir durum söz konusu olmayacaktır. Çünkü akıllı sözleşmeler aracılığı ile sistemde yer alan verilere dayanılarak, beyannameler otomatik olarak gerçekleştirilecek, dolayısıyla süresinden sonra beyanname verilmesine ihtiyaç azalacaktır. Sadece akıllı sözleşme olarak sisteme girilmeyen veriler, sonradan sisteme girilirse, bu durumda beyannamenin geç verilmesi değil işlemin gerç yapılmasından kaynaklı bir durum olabilir. Bu durumda da pişmanlıkla beyanname verme müessesesinin usul ve esaslarında değişiklik yapılması gerekir.

1.4. Vergi Kabahatleri ve Suçlarına Blok Zincirin Etkileri

Vergi hukukunda mükelleflere defter ve belge düzeni açısından çok önemli ödevler verilmiş ve bu ödevlere uygun hareket edilmemesi durumunda çeşitli

¹⁹³ Gültekin, a.y.

¹⁹⁴ Burçin Bozdoğan, “Vergi Hukuku ve Ceza Hukuku Normları Açısından Pişmanlık: Sorunlar-Yaklaşımlar-Çözüm Önerileri”, **International Journal of Public Finance**, Cilt: 1, Sayı: 2, 2016, s. 147. Daha detaylı bilgi için **bkz.** Hasan Hüseyin Bayraklı, “Pişmanlık ve Islah Hükümleri Karşısında Vergi Suçlarının Konumu”, **Türkiye Adalet Akademisi Dergisi (TAAD)**, Yıl: 8, Sayı: 31, 2018, ss. 47-64; Doğan Bozdoğan, “Pişmanlık ve Islah Müessesesinin Vergi Cezalarının Yaptırım Gücü Üzerine Etkisi”, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 1, 2017, ss. 153-168.

yaptırımlar uygulanmak üzere düzenlemeler yapılmıştır. İdari para cezaları ile cezalandırılan fiiller hafif nitelikli olarak kabul edilen vergi kabahatlerinden oluşurken, hürriyeti bağlayıcı cezalar verilen ağır nitelikli fiiller ise vergi suçu olarak düzenlenmiştir¹⁹⁵. Vergi kabahatlerinin hazine yararını göz önünde bulundurarak idari düzeni koruması esas amaç iken, vergi suçları kamu düzeninin korunmasını esas almaktadır¹⁹⁶. Blok zincir sisteminin kullanılması durumunda kabahatlerin ve suçların bundan etkilenebilme olasılığı bu bölümde irdelenmektedir.

1.4.1. Kabahatler Açısından

Vergi kabahatlerinin en önemlisi olan vergi ziyayı, VUK'un 341. maddesine göre *“mükellefin veya vergi sorumlusunun vergilendirme ile ilgili ödevlerini zamanında yerine getirmemesi veya eksik yerine getirmesi yüzünden verginin zamanında tahakkuk ettirilmemesi veya eksik tahakkuk ettirilmesi”*dir. VUK'un 344. maddesinde yapılan düzenlemeler çerçevesinde vergi ziyayı kabahatinin üç şekilde cezalandırıldığı görülmektedir. Bunlar bir kat, yarım kat (%50) ve üç kat vergi ziyayı cezası şeklindedir.

Blok zincir sisteminde yapılan işlemler kayıt altında olacağından ve sistemde otomatik bir şekilde tahakkuk ettireceğinden vergi hesaplanmış olacaktır. Lakin vergi ziyayı kabahti olduğunu denetimler esnasında idare tespit ederse ortaya çıkan verginin cezası bir katı şeklinde uygulanmaya devam edecektir. Öte yandan kaçakçılık suçları nedeniyle ortaya çıkarsa hesaplanan verginin üç katı şeklinde vergi ziyayı cezası kesilmektedir. Blok zincir sisteminde de durum aynı şekilde devam etmesi öngörülmektedir.

Vergi kabahatini oluşturan mükellef veya vergi sorumlusudur ve vergi ziyayının nedeni vergilendirme ile ilgili ödevlerin zamanında yerine getirilmemesi ya da eksik yerine getirilmesi neticesinde devletin vergi kaybına uğratılmasıdır. Blok zincir teknolojisinin kullanımı durumunda ise mükellefin yaptığı her işlem “kurumsal örtü” görevi görerek hem devlet tarafından anında haberdar olunacak hem de sistemde

¹⁹⁵ Yusuf Karakoç, **Genel Ceza Hukuku (Genel Kısımlar Vergi Kabahatleri Vergi Suçları)**, Yetkin Yayınları, 2016, Ankara, s. 105-106; Şafak Ertan Çomaklı, Zülküf Ayrangöl, **Vergi Hukuku Genel İlkeler ve Esaslar**, 2016, Savaş Yayınevi, Ankara, s. 163-171; Şükrü Kızılot, Metin Taş, **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, Güncellenmiş 5. Baskı, Gazi Kitabevi, 2013, Ankara, s. 114-116.

¹⁹⁶ Doğan Şenyüz, **Vergi Ceza Hukuku (Vergi Kabahatleri ve Suçları)**, Gözden Geçirilmiş ve Güncellenmiş 9. Baskı, Ekin Yayınevi, 2016, Bursa, s. 55.

meydana gelecek olası tutarsızlıkların görülmesini sağlayacaktır. Böylelikle akıllı sözleşmeler sayesinde mükelleflerin yaptığı işlemler sırasında vergi tarhı otomatik tespit edileceğinden ve beyan sistemine aktarılacağından, akıllı sözleşmeler sayesinde bazı ödevler önemini kaybedebilecektir.

Özellikle ticari işlemlerin tamamının sistem üzerinden gerçekleşmesi durumunda sistemi kullanmaya mükellef kalmayacaktır. Bu bağlamda blok zincir sistemi üzerinden ödevlerin yerine getirilmemesi kavramı farklı bir boyut kazanacaktır. Dolayısıyla bu durum usulsüzlük kabahatlerini de etkileyecektir. Çoğunlukla mükelleflerin ödevleri ile yakından ilgili olan usulsüzlük kabahatleri de yeniden tanımlanması gerekebilecektir

1.4.2. Suçlar Açısından

Vergi suçları VUK'da düzenlenmiş olup, bu haliyle VUK tamamlayıcı, yan veya öteki ceza kanunu niteliğine haiz özel ceza kanunlarından biridir¹⁹⁷. Vergi suçları¹⁹⁸; vergi kaçakçılığı suçu (VUK m.359), vergi mahremiyetini ihlal suçu (VUK m.362), mükellefin özel işlerini yapma (VUK m.363), haysiyet ve şerefe tecavüz (VUK m.5) ve son olarak ekim sayım beyanlarını denetlememe suçu (VUK m.246/2) şeklinde sıralanmaktadır¹⁹⁹.

Blok zincir sistemi öyle korunaklı bir yapıya sahiptir ki mevcutta suç olarak sayılan hususların bu teknolojiyle birlikte yeniden şekillenmek durumunda kalacağı öngörülmektedir. Blok zincir sisteminin sunduğu imkânlardan en büyüğü dijital defter mahiyetinde olan dağıtık kayıt teknolojisidir. Hash'ların zaman damgası içermesi ve yapılan her işlemin kayıt altında oluşu, günümüzdeki defter ve belge sisteminde yaşanan bir takım aksaklıkları ortadan kaldırabilir. Örneğin sahte ya da muhteviyatı itibariyle yanıltıcı belge düzenleme suçunun nasıl şekil alacağını kestirmek zordur. -Zira alıcı ve satıcı anlaşarak yapacakları hileli bir işlemde durumun tespitinin sistem üzerinden nasıl anlaşılacağı noktası netlik kazanmış durumda değildir. Blok zincir sistemi üzerinde kişilerin gerçekliğini tespit etme konusu da tartışmalıdır. Sadece sistemde gerçek olmayan kişiler adına açılan hesaba sistemin giriş izni vermesi söz

¹⁹⁷ Şenyüz, **Vergi Ceza Hukuku (Vergi Kabahatleri ve Suçları)**, s. 9.

¹⁹⁸ Bu suçlar dışında bir de vergi kimlik numarasını bildirmemek veya kullanmamak suçu (VKNK, m.5) da mevcuttur. VUK dışında yer alan vergi mevzuatına özgü bir suçtur.

¹⁹⁹ Karakoç, **Genel Ceza Hukuku (Genel Kısımlar Vergi Kabahatleri Vergi Suçları)**, s. 106; Şenyüz, **Vergi Ceza Hukuku (Vergi Kabahatleri ve Suçları)**, s. 330.

konusu değildir. Diğer yandan vergi kaçaklığı hallerinden defter ve belgelerin yok edilmesi ya da defter ve belgelerde değişiklik yapılması, defter sayfalarının koparılması gibi suçların değişim geçirmesi ve yeniden tanımlanması gerekebilir. Böylelikle vergi kaçakçılık suçunu oluşturan kanunda sayılan bir kısım suçların ortadan kalkmış veya şekil değiştirmiş olması mümkündür.

2. MADDİ HUKUKTAKİ BAZI DÜZENLEMELERE ETKİLERİ

2.1. Vergiyi Doğuran Olaya Etkisi

Vergiyi doğuran olay VUK'un 19. maddesinde “*vergi kanunlarının vergiyi bağladıkları olayın vukuu veya hukuki durumun tekemmülü ile doğar*” şeklinde tanımlanmıştır. Devamında “*vergi alacağı mükellef bakımından vergi borcunu teşkil eder*” hükmüyle ifade edilmiştir. Herhangi bir somut vergi ilişkisi vergiyi doğuran olay ile başlar²⁰⁰. Vergiyi doğuran olay vergilendirme işleminin sebep unsurunu oluşturmaktadır.

Vergi alacağının hukuki durumların tamamlanmasına ve verginin bağlandığı olayın meydana gelmesine bağlanması ile blok zincir sistemi üzerinden yapılacak işlemlerin de bu kapsama girmesi olasıdır. Örneğin Gelir Vergisinde vergiyi doğuran olay gelirin elde edilmesine bağlanmıştır²⁰¹. Gelirin elde edilmesi bazı gelirler için tahsil (ücretle, SMK, GMSİ, MSİ), bazıları için (ticari kazançlar, zirai kazançlar) hem tahakkuk hem de tahsil esasına bağlanmıştır. Bu açıdan gelir unsurlarının elde edildiğinin tespiti blok zincir sistemi üzerinden akıllı sözleşmelerle sağlanabilir. Akıllı sözleşmeler yoluyla tahakkuk esasının başlangıcı mümkün olabileceği gibi bu aşamadan sonra hukuki, ekonomik, fiili tasarruf aşamaları da blok zincir sistemi ile kontrol edilebilir. Böylelikle blok zincir sistemi üzerinden akıllı sözleşme yoluyla bir işlem gerçekleştiğinde ve vergi alacağına yönelik tarh işlemi için sebep unsuru oluşmuş sayılabilir. Belki bu bağlamda GVK ve diğer vergi kanunlarında vergiyi doğuran olayın yeniden tanımlanması ve buna uygun olarak da kanuni düzenlemeler yapılması gerekli ve zorunlu olacaktır.

²⁰⁰ Öncel, Kumrulu, Çağan, **Vergi Hukuku**, s. 89.

²⁰¹ GVK 1. maddesinde gelir; “gerçek kişilerin gelirleri gelir vergisine tabidir. Gelir bir gerçek kişinin bir takvim yılı içerisinde elde ettiği kazanç ve iratlarının safi tutarıdır” şeklinde tanımlanmıştır. **Bknz.** 31.12.1960 tarihli 10700 sayılı R.G.; Doğan Şenyüz, **Türk Vergi Sistemi**, Son Değişiklikler Dahil Genişletilmiş ve Gözden Geçirilmiş 13. Baskı, Yaklaşım Yayıncılık, 2007, Ankara, s. 40; Abdurrahman Akdoğan, **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, 13. Baskı, Gazi Kitabevi, 2017, Ankara, s. 207.

Aynı husus harcama vergileri açısından da benzer sonuç doğurabilir. Örneğin KDV Kanunu uyarınca vergiyi doğuran olay mal veya hizmet teslimine veya ithalat işlemine bağlanmıştır²⁰².–Diğer yandan KDV Kanunu uyarınca mal teslimi ve hizmet ifası öncesinde fatura vb. belgelerin düzenlenmesi söz konusu olduğunda²⁰³ vergiyi doğuran olay gerçekleşmiş sayılacağından, blok zincir sistemi üzerinden yapılacak işlemler esnasında akıllı sözleşmeler yoluyla tahakkuk esasının devreye sokulması ve elektronik ortamda fatura düzenlenmesi ile KDV de doğmuş olacaktır.

Diğer yandan akıllı sözleşmeler ile herhangi bir vergi türü için taraflardan birinin veya her iki tarafın “... olursa... gerçekleşsin” gibi şartlı oluşturduğu bir sözleşmede vergisel yükümlülük meydana gelirse de vergiyi doğuran olay vuku bulmuş sayılabilir. Örneğin, “Avukat A, müvekkili B adına dava dilekçesini Ulusal Yargı Ağı Projesi (UYAP)’a girmesi ile 1.000 birim ödeme A’nın hesabına aktarılacaktır” şeklinde akıllı bir sözleşme imzaladıklarını varsayımı altında, işlemin gerçekleşmesi ile para transferi gerçekleştirecek ve vergiyi doğuran olay vuku bulmuş sayılarak A kişisi serbest meslek kazancı elde etmiş olacaktır. Bu örnekte olduğu gibi vergiyi doğuran olayın, belirlenen şartın gerçekleşme anına bağlanabilir²⁰⁴ olması da mümkündür.

²⁰² Şerafettin Aksoy, **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, 6. Bası, Filiz Kitabevi, 2010, İstanbul, s. 387; Doğan Şenyüz, Mehmet Yüce, Adnan Gerçek, **Türk Vergi Sistemi**, 13. Baskı, Ekin Yayınevi, 2016, Bursa, s. 252-253.

²⁰³ KDV kanununda vergiyi doğuran haller aşağıda belirtildiği gibi sayılmaktadır (KDVK m.10);

- ✓ Mal teslimi ve hizmet ifası hallerinde, malın teslimi veya himetin yapılması,
- ✓ Malın tesliminden veya hizmetin yapılmasından önce fatura veya benzeri belgeler verilmesi hallerinde, bu belgelerde gösterilen miktarla sınırlı olmak üzere fatura veya benzeri belgelerin düzenlenmesi,
- ✓ Kısım kısım mal teslimi veya hizmet yapılması mutad olan veya bu hususlarda mutabık kalınan hallerde, her bir kısmın teslimi veya bir kısım hizmetin yapılması,
- ✓ Komisyoncular vasıtasıyla veya konsinyasyon suretiyle yapılan satışlarda, malların alıcıya teslimi,
- ✓ Malın alıcıya veya onun adına hareket edenlere gönderilmesi halinde, malın nakliyesine başlanması veya nakliyeciyi veya sürücüye tevdi,
- ✓ Su, elektrik, gaz, ısıtma, soğutma veya benzeri enerji dağıtım veya kullanımlarında bunların bedellerinin tahakkuk ettirilmesi,
- ✓ İthalatta, Gümrük Kanununa göre gümrük vergisi ödeme mükellefiyetinin başlaması, gümrük vergisine tabi olmayan işlemlerde ise gümrük beyannamesinin tescili,
- ✓ İkametgahı, işyeri, kanuni merkezi ve iş merkezi Türkiye’de bulunmayanlar tarafından yabancı ülkeler ile Türkiye arasında yapılan taşımacılık ile transit taşımacılıkta gümrük bölgesine girilmesi veya gümrük bölgesinden çıkılması,
- ✓ 5300 sayılı Tarım Ürünleri Lisanslı Depoculuk Kanununa göre düzenlenen ürün senetlerinin temsil ettiği ürünlerin depodan çekilmesi şeklinde sayılmaktadır. **Bknz.** Şenyüz, Yüce, Gerçek, **Türk Vergi Sistemi**, s. 253-254.

²⁰⁴ Gülşen Gedik, “Akıllı Sözleşmelerin Vergilendirme Süreci Üzerindeki Etkileri”, **Mali Hukuk Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 185, 2020, s. 1216.

2.2. Blok Zincirin Katma Değer Vergisi Üzerine Olası Etkileri

2.2.1. Dünya ve AB’de Durum

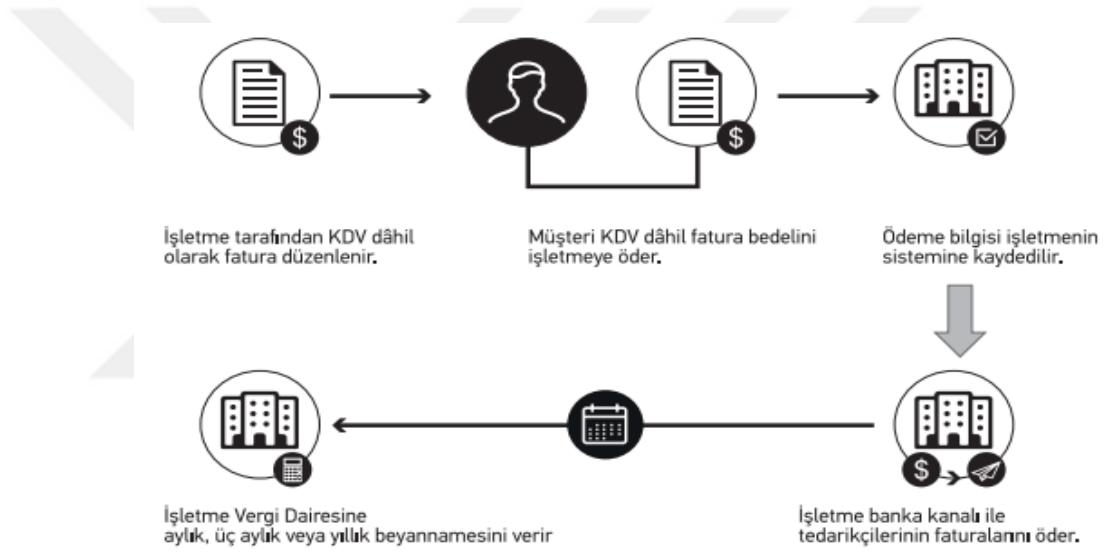
Avrupa Birliği’ne göre KDV, alınıp satılabilen mal ve hizmetlere belirli oranlar uygulanarak hesaplanan genel, geniş tabanlı bir tüketim vergisi şeklinde tanımlanmaktadır²⁰⁵. Günümüzde KDV, devlet bütçelerinin en güçlü gelir kaynaklarından biri olup, vergi idareleri açısından kilit faktöre sahip vergi türüdür. Bu sebepten dolayı devletler daha fazla gelir elde etmek ve bütçe açıklarını kapatmak amacıyla etkili KDV tahsilat yollarını araştırmaktadır. Dijitalleşmenin getirisi olan e-sistemde geleneksel yöntemlere oranla daha fazla tahsilat yapılabilir. Böylelikle elektronik faturaların zorunlu olduğu vergi otoriteleri tarafından KDV eş zamanlı olarak alınmaktadır. Örneğin Brezilya, Macaristan gibi Avrupa ülkeleri de gerçek zamanlı raporlama çözümleri uygulamayı planlamaktadır. KDV’nin mevcut durumunda hem ulusal hem de uluslararası düzeyde çeşitli sorunları da mevcuttur. İşletmelerin ödenmesi gereken KDV tutarını doğru bir şekilde hesaplamak ve vergi otoritelerine sunmak özellikle de KOBİ’ler için bir yükür. Bu durumun iki ana nedeni vardır: Vergi beyannameleri ve ödemeleri (aylık veya üç aylık olarak sabit bir süre boyunca hesaplanır) hesaplamalar işlemin yapıldığı zamana ait değil de fatura tarihlerine dayanmaktadır. Böylelikle hükümetlerin KDV ödemelerini takip etmesi zorlaşmaktadır. Uluslararası alanda KDV verilerini kontrol etmek oldukça meşakkatlidir. Her ülkenin kendi defterlerini tutması zordur. Dolayısıyla KDV hareketleri hakkında sağlıklı veriler elde etmek kolay değildir²⁰⁶.

Varış ülkesi prensibine dayanarak uygulanan KDV, kayıp bir ticaret yaratılmasına müsait olup, sahte işlemler yoluyla ödenmeyen ya da saklanabilen bir vergidir. AB, yıllık olarak KDV’den 60 ila 100 milyar Euro arasında bir miktarı vergileyememekte ve gelir olarak kaydedememektedir. Görünüşte sıradan mal veya hizmet işlemlerinin arkasında gerçekleşen vergi kaçırma işlemlerini tespit etmek kolay

²⁰⁵ European Commission, Taxation and Customs Union, “What is VAT?”, https://ec.europa.eu/taxation_customs/business/vat/what-is-vat_en, Erişim Tarihi: 30.05.2020.

²⁰⁶ Ernest Frankowski, Piotr Baranski, Maecjanna Branowska, “Blockchain Technology and its Potential in Taxes”, **Deloitte**, December 2017, p. 12.

bir iş değildir²⁰⁷. Her yıl KDV kayıp-kaçağı nedeniyle yılda 150 milyar € gelir kaybetmektedir²⁰⁸. KDV'nin rapor edilmeyişinden vergi otoritelerinin denetleme işlemini daha sonra yapması gibi birçok neden sayılmaktadır. Bu gidişatı durdurmak için Hollanda blok zincir tabanlı bir platform oluşturmaktadır. Bu sayede KDV sahtekârlığıyla mücadelede çözüm yolları aramaktadır. Çözüm her faturanın gizli zaman damgası içermesine ve toplu fatura verilerinin vergi makamlarına iletilmesinin sağlanması ile gerçekleşecektir. Sonuç olarak şirketler dürüstçe faturalarını rapor etmek durumunda kalacaklardır. Böylece dürüst olmayanını da vergi idaresi kolaylıkla tespit edebilecektir²⁰⁹.



Şekil 3.1. Blok Zincir Teknolojisinin Kullanılmadığı Durumda KDV İşleyişi

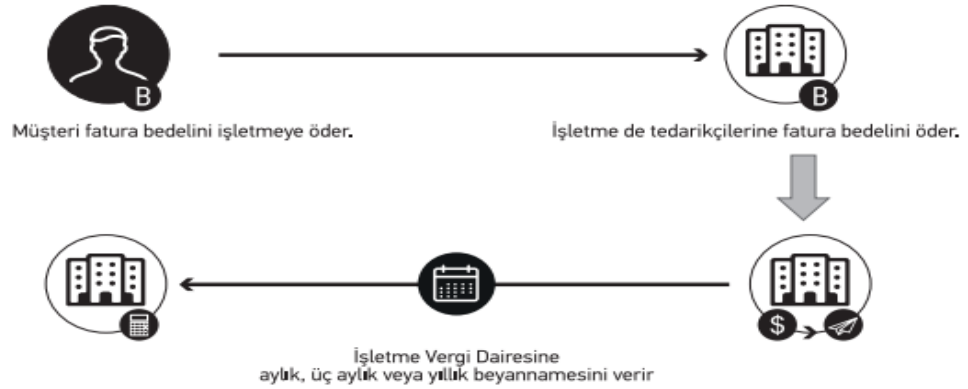
Kaynak: Frankowski, Baranski, Branowska, a.e., p. 13.

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere KDV süreci birden fazla aracı kurumla gerçekleşmektedir. Ödemenin gerçekleşmesi ve işletme sistemine kaydedilmesi ve banka vasıtasıyla ilgili vergi dairesine intikali anında olmamakta belli bir zaman diliminde gerçekleşmektedir. Dahası fatura ve beyanname düzenleme gibi kayıtlara ilişkin hadiseler de belli bir zamanı almaktadır.

²⁰⁷ Richard T. Ainsworth, Musaad Alwohaibi, “Blockchain, Bitcoin, And VAT in the GCC: The Missing Trader Example”, **Boston University School of Law & Economics Working**, Paper No: 17-05, 2017, p. 2

²⁰⁸ European Commission, VAT:EU Member States still losing almost €150billion in revenues, 21 September 2018, https://ec.europa.eu/commission/news/vat-eu-member-states-still-losing-almost-eu150-billion-revenues-2018-sep-21_en, Erişim Tarihi: 08.05.2020.

²⁰⁹ Tom Lyons, Ludovic Courcelas, Kim Timsit, “Blockchain For Government and Public Services”, **A Thematic Report Prepared By The European Union Blockchain Observatory & Forum**, 2018, p. 29.



Şekil 3.2. Blok Zincir Teknolojisinin Kullanıldığı Durumda KDV İşleyişi

Kaynak: Frankowski, Baranski, Branowska, a.y.

Şekil 3.2’de KDV’de vergi zincirindeki birçok işlem blok zinciri ile son bulabilmektedir. Bu sistemde müşterinin faturayı işletmeye ödemesi gerekmektedir. İşletmenin de tedarikçilere faturayı ödemesi yeterlidir. Böylelikle ödenmesi gereken vergi tutarından müşterinin yaptığı şekliyle fiyattan ayrılacaktır. Doğrudan hazineye iletilmesi ile işlem masraflarında ciddi düşüşler meydana gelecektir²¹⁰.

Gelişen teknoloji ile beraber ödeme araçlarında da değişiklikler gözlenmektedir. KDV ödemeleri için ilerleyen süreçte bitcoinin türevleri VATCoinslerin²¹¹ sıklıkla kullanılacağı ifade edilmektedir²¹². Dünya Ekonomik Formu’nun 2016 yılındaki raporunda KDV ödemesi için VATCoin kullanılması durumunda vergi tahsilatında blok zincir teknolojisinin ilk kullanımının yaklaşık beş yıl içinde gerçekleşmesi öngörülmektedir. KDV ödemelerinde VATCoin kullanılması durumunda²¹³;

²¹⁰ Wirtschafsuniversität Wien (WU), “Blockchain 101 For Governments”, **Digital Economy Taxation**, Global Tax Policy Center of Vienna University of Business and Economics, 2017, Vienna, p. 7.

²¹¹ VATCoins sadece KDV ödemeleri için kullanılacak olan dijital para birimi olarak tasarlanmıştır. Hem Bitcoin hem de VATCoin blok zincir üzerine inşa edilmiş dağıtık defter uygulamasıdır. Bitcoin defteri herkese açıktır lakin VATCoin özeldir. VATCoin dünyanın ilk devlet tarafından yönetilen kripto para birimi haline gelebilir. Bitcoin’in aksine spekülative bir para birimi olmayacaktır. VATCoins dijitaldir, fiziksel bir para birimi değildir. Bunlar yalnızca KDV (ya da başka vergi) ödemesi için kabul edilir. VATCoin’deki işlemler kronolojik olarak dağıtılmış bir deftere kaydedilir. Her işlemin geçerliliği, her yargı bölgesindeki hükümet (vergi idaresi) düğümleri tarafından doğrulanacaktır. Bir yargı yetkisine katkıda bulunan düğümlerin sayısı, ilgili ekonomik topluluktaki her bir ülkenin toplam GSYİH’sı ile orantılı olacaktır. Bir VATCoin işlemine dahil olan her işletme, sahip olduğu tüm VATCoins işlem kayıtlarına erişebilecektir. **Bknz.** Richard T. Ainsworth, Musaad Alwohaibi, Mike Cheetham, “Vatcoin: The Gcc’s CryptoTaxCurrency”, Boston Üniversitesi Hukuk Fakültesi, **Hukuk ve İktisat Araştırma Raporu**, No: 17-04, 2016, p. 6.

²¹² Frankowski, Baranski, Branowska, a.y.

²¹³ Ainsworth, Alwohaibi, Cheetham, a.e., s. 1.

- ✓ Ülkeler fatura belgelerinde yazan KDV'leri akıllı sözleşmeler ile VATCoin kullanarak yapabilmektedir.
- ✓ VATCOin sadece KDV ödemelerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Herhangi bir para birimine yada nakite çevrilemez.
- ✓ Bir ürün girdi yapılırken ya da çıktı yapıldığında ödenecek olan vergiler VATCoin sayesinde eş zamanlı olarak kaydedilecek ve böylelikle blok zincire eklenecektir.

2.2.2. Türkiye'de Durum

Türk Vergi Sisteminde KDV'nin kilit noktası hiç şüphesiz indirim mekanizmasıdır. Bu sistem sayesinde mükellef yüklendiği KDV'yi alıcıya yansıtacaktır. Böylelikle hesaplanan KDV'den indirilecek KDV'nin mahsup edilmesi ile birlikte devlete intikal edecek ödenmesi gereken vergi tespit edilmiş olmaktadır. Blok zincir sisteminde tahsil edilen KDV sayesinde en az vergi harcaması yapılarak gelir hazineye girmiş olacaktır. Bunların yanı sıra süreçte yapılan her adım bloklara kayıt edileceğinden devlet açısından önemli bir gelir kalemi olacaktır. Sistem ayrıca vergi tutarını, teslim konu olan hizmet veya malın alış fiyatından otomatik ayırarak iki boyutlu barkodlarla tarayan akıllı sözleşmeler sayesinde ödenmesi gereken vergi doğrudan hazineye intikal edilecektir²¹⁴. Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla da KDV iadeleri de hızlı bir şekilde yapılabilecektir²¹⁵.

Blok zincir üzerinden yapılan işlemlerde akıllı sözleşmelerin kolayca izlenebilirliği sayesinde verginin konusuna giren işlemlerin kolayca tespit edilmesi ve blok zincir sistemi üzerinden anında hesaplanabilir ve tahsil edilebilir olması KDV'nde kayıp ve kaçak miktarını önemli ölçüde azaltacaktır. Özellikle sahte ve muhteviyatı itibariyle yanıltıcı belge işlemlerinin hızlı ve kolay tespiti sayesinde KDV'de meydana gelen gelir kaybı azalacaktır. Diğer yandan sınır ötesi işlemlerin de izlenebilir olması varış ilkesinin uygulanması konusunda ulusal vergi dairelerine kolaylık sağlayacağı da ifade edilebilir. Blok zincirin KDV'ne sağladığı avantajlar sayesinde mevcut durumda yaşanan birçok sorunun üstesinden gelmesine fayda sağlamaktadır.

²¹⁴ Yiğit Yıldız, "Blok Zincir Teknolojisi ve Vergi Denetimi Üzerine Olası Etkileri", **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 366, 2019 Mart, s. 59.

²¹⁵ WU, a.e., s. 8.

Başta KDV gibi vergiler olmak üzere bu sistemde etkin olarak çalışacak mekanizma hiç şüphesiz anında tahsilat olacaktır. Bu bağlamda blok zincir kullanılması durumunda AB ülkelerindeki uygulamalarda da öngörüldüğü gibi kripto bir para biriminin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Öyle ki sadece vergisel anlamda kullanılacak olan bu coinle mükellef istediği vergiyi anında ödeyebilecektir. Örneğin “Türkcoin” ve benzeri bir isimde kullanılabilen bir kripto para birimi ile KDV tahsilatı çok daha etkin ve hızlı tahsilat gerçekleştirilebilir.

Bu öneriler ışığında 2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında yer alan bilgilere göre Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası çıkaracağı blok zincir tabanlı kripto para uygulaması için anlık ödeme sisteminin tasarım ve yazılım aşamalarının tamamlanması sonrası test çalışmalarının yürütülmesi planlanmakta ve böylelikle blok zincir teknolojisinin uygulanması için gerekli çalışmaların gerçekleştirilmesi öngörülmektedir²¹⁶.

KDV işlemlerinde blok zincir uygulamasının başka bir takım avantajları da mevcuttur. Örneğin işletmelerin idari yükü önemli ölçüde azalmakta ve muhasebe hizmetlerinin maliyetlerinden de tasarruf edilmektedir. Yapılan tüm işlemler gerçek zamanlı olarak yapılmaktadır. Akıllı sözleşmelerle yapılan tüm işlemler şeffaf olup saldırılara karşı dayanıklıdır. Bir şirketin mevcut mali durumunu derhal görme imkânı sağlamaktadır. Vergi mükelleflerinin, KDV tutarı hesaplamaları otomatik olarak yapılması, olası hataların önüne geçmekte olup aynı zamanda KDV sahtekârlığını da önemli ölçüde azalacaktır²¹⁷.

2.3. Transfer Fiyatlandırması ve Uluslararası Vergilemede Blok Zincir

Kurumlar Vergisi Kanunu’nun (KVK) 13. maddesi uyarınca *“kurumlar, ilişkili kişilerle emsallere uygunluk ilkesine aykırı olarak tespit ettikleri bedel veya fiyat üzerinden mal veya hizmet alım ya da satımında bulunursa, kazanç tamamen veya kısmen transfer fiyatlandırması yoluyla örtülü olarak dağıtılmış sayılır”²¹⁸*. Madde kapsamında düzenlenen transfer fiyatlandırması yoluyla örtülü kazanç dağıtımının ana özelliği, kurumun vergi matrahını azaltan veya aşındıran bir işlem olmasından dolayı

²¹⁶ Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı, 4 Kasım 2019 tarihli ve 30938 Mükerrer Sayılı R.G.

²¹⁷ Frankowski, Baranski, Branowska, a.y.

²¹⁸ 13.06.2006 tarihli 5520 sayılı R.G.

kurum kazancının “buharlaşmasına” neden olmaktadır. Bu bağlamda ortaklar veya ilişkili kişilere menfaat sağlanmaktadır²¹⁹.

Pek çok ülkenin vergi sisteminde uygulama alanı bulan transfer fiyatlandırması yoluyla örtülü kazanç işlemlerini gerçekleştiren ilişkili kişiler arasındaki işlemler blok zincir yoluyla şeffaf ve hızlı takip edilebilir ve denetlenebilir hale gelecektir. Emsallere uygun olmayan işlemlerin karşılaştırılmasında da özellikle vergi idareleri açısından önemli veriler de elde edilmiş olacaktır. Diğer yandan sınır ötesi işlemlerin izlenebilirliği artacağından vergi kayıp ve kaçakları uluslararası boyutta kolayca tespit edilebilir.

Finansal piyasalarda şirketlerin ve bireylerin yabancı şirketlere yatırım yapması oldukça yaygındır. Yatırımcılar hem kârın yaratıldığı ülkede hem de ikamet ettiği ülkede temettü ödemesinde çifte vergilendirme sorunuyla karşı karşıya gelmektedir. Çifte vergilendirmeden kaçınmak için, çoğu hükümet ikili çifte vergilendirme anlaşmalarına gitmektedir. Bu sayede yatırımcılar çifte vergilendirmeden korunmuş olur. Lakin vergi idareleri arasında uluslararası bilgi alışverişinin yetersiz olması nedeniyle, yatırımcılar vergi beyannameleri için gayri meşru yollara başvurmaktadır. Amaç vergiden kaçmaktır. Blok zincir sisteminde bu sorunun üstesinden gelebilmek adına uygun bir çözüm sağlamak amacıyla bu tür vergi dolandırıcılığını ortadan kaldırmayı ve temettü akışıyla ilgili şeffaflığı artırmayı amaçlayan prototip²²⁰ bir sistem geliştirilmektedir²²¹.

Geliştirilen bu protip sistem; KDV, stopaj vergisi, damga vergileri ve sigorta primleri gibi vergilere uygulanabilmektedir. Örneğin bir işletmenin kârının farklı bölümlere nasıl atfedildiğini belirlerken verilen kararları kodlayabiliyor olması ve kârları dağıtırken şeffaf bir yapıda gerçekleştiriyor oluşu birçok sorunun böylelikle üstesinden gelmektedir. Asıl sorun olan çifte vergilendirme blok zincir sayesinde yok olmaktadır²²². Öyle ki protip sistemin uygulanabilmesi için Estonya ve Finlandiya

²¹⁹ Şenyüz, Yüce, Gerçek, **Türk Vergi Sistemi**, s. 173.

²²⁰ Prototip, Türkçe karşılığı ilk örnek olarak isimlendirilmektedir.

²²¹ Hissu Hyvarinen, Marten Risius, Gustav Friis, “A Blockchain- Based Approach Towards Overcoming Financial Fraud in Public Sector Services”, **Business & Information Systems Engineering**, 59(6), 2017, p. 451.

²²² Mark Schofield, “How Blockchain Technology Could Improve The Tax System”, **PWC**, 2016, 161205-171727-LL-OS, p. 3.

arasındaki sınır ötesi veri değişimi ve dijital hizmetler için ortak bildirge imzalanmıştır²²³.

Uluslararası vergi dünyasında işletmelerin gelirlerini dağıtımı ve vergilendirilmesi büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu kapsamda BEPS Eylem Planı: 1 “dijital ekonominin vergilendirilmesi” ve OECD’de devam eden “Ekonominin Dijitalleşmesini Vergi Sorunlarının Çözümünde Ele Alınan Tartışmalar” şeklinde fikir ayrılıkları hala devam etmektedir. Bu tartışmalarda asıl sorunun bu işletmelerin gelişimi sırasında sermayenin, varlıkların ve faaliyet katkılarını değişen öneminin nasıl dikkate alınacağıdır. Bununla beraber bu yatırımları taraflara nasıl tanınacağıda sorun teşkil etmektedir. Kar ilişkilendirme ve transfer fiyatlandırması çok uluslu şirketler için sorun olmaktadır²²⁴. Blok zincir sisteminde şirketler arası işlemlerin kaydedilmesi idari yükü hafifletmektedir. Özel bir blok zincir kullanımı sonucunda ortak bir nakit havuzu sayesinde kar dağıtımı kolaylıkla aktarılabilir. Yapılan işlemler kullanıcılar tarafından görüldüğü için transferlerin nerelere yapıldığı ve yüzde kaç oranında gerçekleştiği bilinmektedir. Bu kapsamda transfer fiyatlandırması dokümanlarının hazırlanması için iyi bir araç olmaktadır²²⁵. Tablo 3.3’de geleneksel transfer fiyatlandırma süreci ile blok zincirde transfer fiyatlandırması süreçleri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.3. Transfer Fiyatlandırmasında Geleneksel ve Blok Zincir Karşılaştırılması

Geleneksel Transfer Fiyatlandırması	Blok Zincirde Transfer Fiyatlandırması
Kağıt üzerinde şirketler arası anlaşmaların yapılması,	Bulut sunucularında oluşturulan akıllı sözleşmeler ile anlaşmaların yapılması,

²²³ Vienna University of Economics and Business, “Blockchain: Taxation and Regulatory Challenges and Opportunities” Vienna, 15-16 March, 2017 Room EA.0.024 (Building EA, ground floor); Wirtschaftsuniversität Wien (WU), A. Background Note Prepared by the WU/ Net Team, https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/taxlaw/institute/WU_Global_Tax_Policy_Center/Tax_Technology/Backgrd_note_Blockchain_Technology_and_Taxation_03032017.pdf, Erişim Tarihi: 24.05.2020, p. 5-6.

²²⁴ Simon Webber, Wade Owen, Rod Koborsi, “Insight: Blockchain and Distributed Ledgers- Another Wave of Challenges to Tax and Transfer Pricing From the Digital Economy”, **Bloomberg Tax, Daily Tax Report**, 2019, <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report/insight-blockchain-and-distributed-ledgers-another-wave-of-challenges-to-tax-and-transfer-pricing-from-the-digital-economy>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.

²²⁵ Julia Ninck, “Blockchain Technology and Possible (Short) Future Application for Transfer Pricing”, **Professional Transfer Pricing- Transfer Pricing Conference on the WU Transfer- Pricing Research Centre**, 6 March 2018, <https://www.pro-tp.com/blockchain-technology/>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.

İşletmelerin yönetimini doğrulamak için e-posta yazışmaları ve iç belgelerin kullanılması,	Otomatik dağıtık kayıt sistemi ile işlem akımının, doğrulanan işletmelerin yönetiminin ve karar verme sürecinin belirtilmesi,
İşlem belgelerinde tahrifat riski yüksektir.	Blok zincirde tüm hareketler zaman damgalı ve kriptografik olarak mühürlenmiş, kurcalanma olasılığını ortadan kaldırır.
Tüm sistem, tedarik zincirini izlemek için birçok sunucuda kâğıt dokümanlara ve verilere büyük ölçüde bağımlıdır.	Her bilgi blok zincirde saklanır ve erişime izni olan taraflar tarafından görülebilir.
Ödemeler takibi ERP ²²⁶ tabanlıdır.	Ödemeler, belirtilen koşulları karşılamaları halinde akıllı sözleşme (smart payments) ile gerçekleştirilir.

Kaynak: Parekh, P. Blockchain Technology: Possible Future of Digital Transfer Pricing, 2017, Birleşik Krallık, <https://indiataxinsightsblog.ey.com/2017/11/10/blockchain-technology-possible-future-of-digital-transfer-pricing/>, (Erişim Tarihi: 20.04.2020).

Tablodaki karşılaştırma ile geleneksel transfer fiyatlandırmasında şirketler her bir işlem için ekstra zaman ve çaba sarf etmektedirler. Bunun yanında çalışan eleman sayısında da artış oluşmaktadır. Öte yandan akıllı sözleşmeler sayesinde zamandan tasarruf sağlarken, aynı zamanda şirketler için birçok noktada ekstra külfet oluşacak hususlar da ortadan kalkmaktadır.

2.4. Gelir Vergisinde Blok Zincir

Gelir Vergisi Kanunu (GVK) pek çok vergi sisteminde olduğu gibi Türk Vergi Sisteminde de önemli vergilerden biridir. Gelir vergisi sistemi, beyan sistemi üzerine dayanmakla birlikte, kira ödemeleri ya da ücret ödemeleri gibi yoğun gerçekleşen işlemler başta olmak üzere (GVK, m.94) tevkifat yönteminden de yoğun olarak yararlanmaktadır. Örneğin GVK'nın 61. maddesinde ücret işverene tabi ve belirli bir iş yerine bağlı olarak çalışanlara hizmet karşılığı verilen para ve para ile temsil edilebilen menfaatlerdir. Hizmet akdi ile çalışanlara yapacakları ödemedan vergi tevkifat yapmak durumunda olan vergi sorumlularının akıllı sözleşmeler aracılığıyla muhtasar beyanname verme yükünden de kurtulmaları mümkün hale gelecektir²²⁷. Blok zincir teknolojisi ile ücret üzerinden alınan vergilerin tahsili bir yandan işçiler ve işveren arasındaki güvenlik hususunu sağlarken devlet açısından da vergi tahsilatını

²²⁶ ERP (Enterprise Resource Planning), Türkçe karşılığı kurumsal olarak kaynak planlaması anlamına gelmektedir. ERP, bir kuruluşa ait iş süreçlerinin yönetimini kolaylaştırmak amacıyla, ilgili birimlerin verilerinin entegre edildiği modüler bir yazılım sistemidir. **Bknz.** <https://www.digitatek.com/erp-enterprise-resource-planning-nedir-blog>; <https://proente.com/erp-nedir%E2%80%8B/>, Erişim Tarihi: 05.05.2020.

²²⁷ Gedik, a.g.e., s. 1217.

hızlandırmaktadır. Gelir vergisinde blok zincirin akıllı sözleşmeler aracılığıyla uygulanmasında araçların kaldırılmasına izin veren algoritmalar sayesinde gerçekleşebilir²²⁸. Blok zincir sisteminde işverenlerin çalışan maaşlarından vergi ve sosyal güvenlik ödemelerini hesaplamak ve ilgili kurumlara aktarmak gibi yükümlülüklerine gerek kalmayabilir²²⁹. Diğer yandan da kamu gelirleri hızlı ve etkin bir şekilde tahsil edilecek, işletmelerin işlem maliyetleri de azalacaktır. Kaynakta kesintiye tabi tutulan mükellefler de vergi sorumlusu tarafından yapılabilecek olası hata ve hileli işlemlerin risklerinden kurtulmuş olacaktır²³⁰. Blok zincir sistemi altında akıllı sözleşmeler yoluyla uygulanacak bir gelir vergisinde öngörülebilecek adımlar şöyle sıralanabilir²³¹:

- ✓ İşveren, brüt maaş miktarını sisteme ekler,
- ✓ Blok zincir sistemi (yanlızca vergi idaresi, bankalar ve diğer gerekli taraflar), vergisel verileri akıllı sözleşme teknolojisi ile ödeme ile eşleştirilir ve doğru vergi ve sosyal güvenlik tutarlarını hesaplar,
- ✓ Net maaş otomatik olarak çalışanın hesabına ve hesaplanan vergiyi hükümete aktarır,
- ✓ Ücret vergisi süreci daha hızlı ve daha az maliyetli olup nakit akışı daha verimli bir hale gelmektedir.

GVK'nın 84. maddesinde düzenlendiği üzere işveren veya vergi kesintisi yapmakla yükümlü olan kişiler tarafından kesilen vergi matrahlarının toplu olarak vergi idaresine iletilmesi muhtasar beyanname ile gerçekleşir. Gelir daha mükellefin eline geçmeden vergi kesintisi yapılarak devlete beyan edilip, ödenir. Blok zincir teknolojisi muhtasar beyanname işleyişi gibi bir mantığa sahip olup tek farkı işveren ya da vergi kesintisi yapmakla yükümlü kişiye gerek kalmadan sistemin otomatik olarak bu işlemi yapmasıdır. Bu bağlamda bu teknolojiye muhtasar beyanname vermeye gerek kalmayacağı gibi, vergi kesintisi yapacak kişiler üzerinden o sorumluluğu kaldırmış

²²⁸ Tuğçe Akdemir Altunbaşak, “Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi İle Vergilendirme”, **Maliye Dergisi**, 174, Ocak-Haziran 2018, s. 364.

²²⁹ Burçin Bozdoğanoglu, **Dijitalleşme Süreci ve Vergilendirme**, 1. Baskı, Gazi Kitabevi, 2020, Ankara, s. 157.

²³⁰ Yiğit Yıldız, “Türk Vergi Sisteminde Dijital Dönüşüm”, 2019, **Vergi Raporu**, Sayı: 232, s. 237.

²³¹ Muhsin Atçı, “Blok Zincir, Akıllı Sözleşmeler ve Üçlü Kayıt Sistemi Vergi ve Muhasebe Uygulamalarına Katkı Sağlayabilir mi?”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 370, 2019, s. 86.

olması beklenmektedir. Nihayetinde yanlış beyan ya da eksik beyan etme gibi devamında gelecek olan sorunlar vuku bulmayacaktır.

2.5. Akıllı Gümrük Beyannameleri

Vergi idareleri için en büyük zorluk küresel ticaretin yol açtığı aksaklıklardan oluşan sorunlar olmaktadır. Sınır ötesi mallar üzerindeki çoğu vergi tutarı, malların menşei ve varış yeri gibi gümrüklerde beyan edilen bilgilere bağlıdır. Bu bilgiler sadece ödemeyle ilgili değildir, aynı zamanda varış limanında ilgili konularda ticari düzenlemelerin uygulanmasında da önemli bir yol oynamaktadır²³². Blok zincir yoluyla akıllı beyannamelerde işlem yapılması, faturaların şifrelenmiş verilerden oluşması ürünlerin izlenebilirliği açısından önem arz etmektedir.

Akıllı sözleşmeler kullanılarak muhasebe birimlerinin fatura hazırlama süreçleri blok zincir kapsamında bilgisayarlara devredilecektir. Keza bilgisayar, önce blok zinciri kontrol ederek malların stoklara girdiğinin bilgisini işlemektedir. Daha sonra ödemeyi gerçekleştirmek için gerekli kaynağın temin edilmesini ve bir faturanın kendiliğinden ödenmesinin gerçekleşmesini sağlamaktadır²³³. Fatura sisteminde blok zincir tabanlı uygulamalar bazı ülkelerde uygulanmaya başlamıştır. Örneğin Kanada Gelir İdaresi tarafından uygulanan dijital fatura gümrük değişimi (DICE²³⁴) uygulaması, faturalara dijital imza yerleştirmeyi içermektedir. Şifrelerle fatura verileri eşleşince işlem gerçekleşmiş olur. Böylelikle işlem verileri otomatik olarak yapılırken, vergi idaresi mükellefleri arasında işlem paylaşılır²³⁵.

DICE, dijital fatura ve gümrük değişimi olmak üzere iki ayrımdan oluşan uygulama veri güvenliği ve gelir idaresine gözlemlenebilecek işlemsel verilerin merkezi

²³² EY (Building a Better Working World), How Blockchain Could Transform the World of Indirect Tax, EY Report by Bulk, G. and Barr, R. <https://betterworkingworld.ey.com/trust/how-blockchain-could-transform-the-world-of-indirect-tax>, Erişim Adresi: 25.04.2020.

²³³ Burak Özdoğan, Sibel Karğın, “Blok Zinciri Teknolojisi Muhasebe ve Finans Alanlarına Yönelik Yansımaları ve Beklentiler”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Ekim 2018, ISSN: 2146-3042, s. 168.

²³⁴ DICE (DIGITAL INVOICE CUSTOMS EXCHANGE), vergi makamlarının merkezi bir veri tabanı ile çalıştığını varsayan bir sistemdir. DICE uygulaması Kanada Gelir İdaresi tarafından uygulanmaktadır. Bu uygulama Brezilya modelini esas almıştır. Uygulamada olan ülkeler AB üçüncü bir faturalama direktifini kabul ederken, Brezilya dijital faturalandırma rejimini uygulamaktadır. Fatura verilerini dijital kontrolle DICE üzerinden sınır ötesi sahtekârlık önlenmeye çalışılmaktadır. **Bknz.** Richard T. Ainsworth, Andrew Shact, “Blockchain Technology Might Solve VAT Fraud”, **Tax Notes Int’l**, September 26, Volume: 83, Number: 13, 2016, p. 1168.

²³⁵ Ainsworth, Shact, a.e., p. 1167.

iletimi üzerine kuruludur. Sınır ötesi dolandırıcılığı engellemeyi hedefleyen uygulama 8 adımdan ibarettir. Bu adımlar şöyle özetlenebilir²³⁶:

1. Satıcı, mal veya hizmet satışı için gerekli tüm sözleşme koşullarını içeren bir elektronik dosya oluşturur (pro-forma dijital fatura). Satıcı dosyayı kontrol ederek verilerin doğruluğundan emin olduktan sonra dijital olarak imzalar. Bu işlem menşee vergi idaresine iletilir. Bu iletim, dijital bir fatura kullanmak için bir “yetkilendirme talebi” teşkil eder.

2. Menşee vergi idaresi “kullanım izni” talebi üzerine tam otomatik, 7/24 ulaşılabilir şekilde, sadece dosyanın doğruluğunu ve tamlığını basit bir şekilde kontrol eder ve sadece birkaç saniye içinde onay verir.

3. (a) Satıcı tarafından gönderilen ve vergi idaresi tarafından dosyanın eksiksiz ve doğru olduğuna emin olunduktan sonra, menşee vergi idaresi bir kopyayı kaydeder ve elektronik olarak satıcıya yeniden gönderimi imzalar. Bu elektronik imza bir erişim anahtarı olarak işlev görür ve belge, faturanın alıcı, satıcı veya vergi idaresi tarafından doğrulanması için kullanılan işlem için ortak bir deftere geçer. Erişim anahtarı, sabit boyutlu bir alfa sayısal bit dizesidir. Bir kâğıt faturada çoğaltıldığında, barkod veya QR kodu olarak görünebilir. Denetim bağlamında, denetçilerin ticari zincirdeki herhangi bir faturayı bir düğmeye basarak derhal (gerçek zamanlı olarak) çağırmasını sağlar.

(b) Sistemde yapılan işlemlerin bildirimi, tüm belgelerin ve erişim anahtarlarının bir kopyası ile birlikte Satıcıya gönderilen kullanım izni ile eşzamanlı olarak doğrudan hedef vergi idaresine gönderilecektir.

4. (a) Satıcı önerilen bir fatura oluşturur. Erişim anahtarının yanı sıra dosyadaki tüm verileri kapsama alır. (b) Satıcı, teklif edilen faturayı alıcıya iletir.

5. Alıcı, faturanın geçerliliğini kontrol etmek için erişim tuşunu kullanabilir. Alıcı daha sonra (yukarıda) satıcı tarafından atılan adımları çoğaltacaktır.

✓ Alıcı dosyayı dijital olarak imzalar;

✓ Dosyayı hedef vergi idaresine iletir;

²³⁶ Ainsworth, Alwohaibi, a.e., p. 4-6.

6. Hedef vergi idaresi, alıcı tarafından gönderilen dosyayı doğrular, dijital olarak imzalar, kaydeder ve ikinci bir erişim anahtarı üretir. Satıcı ve alıcıdan gelen dosyalar eşleşmelidir.

7. (a) Hedef vergi idaresi, ikinci erişim anahtarını içerecek olan alıcıya kullanım yetkisi verir.

(b) Hedef vergi idaresi, aynı zamanda yetkilendirmenin menşe vergi idaresine eşzamanlı olarak bildirecek ve ikinci bir erişim anahtarı ile birlikte dosyanın bir kopyasını gönderecektir.

8. (a) Alıcı, dosyanın bir kopyasını saklar ve her iki erişim anahtarı takılı olarak satıcıya bir kabul iletir. Tüm sözleşme verilerini ve her iki erişim anahtarını içeren bir KDV faturası düzenlenir.

(b) Satıcı, fatura üzerindeki işlemi sıfıra indirir.

(c) Alıcı ters bir ücret alır.

DICE rejimi sayesinde, hem Menşe hem de Hedef vergi idareleri, yetki alanları dâhilindeki her işlemin yanı sıra tüm topluluk içi ve vergi mükelleflerini içeren topluluk dışı işlemlerin dijital dosyalarına sahiptir. Yapay Zekâ programları, her iki vergi idaresi tarafından, işlem gerçekleştikçe riskin değerlendirilmesi için kullanılabilir. Vergi idaresi, bölgedeki herhangi bir ticari işlemi dijital fatura sertifikasını reddederek derhal durdurma (geçersiz kılma) yeteneğine sahip olmaktadır.

Günümüzde ülkeler iç ticarete veya dış ticarete hizmet ve sermaye akışını, fatura, irsaliye, konşimento gibi isimlendirilen kâğıt dokümanlarla izlemektedir. Sermaye hareketliliğine karşılık gelen ödemeler bankalar yoluyla takip edilmektedir. Bu minvalde dünya ticaretinde yaşanan parasal akış şu şekilde gerçekleşmektedir: Firma 1+ Banka 1+ Banka 2+ Firma 2 şeklinde gerçekleşmektedir.

Bu akışın dijital platformlarda yapılmasının yaygınlaşması blok zincir sisteminin daha da gelişim göstermesine ve böylelikle kâğıt düzeninde ciddi yeniliklerin yaşanacağına işaretir²³⁷. Gümrük işlemlerinde kullanılan otomasyon sistemlerinin blok

²³⁷ Ümmühan Aslan, Cemil Şinasi Türün, “Blok Zinciri Teknolojisi ve Üç Yanlı Muhasebe Sistemi”, İzmir İktisadi ve İdari Bilimler Konferansı, 6-7 Aralık 2018, İzmir,

zincir üzerinden işlem yapması durumunda her bir beyanname akıllı beyanname haline bürünebilir. Matraha uygulanan vergi oranının doğruluğundan, hazırlanması gereken evraklara kadar gerek duyulan bilgiler mükellefler ve idare arasında kolayca paylaşılabilir. Faturalar ile beyannameler arasındaki uyumsuzluk anında sistemde fark edilerek yanlış ya da eksik beyanda bulunulmasının önüne büyük ölçüde geçilmiş olur. Mükelleflerin ithalat ya da ihracat işlemlerine konu yapabilecekleri işlemler ile faaliyetler arasındaki ilişki de kontrol edilerek, gıda işindeki bir firmanın tekstil işlemi yapması gibi uyumsuz durumlar izlenebilir hale gelir. Banka hareketleri de blok zincir sistemi tarafından izlenebilir olduğunda yapılan işlemin her yönde senkronize bir şekilde tamamlanması sağlanır.

Blok zincirde, yapılan işlemler tarihsel ve eş zamanlı olarak görülebilmektedir. Böylelikle değiştirilemez olan zincirdeki veriler bir nevi ilk kaynaktan ulaşılmasını sağlamaktadır. İşlem düğümlerinin geriye doğru izlenilmesi vergi incelemesi, mali suçlarla mücadele, gümrük kıymetinin kontrolü, belgede sahtecilik gibi birçok soruna çözüm olurken gümrük idarelerinin de kapasitesini artırmaya yönelik bir adım olacaktır. Keza mal tedarik zincirinde eş zamanlı olarak verilerin iletilmesi gümrük idaresinin etkili çalışmasına imkân sağlamaktadır²³⁸.

3. VERGİ İDARESİ AÇISINDAN BLOK ZİNCİRİN OLASI ETKİLERİ

3.1. Denetim ve Muhasebe Sistemlerindeki Genel Değişim

Günümüzde vergi denetim sistemi, “mükelleflerin verdikleri beyannameler üzerinden ödeyecekleri verginin, kendileri tarafından tespit edilmesi ve gelir idaresince denetlenmesi esasına dayanmaktadır”²³⁹. Böylesi bir sistemde vergi tahsilatında etkinliğin istenilen seviyede sağlanması için mükelleflerin vergi uyumunun en yüksek seviyede olması ayrıca vergi kaçırma ile vergiden kaçınma gibi davranışlarda bulunulmaması gerekmektedir. Son yıllarda üçüncü bir kişiye veya mekanizmaya gerek

https://www.researchgate.net/publication/329572812_Blok_Zinciri_Teknolojisi_ve_Uc_Yanli_Muhasebe_Sistemi_Cemil_Sinasi_Turun_Ozet#fullTextFileContent, Erişim Tarihi: 26.05.2020.

²³⁸ Gökhan Aktaş, “Akıllı Sınır Yaklaşımı Çerçevesinde Blok Zincir Teknolojisinin Gümrük İşlemlerinde Potansiyel Kullanım Alanları”, **Gümrük Ticaret Dergisi**, 5(14), 2018 Aralık, s. 29.

²³⁹ İbrahim Atilla Acar, Mehmet Emin Merter, “Türkiye’de 1990 Sonrası Dönemde Vergi Denetimi ve Vergi Denetiminde Etkinlik Sorunu, **Maliye Dergisi**, Sayı: 147, 2004, s. 6.

kalmadan ortaya çıkan blok zincir teknolojisi, denetimde sağladığı avantajlar ile bu sorunu çözmektedir²⁴⁰.

Denetim sadece bir işletmenin finansal işlemleriyle değil, aynı zamanda verilerin nasıl işlenip sınıflandırıldığını da kontrol etmektedir. Denetçi bu yapılan işlemleri kontrol ederken bunun satış mı yoksa harcama mı olduğuyula ya da alacaklıya ödeme veya değer yaratıcı bir işlem olduğuyula da ilgilenir. Blok zincir bu ve benzeri problemlere çözüm sunmaktadır. Aynı zamanda muhasebede kayıt tutma, işlem güvenliği ve karmaşık kuralların uygulanması gibi uygulamalarda da dönüşüm yaşanması beklenmektedir. Bunun sonucunda muhasebede temsil edilen becerilerin yelpazesi değişim gösterecektir. Mutabakat sistemi ortadan kalkmış olacak bunun yerine teknoloji danışmanlıkları ve diğer katma değerli faaliyetler gibi alanlarda genişleme söz konusu olacaktır.

Dünya Ekonomik Forumu'nda açıklanan bir raporda 2027 yılına kadar küresel gayri safi hasılanın en az %10'unun blok zincir teknolojisinin içerisinde depolanacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda katılımcıların %58'i 2025 yılında blok zincir teknolojisinin zirve noktasına ulaşmasını beklemektedir²⁴¹. Aşağıdaki tabloda geleneksel muhasebe sistemi ile blok zincir bazlı sistemin karşılaştırması yer almaktadır.

Tablo 3.4. Geleneksel Bir Muhasebe Sistemi İle Blok Zincir Bazlı Sistemin Karşılaştırılması

Geleneksel Muhasebe Sistemi	Blok Zincirde Muhasebe Sistemi
Finansal raporlar, işletmenin muhasebe birimi tarafından hazırlanır.	İşletmenin tüm parasal işlemleri, her bir işleme ilişkin zaman damgalı olarak blok zincire kaydedilmektedir.
Bir denetçi tarafından hazırlanan tabloların güvenilirliği denetlenir.	İşletmenin tüm verileri hem denetçiler hem de kredi veren veyahut yatırımcılar tarafından eş zamanlı olarak görülüp, izlenebilme imkânını sunmaktadır.

²⁴⁰ Demirhan, a.g.e., s. 866.

²⁴¹ World Economic Forum, Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on The Future of Software& Society, Survey Report, September 2015, içinde Shift 6: A Supercomputer in Your Pocket, s. 13, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf, Erişim Tarihi: 26.05.2020.

Denetçinin beyanına güvenmek zorunda olan yatırımcılar ve kredi veren kurum/kuruluşlar yanıltıcı bilgi sunulmadığına güvenmelidir.

Kaynak: Özdoğan, Kargın, a.g.e., s. 168.

Blok zincir sisteminin kullanılmaya başlanması ile vergi denetiminde kuralların baştan sonra revize edilmesi gerektiğini ifade etmek mümkündür. Her işlem ve düzenlenen her belgenin sistem tarafından izlenmesi ve akıllı sözleşmelere konu edilmesi, vergi idaresinin de anlık olarak denetlemesine fırsat verecektir. O nedenle aşağıdaki denetim yollarına blok zincir sisteminin etkilerine yer verilmektedir.

3.2. İnceleme

Vergi incelemesi, denetim yollarından en kapsamlısı ve en önemli olanıdır. Öyle ki, vergi incelemesi çoğu zaman vergi denetimi ile eş anlamlı olarak bile kullanılmaktadır²⁴². Vergi incelemesi, vergiyi doğuran olayın gerçek durumunun ortaya çıkartılmasında önemli bir rol oynamakla birlikte uğranılan hazine kaybının önlenmesinde büyük bir önemi bulunmaktadır. Bu nedenle VUK'da ayrıntılı olarak düzenlenmiştir²⁴³. VUK'un 134. maddesine göre vergi incelemesinin amacı "*defter, hesap ve kayıtlara dayanılarak ödenmesi lazım gelen vergilerin doğruluğunu araştırmak, tespit etmek sağlamak...*" şeklinde tanımlanmıştır. Bu düzenlemeye göre, inceleme bir süreçtir ve bu tarh zamanaşımı süresi (5 yıl) içinde olabilir²⁴⁴.

Bu bağlamda vergi incelemesinde, mükellefin ödediği verginin defter, kayıt ve belgeler ile gerekli görüldüğü hallerde yapılacak muhasebe dışı envanterlerden elde edilecek bulgulara uygunluğunun araştırılarak doğruluğunun saptanması veya sağlanması sağlanır²⁴⁵. Bu açıdan vergi adaletinin sağlanması amacına hizmet etmektedir²⁴⁶. Vergi incelemesinin bir başka amacı da vergi kayıp ve kaçagını önleyici

²⁴² Namık Kemal Uyanık, Bilirkişilik Müessesesi ve Vergi İncelemeleri, **Vergi Dünyası Dergisi**, Sayı 156, Ağustos 1994, 1981'den 2003'e Vergi Dünyası Dergisi Tarama CD'si (vded/2003), Aktaran: Fazıl Tekin, Ali Çelikkaya, **Vergi Denetimi**, Gözden Geçirilmiş ve Güncelleştirilmiş 8. Baskı, Seçkin Yayınları, 2018, Ankara, s. 172.

²⁴³ Tekin, Çelikkaya, **A.e.**, s. 173.

²⁴⁴ Nihal Saban, **A.e.**, s. 449.

²⁴⁵ Abdurrahman Akdoğan, Vergi İncelemesi, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayın No: 127, **Maliye ve Vergi Hukuku Enstitüsü Yayınları**, No: 8, 1979, Kalite Matbaası, Ankara, s. 4.

²⁴⁶ Ümit Süleyman Üstün, **Nasıl Bir Vergi Denetimi ve Vergi Yargısı?**, Çağa Hukuk Ödülü (10. Yıl Ödülü) 2011, Beta Basım, 1. Baskı, 2013, İstanbul, s. 38.

ve dolayısıyla mükellef ve sorumlularının doğru beyanda bulunmalarını sağlayıcı tedbirler almaktır²⁴⁷. İnceleme mükellef ile birlikte yürütülür. Bu sürece mükellef de katılır. Bu katılımın; defter, kayıt ve belgeleri incelemeye hazır hale getirme, çalışma yeri gösterme, bilgi ve izahat verme, işyerini gezdirme, incelemenin tamamlanma aşamasında tutanağın hazırlanmasında bulunma ve imzalanmasında yer alma gibi hususları bulunmaktadır²⁴⁸.

Vergi incelemesi yapmaya yetkili olanlar²⁴⁹ da aynı Kanun'un 135. maddesinde düzenlenmiştir. Detaylı bir şekilde mükellefin defter, kayıt ve belgeleri üzerinden kontroller gerçekleştirilerek yapılan vergi incelemeleri blok zincir sistemi üzerinden gerçekleştiğinde bazı hususların da yeniden düşünülmesinde fayda olacaktır. Örneğin defter ve belgeler şeffaf yani sürekli ulaşılabilir ve açık mı olacak? Vergi idaresi defter ve belgeleri istediği zaman kontrol edebilecek mi yoksa şu an mevcut uygulamada olduğu gibi ibraz edilmesini mi isteyecek? İbraz ödevi olacak mı? Dolayısıyla bu tip soruların cevaplarına göre incelemelerin de farklılaştırılması mümkündür. Örneğin, mükellefin doğru girmedeği ya da kayıt dışı tuttuğu veriler nedeniyle verginin zamanında tahakkuk ettirilmemesi ya da eksik tahakkuk ettirilmesi durumunda vergi ziyayı kabahatinin yeniden tanımlanması gerekecek ve incelemenin nasıl bir usul içinde seyretmesi gerektiğine dair yeni düzenlemelere ihtiyaç duyulabilecektir.

Diğer yandan blok zincir teknolojisinin yaşama geçmesi ve giderek ağırlığının artma ihtimali dikkate alındığında vergi incelemelerinin büyük bir kısmının elektronik ortama kayacağını söylemek de mümkündür. Bu bağlamda vergi incelemesine yönelik usul ve esaslarında yeni düzenlemelere ihtiyaç duyulması kaçınılmaz görülmektedir. Diğer yandan vergi inceleme elemanlarının eğitiminde ve kullanabilecekleri denetim araçlarında da farklılıklar olması da muhtemeldir. Buna paralel olarak vergi idaresinin daha fazla dijitalleşmesi de zorunlu olacaktır.

²⁴⁷ Karakoç, **Genel Vergi Hukuku Ders Kitabı**, s. 242-243.

²⁴⁸ VUK, m.256-257 geçmektedir.

²⁴⁹ Buna göre; “vergi müfettişi ve müfettiş yardımcısı, defterdar, ilin en büyük mal memuru, vergi dairesi müdürleri, Gelir İdaresi Başkanlığı merkez ve taşra teşkilatında müdür kadrolarında görev yapanlardır”. Her ne kadar defterdar, müdür, müdür kadrolarında görev yapanların denetim yetkisi olsa da bu istisnai bir yetkidir. Denetim görevi esas olarak vergi müfettiş ve müfettiş yardımcıları tarafından gerçekleştirilmektedir. **Bknz. Bilici, A.e.**, s. 65; Erdoğan Öner, **Vergi Hukuku (Öğrenci Özel Baskısı)**, Gözden Geçirilmiş ve Güncellenmiş 8. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 2017, Ankara, s. 103-104.

3.3. Yoklama

Yoklama VUK'un 127. maddesi uyarınca “*vergi idaresinin yükümlüleri ve yükümlülükle ilgili maddi olayları, kayıtları ve konuları saptamaya yönelik araştırma işlemleridir*”. Örneğin serbest meslek erbabının işe başladığının işyerinde araştırılması ya da işi bırakma bildiriminin doğruluğunun yine iş yerinde araştırılması, herhangi bir gayrimenkulün kiraya verilip verilmediğinin soruşturulması yoklama işleminin konusunu oluşturur²⁵⁰. Yoklama işlemi, diğer denetim yollarında olduğu gibi asıl icrai işlem olan vergi tarhına hazırlayıcı niteliktedir²⁵¹.

Yoklama, özel yoklama yetki belgesi verilmiş memurlar tarafından yapılmaktadır. Bu bağlamda, yurttaş hak ve hukuku bakımından yoklama amacıyla denetime gelen Maliye'den geldiğini bildiren memurlara kimlik sorulmalıdır. Keza bunu öğrenmek vergi yükümlüsünün hakkıdır²⁵². VUK'un 128. maddesinde yoklamaya yetkili olanlar sayılmıştır. Bunlar; vergi dairesi müdürleri, yoklama memurları, yetkili memurlar tarafından yoklama işiyle görevlendirilenler ve vergi incelemesine yetkili olanlar olarak belirtilmiştir. VUK'un 130. maddesinde, yoklamanın ne zaman yapılacağı ilgili mükellefe bilgi verilmez, yoklama her zaman yapılabilir. Yine aynı kanun maddesinin devamında (VUK m.131-132) yoklama sonucu tutanak niteliğindeki yoklama fişine kayıt yaptırılır. Bu fiş ilgili kişiye imzalatılıp bir nüshası da ona verilir. Ayrıca VUK m.133'de toplu yoklama ile ilgili yasada düzenlemede mevcuttur.

Akıllı sözleşmeler ve blok zincirin kullanılması ile yoklama sırasında günlük hasılatın tespiti, elektronik defterlerin tasdik vb. işlemlerinin yapılıp yapılmadığı, sistemdeki faturalar ile fiili olarak işyerinde bulunan malların karşılaştırılması gibi işlemler de hızlı ve kolay yapılabilir. Bu anlamda yoklama müessesesinde de buna uygun hukuki düzenlemeler yapılması mümkündür.

²⁵⁰ Mualla Öncel, Nami Çağan, Ahmet Kumrulu, Vergi Hukuku, Cilt: 1, 2. Bası, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları: 548, 1985, Ankara, s. 114.

²⁵¹ Öncel, Çağan, Kumrulu, **Vergi Hukuku**, s. 101-102.

²⁵² Ahmet Erol, **Vergi İncelemesi & Mükellef Hakları**, İstanbul Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası, Yayın No: 133, 2010, s. 18-19.

3.5. Bilgi Toplama

Bilgi toplama mekanizmaları blok zincir sayesinde tamamen sistemin verileri ile bambaşka boyut alabilir. Devamlı bilgi almak mümkün olacağından vergi idaresi şüpheli işlemleri kolayca tespit edebilecektir. Ayrıca devamlı bilgi vermek zorunda kalınmadan sistem üzerinden otomatikman verginin konusuna giren bir çok işlemin takip edilmesi de kolay olabilir. Ölüm olaylarının bildirilmesi gibi sürekli bilgi verme kapsamında sayılabilecek işlemler ile talep halinde bilgi istenmesi blok zincir sistemi üzerinden hızlı ve etkin şekilde gerçekleşebilir. Mükellefler sistemde hazır bilgileri elektronik ortamda hızlıca düzenleyip vergi idaresine gönderebilirler.

Ayrıca denetimde “kısmi güvence” devrinin kapanacağı “tam güvence” devrine geçileceği öngörülmektedir. Zira blok zincir sistemi sayesinde eş zamanlı denetim söz konusu olacağından tam otonom denetimler devrinin başlaması mümkündür. Blok zincir sistemiyle klasik muhasebeci ve denetçilerin yanında blok zincir ve kripto para uzmanlarının istihdamı²⁵³ kaçınılmaz olabilir.

4. DİĞER BAZI DURUMLARDA BLOK ZİNCİRİN OLASI ETKİLERİ

4.1. Devletler Açısından Blok Zincirin Olası Etkileri

2016 yılında İsviçre'nin Davos kentinde düzenlenen Dünya Ekonomik Forumunda, bazı ülkeler 2023 yılına kadar blok zincir sistemine geçeceklerine dair açıklamalarda bulunmuşlardır²⁵⁴. Dünya Ekonomi Formu raporunda yapılan bir ankete göre ankete katılanların %73,1'i vergileri ilk olarak 2025 yılına kadar bir blok zincir kullanılarak tahsil edileceğini bildirmektedir²⁵⁵. Dolayısıyla çok da uzak olmayan bir dönem içinde blok zincir sistemine geçen ülke sayısında hızlı bir artış olacağını söylemek zor değildir²⁵⁶.

²⁵³ Cevdet Kızıl, Gülay Selvi Hanişoğlu, “Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar Muhasebe İle Denetimde Kuralları Değiştiriyor”, **Dünya Gazetesi**, 12 Ekim 2019 Cumartesi Tarihli Köşe Yazısı, Sayfa: 10, “Çevrimiçi” <https://www.dunya.com/kose-yazisi/blok-zinciri-teknolojisi-ve-kripto-paralarla-muhasebe-ile-denetimde-kurallar-degisiyor/455144>, Erişim Tarihi: 26.05.2020.

²⁵⁴ Ainsworth, Alwohaibi, a.e., p.1.

²⁵⁵ World Economic Forum, <https://www.weforum.org/>; <https://www.coindesk.com/world-economic-forum-governments-blockchain> Erişim Tarihi: 10.05.2020.

²⁵⁶ Blok zincir sisteminin pratikte uygulandığını görmek de mümkündür. Örneğin Kanada’da eyaletler arasındaki işlemler açısından restoran sektöründe 2018-2019 mali yılında uygulanması planlanan blok zincir sistemi önemli ve öncül bir atılım olarak görülebilir. 53 milyon dolar yatırım ile yapılan sistem, 20.000 işletme tarafından zorunlu olarak kayıt satış kayıt modülleri kullanılmak üzere tasarlanmıştır. 34.4

Blok zincir uygulamasının hem devlet veri tabanlarında hem de ağ sistemlerinde bir devrim gerektireceği söylenebilir. Blok zincir sistemi sadece vergisel işlemlerin kullanılması ile sınırlı kalmayacak pek çok alanda da kendini gösterecektir. Bu bağlamda hükümetler bu sisteme geçiş aşamalarında her türlü aşamaları dikkatli bir şekilde gerçekleştirmelidir. Blok zincir uygulanmasının yasal sistemde geniş kapsamlı bir takım değişiklikleri gerektireceği de gözden kaçmamalıdır. Örneğin veri tabanları, fikri mülkiyet ve yasal kimlikler ile ilgili düzenlemeler gözden geçirilmelidir. Aynı zamanda blok zincir hem küçük hem de büyük işletmeler için gerçek zamanlı, otomatik vergi süreçlerinin uygulanmasında itici bir faktör olabilir²⁵⁷. Böylelikle sistem vergi kaçakçılığı riskini azaltmaktadır. Vergi idarelerinin izleme kapasiteleri artarak vergi uyumunun en üst seviyelere çıkarılması mümkündür²⁵⁸.

Blok zincir sisteminin devlet açısından vergilerin daha erken toplanması, paylaşılan bilgilerin doğruluğundan tereddüt edilmemesi ve denetimin daha etkin sağlanması gibi bir takım avantajları mevcuttur. Örneğin bir vergi otoritesinin her vergi mükellefinden zaman zaman bilgi alması gerekmektedir. Blok zincirle beraber vergi fonksiyonları akıcı, etkili olurken verimlilikte sıçrama yaşanması beklenmektedir. Bunun yanında verginin tahsil edilme şeklinin de değişiklikten nasibini alması öngörülmektedir. Bunlara ek olarak paylaşım ekonomisiyle gelir veya satıştan doğan vergilerin toplanma sorumluluğu blok zincirdeki katılımcılar aracılığıyla gerçekleştirilecektir²⁵⁹.

milyon \$'lık toplam uygulama maliyetinin 940 milyon \$'lık gelir elde etmesi ve bunun da bir sonraki adımda 2.1 \$'a ulaşması öngörülmektedir. Quebec Gelir İdaresi zorunlu olarak kayıt satış modülleri aracılığı ile satışları güvenli belleğe kaydedecek, satış bilgilerini her bir makbuzun üzerine güvenli bir dijital imza içeren bir barkoda iletecek ve restoran endüstrisindeki muhasebe kayıtları standartlaştırılarak her ay Gelir İdaresine iletilen bir özet oluşturulacaktır. **Bknz.** Alexis R.Rocamora, Aryanie Amellina, "Blockchain Applications and the Sustainable Development Goals- Analysis of Blockchain Technology's Potential in Creating a Sustainable Future", **Institute for Global Environmental Strategies (IGES)**, Kanagawa, Japan, 2018, p. 49-51.

²⁵⁷ Deloitte, "Blockchain Technology and its Potential in Taxes", December 2017, s.11, Erişim Adresi: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pl/Documents/Reports/pl_Blockchain-technology-and-its-potential-in-taxes-2017-EN.PDF, Erişim Tarihi: 04.05.2020. pp. 1-19.

²⁵⁸ Dimaz Ankaa Wijaya, Joseph K.Liu, Dony Ariadi Suwarsono, Peng Zhang, "A New Blockchain-Based Value-Added Tax System", **11th International Conference**, ProvSec 2017 Xi'an, China, October 23-25, 2017 Proceedings, s. 471. **Aynı Yönde Bknz.** Birol Ubay, "Blockchain Teknolojisi ve Dijital Ekonominin Vergilendirmesi Üzerine Olası Etkileri", **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 371, 2019, s. 99.

²⁵⁹ Schofield, a.y.

Blok zincir tabanlı vergi sistemlerinde özellikle gelişmekte olan ülkeler için yurt içi kaynak ve vergi kapasitesinde iyileşmeler görülebilir ve etkinlik artabilir.

4.2. 3568 Sayılı Yasa Kapsamında Meslek Mensuplarına Olası Etkisi

Blok zincir teknolojisinin geniş bir kullanım alanı olması bir çok meslek dalının yapısında ve iş yapış modellerinde değişiklikler olacağına dair önemli bir göstergedir. Bu meslek gruplarından biri de özellikle devlet ile mükellef arasında köprü görevini üstlenen 3568 sayılı yasa²⁶⁰ kapsamında çalışma usul ve esasları düzenleme altına alınan Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik ve Yeminli Mali Müşavirlik mesleğidir. Bu meslek grubunun çalışma şeklinin değişikliğe uğraması muhtemeldir.

Kayıt düzeninin artık kağıt ortamında değil diğital ortamlarda gerçekleşmesi sebebiyle muhasebe mesleğinin görev ve işleyişi gittikçe farklılaşmış olacaktır. Beyanname verilmesi, Ba-Bs formlarının düzenlenmesi, KDV hesaplanması, tevkifat yapılması, rapor düzenlenmesi gibi aslında pek çok konu da sistemde otomatik olarak gerçekleşebilecek veya sistem üzerinden kolaylaşacaktır.

Söz konusu meslek mensuplarının işleyişindeki değişiklikler özellikle muhasebe sistemlerinde otomasyon ve diğitalizasyondan daha fazla yararlanılması ile birlikte büyük oranda vergi danışmanlığına kayacak ve bunun yanında belki de “*blok zincir vergi müşavirliği*” vb. yeni fonksiyonlar da kazanacaktır. Bu mşavirliğin temel görevi vergi kanunlarına hakim olmakla birlikte, özellikle uluslararası alanda atılan adımları yakından takip ederek blok zincir teknolojisi konusunda mükelleflere hizmet vermek, uluslararası sorunları zmek de eklenebilecektir. Meslek mensuplarının mükellefler adına blok zincir sistemi üzerinden işlem yapılabilmesi için de farklı yazılımlara ihtiyaç duyulabilir.

²⁶⁰ 13.06.1989 tarihli 20194 sayılı R.G.

SONUÇ

Dünyayı etkisi altına alan küreselleşme olgusu beraberinde bir çok devrimi de getirmiştir. Bunlardan ilki sanayi 1.0 ile başlayan süreçte buhar gücünün kullanılması sürecin en önemli özelliklerindendir. İnsan gücünün yerini makinelerin alması ve sonunda seri üretime geçilmesi bir sonraki dönem olan sanayi 2.0 sembolü olmuştur. Daha sonra bilgisayarların insan yaşamına girmesi bilgi iletişimin hızla yayılması sanayi 3.0'ın temellerini oluşturmaktadır. Dijital çağın temel yapı taşları mikroçipler, daha az enerji kullanımı, elektronik ve bilgi teknolojilerinin geliştirilmesi yine bu çağın en önemli hadiselerindendir. Endüstri 4.0 denilen süreçte nesnelerin interneti, bulut bilişim, yapay zeka, büyük veri ve blok zincir sistemi döneme damgasını vurmaktadır.

2008 yılında yaşanan tüm dünyayı etkisi altına alan finansal krizin sonucunda devletlere olan güven sarsılmıştır. Bir kurtarıcı yol olarak dijital para olgusu kendini göstermeye başlamıştır. Kriptoloji biliminin bir sonucu olarak kripto paraların ortaya çıkışı finansal krizin sonucudur. Bitcoin'in çıkış amacı finansal sektörü tam anlamıyla değiştirmektir. Herhangi bir merkeze bağlı olmadan, daha hızlı ve kolay, güvenilir bir ağ üzerinden para transferinin mümkün olabileceğine vurgu yapmaktadır. Öyle ki iki kullanıcı arasında şifreleme yöntemiyle para transferleri gerçekleşmeye başladı. Sadece para transferleriyle ilk etapta gündeme gelen Bitcoin teknolojisi aslında arkasında barındığı büyük bir teknoloji kapsamaktadır. Bu teknoloji blok zincir teknolojisidir.

Blok zincir teknolojisi eşten eşe işlemlerin yapılmasına olanak sunan değiştirilemez yapısı sayesinde oldukça güvenli bir sistem olarak ifade edilmektedir. Yalnız yetkili kişilerin işlem yapmasına olanak sağlayan sistem merkezi olmayan dağıtık bir ağ üzerinde çoklu şekilde depolanan veri tabanı olarak anlaşılmaktadır. Gelen her veri kişiler arasında anahtar vasıtasıyla oluşturulup ağdaki madencilere gönderilmektedir. Saniyeler içinde gerçekleşen onaylama işleminin sonucunda bloklara yeni bilgi eklenir. Eklene eklene devam eden bu süreç sonucunda bir blok ortaya çıkar ki ismini de buradan almaktadır. Her bir veri, bir zinciri temsil eder ve sonunda blok yapısı ortaya çıkar. Blok zincirin en önemli unsuru dağıtık defter teknolojisidir. Bu yapı sayesinde ağ üzerinde çoklu kayıtların depolanması, saklanması gerçekleşmektedir.

Blok zincir yapısının bitcoinden sonra en büyük uygulama alanı akıllı sözleşmelerdir. Sözleşmelerin kodundan kaynaklanan eylemlerin sırasıyla gerçekleşmesini ifade eden ve blok zincire gömülü sözleşmeler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yapı ile anlaşma şartları, tarih ve yerine getirilmesi gereken hususlar yer alır ki bu özellikleri ile birçok alanda kullanımı gerçekleştirmiş olur. Tedarik aşamasından, oylamaya, sağlık sektöründen, emlak sektörüne kadar geniş bir yelpazede uygulanmaktadır. Blok zincir uygulamasında önde olan Estonya gibi ülkeler bir uygulama ile blok zinciri hayatlarına dahil etmektedirler.

Çalışmanın temelini oluşturan asıl sorunun blok zincirin vergi uygulamalarında nasıl bir etki yaratacağıdır. Vergi usul hukukunun vergilendirme süreçlerine olası etkileri üzerinde durulmuştur. Tarhiyat işlemlerine vergi dairesinin matrah ve oranlar üzerinden hesapladığı vergi tutarını blok zincir sisteminde akıllı sözleşmeler yoluyla sistem kendiliğinden hesaplayıp tahsilat aşamasına geçmesi öngörülmektedir. Tebligat işlemlerinde mükellef blok zincir sisteminde yaptığı her işlem kendi onayına tabi olduğu için vergi idaresinin vergi borcunu tebliğ etmesi gibi bir durum söz konusu olmayacaktır. Mükellefin anında haberi olacak ve devletin tebliği ile ilgili bir endişesi olmayacaktır.

Blok zincir üzerinden yapılan tebligat sonucu otomatik olarak tahakkuk aşamasına geçilecektir. Vergi sorumlusu ya da mükellefin bu aşamada kanuni haklarını kullanma hakları saklı kalacaktır. Mükellefin dava yoluna gitmesi veya uzlaşmaya gitmeyi tercih etmesi durumunda blok zincir yapısında buna göre bir ayarlanma yapılması gerekmektedir. Tahsilat aşaması hiç şüphesiz blok zincirin en etkin olacağı alandır. Vergi borcu kesinleştikten sonra stopaj usulü gibi anında vergi, devlet hazinesine intikal etmiş olacaktır. Böylelikle devlet gelir kaybına uğratılmadan eksiksiz bir şekilde hazineye gelir aktarılmış olacaktır. Tahsilatın blok zincirin uygulamalarından biri olan kripto paralar vasıtasıyla yapılması da sistemin daha etkin kullanılacağı düşünülmektedir. Hata düzeltme, uzlaşma, pişmanlık, vergi cezalarında indirim gibi müesseselerin blok zincire geçişle mahiyetinde değişikliklere uğraması öngörülmektedir.

Bir diğ er blok zincirin etkileşime gireceğı konu ise m ukellefin  devleridir. İşe başlamayı bildirme, işi bırakma, adres değışikliğı gibi ödevleri sisteme ilk giriş kaydı ile beraber başlayacak, daha sonra m ukellefin devleti bilgilendirmesi gibi bir s ureci yaşamadan hızlı bir şekilde işlemlerine devam edebilecektir. Blok zincir yapısında kişinin genel ve özel anahtarı sayesinde işlem yapabilmesine olanak sağılaması ve genel anahtarla herkese açık işlemleri gerçekleştirmesi öngörülmektedir. Beyanname verme  devi sistem tarafından akıllı sözleşmeler sayesinde otomatik olarak hesaplanabilecektir.

Blok zincir yapısının en çok etkileyeceğı bir başka konu ise defter ve belge düzenini olacaktır. Defter-i kebir olarak kendisinden bahsedilen bu teknolojiye yapılan her işlemin kayıt altında olması m ukellefin bu  devindeki yükümlülüğünü gitgide azaltmaktadır. Blok zincir sisteminde böyle bir yükümlülüğün varlığı muhtemelen ortadan kalkacaktır. Sahte fatura ve belge kullanımı fiziken mümkün olmayacaktır. Sistemde herşeyin kayıtlı ve değıştirilemez oluşu ve büyük bir dijital defter görevi görmesi sebebi ile m ukellefin yükümlülükleri de şekil değıştirecektir. Böylelikle kayıt dışı ekonominin önüne geçilmesi öngörülmektedir. Diğ er taraftan saklama ve ibraz  devi de önemini yitirecektir. Her bir kullanıcı tarafından korunan verilerin tek bir merkezde olmaması sebebiyle son derece korunaklı bir şekilde saklanacaktır.

Maddi vergi hukuku açısından vergiyi doğıuran olayın tanımının blokzincir sistemine uygun hale getirilmesi gerekecek, akıllı sözleşmeler bu konuda kilit role sahip olacaklardır. M ukellefler kolayca tespit edilebilecek beyan üzerine tarh, kesinti yoluyla vergilendirme gibi uygulamalar farklı bir düzenek içinde gerçekleştirebilecektir. Pek çok şey otomatik bir hale gelecektir. Özellikle uluslararası önemi de büyük olan KDV’de blok zincirin kullanımı hem m ukellef hem de devlet açısından büyük kolaylık sağılamaktadır. KDV  demelerinde VATCoin kullanılması e  zamanlı olarak verginin ödenmesinde avantaj sağılamaktadır. Türk vergi sisteminde KDV iadeleri akıllı sözleşmeler aracılığıyla gerçekleşmesi durumunda çok hızlı bir şekilde olacaktır.

Bir diğ er kolaylık sağılanacak alan vergi transfer fiyatlandırmasıdır. Özellikle çok uluslu şirketlerin kurumun vergi matrahını azaltan ya da aşındıran bir olgu olan transfer fiyatlandırması, blok zincir üzerinden uygulanacak akıllı sözleşmelerdeki

şartlarda ne ortaya konulduysa anında gerçekleşmesi öngörülmektedir. Öte yandan akıllı gümrük beyannameleri ise küresel ticarete yaşanan sıkıntıların önüne geçmektedir. Sınır ötesi malların vergi tutar, takibi, gümrüklerde beyan edilen verilerin doğruluğu sistem tarafından kolaylıkla izlenebilir ve denetlenebilir bir halde olacaktır. Bu konuda dijital fatura gümrük değişimi (DICE) uygulamasını hayata geçiren Kanada Gelir İdaresi örnek olarak dikkate alınabilir.

Blok zincir sistemine geçiş ile birlikte kripto para kullanımı da yasal ve ulusal bir konuma geçebilir. Diğer deyişle blok zincir sistemi kripto paralar gibi öteden beri blok zincir sistemi üzerinde zaten çalışabilen uygulamalara ayak uydurmak zorunda kalacaktır. Nitekim Avrupa Birliği ve Amerika da dahil pek çok ülke kendi kripto para biriminin hazırlıklarına başlamıştır. Dolayısıyla Türk Vergi Hukuku da dahil Türk Hukuk sisteminde blok zincirin uygulanmaya başlaması ile birlikte Türkiye’ye özgü bir para birimi, örneğin Türk Coin, ihtiyacı hasıl olacaktır.

Öte yandan 3568 Sayılı Yasa kapsamında faaliyetlerine devam eden Serbest Muhasebeci Mali Müşavir ve Yeminli Mali Müşavirlerin iş modellerinde de değişiklik olması muhtemeldir. Öyle ki ilerde bu meslek gruplarının görev ve yetki alanları arasına blok zincir sisteminde vergi hizmetleri de girmek zorunda kalacak ve belki de “blok zincir vergi müşavirliği” vb. isimler altında yeni unvanlar kullanılmaya başlanacaktır.

KAYNAKÇA

- AB RESMÎ GAZETESİ, <https://www.kisiselverilerinkorunmasi.org/wp-content/uploads/2017/09/GDPR-T%C3%BCrk%C3%A7e-%C3%87eviri-AB-Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>, Erişim Tarihi: 23.04.2020.
- ACAR, İ.A., MERTER, M.E., (2004), “Türkiye’de 1990 Sonrası Dönemde Vergi Denetimi ve Vergi Denetiminde Etkinlik Sorunu, **Maliye Dergisi**, Sayı: 147, ss. 5-27.
- AGBO, C.C., MAHMOUD, H.Q., EKLUND, J.M., (2019), “Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review”, **Healthcare**, 7(56), DOI: 10.3390/healthcare7020056, ss. 1-30.
- AINSWORTH, R.T., ALWOHAİBİ, M., (2017), “Blockchain, Bitcoin, And VAT in the GCC: The Missing Trader Example”, **Boston University School of Law & Economics Working**, Paper No: 17-05.
- AINSWORTH, R.T., ALWOHAİBİ, M., CHEETHAM, M., (2016), “Vatcoin: The Gcc’s CryptoTaxCurrency”, **Hukuk ve İktisat Araştırma Raporu**, Boston Üniversitesi Hukuk Fakültesi, No: 17-04, pp. 1-23.
- AINSWORTH, R.T., SHACT, A., (2016), “Blockchain Technology Might Solve VAT Fraud”, **Tax Notes Int’l**, September 26, Volume: 83, Number: 13, pp. 1165-1174.
- AKDOĞAN, A., (1979), Vergi İncelemesi, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayın No: 127, **Maliye ve Vergi Hukuku Enstitüsü Yayınları**, No: 8, Kalite Matbaası, Ankara.
- AKDOĞAN, A., (2017), **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, 13. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.
- AKINCI, A.N., (2017), “Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü’nün Getirdiği Yenilikler ve Türk Hukuku Bakımından Değerlendirilmesi”, **T.C. Kalkınma Bakanlığı**, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, Haziran 2017, Yayın No: 2968, ISBN: 978-605-9041-85-0.
- AKLEYLEK, S., YILDIRIM, H.M., TOK, Z.Y., (2011), “Kriptoloji ve Uygulama Alanları: Açık Anahtar Altyapısı ve Kayıtlı Elektronik Posta”, **Akademik Bilişim**, 2011, XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 2-4 Şubat 2011 İnönü Üniversitesi Malatya, ss. 713-718.
- AKSOY, İ., (2018), “E-Defter Ve E-Fatura Uygulamasıyla Birlikte Defter Belge İbraz Etmeme Durumunun Değerlendirilmesi”, <https://www.mondaq.com/turkey/tax-authorities/695146/e-defter-ve-e-fatura-uygulamasiyla-birlikte-defter-belge-ibraz-etmeme-durumunun-de287erlendirilmesi>, Erişim Tarihi:21.01.2021.

- AKSOY, S., (2017), “Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0’ı Anlamaya Dair Bir Giriş”, **Sosyal Araştırmalar Vakfı (SAV)**, E-Dergi, Sayı: 4, ss. 34-44.
- AKSOY, Ş., (1989-1990), Türk Vergi Hukukunda Pişmanlık ve İslah Müessesesi, **İ.Ü. İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi Konferansları Prof. M. Orhan Dikmen’e Armağan**, Sayı: 33, İstanbul, ss. 41-52.
- AKSOY, Ş., (2010), **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, 6. Bası, Filiz Kitabevi, İstanbul.
- AKTAŞ, G., (2018), “Akıllı Sınır Yaklaşımı Çerçevesinde Blok Zincir Teknolojisinin Gümrük İşlemlerinde Potansiyel Kullanım Alanları”, **Gümrük Ticaret Dergisi**, 2018 Aralık, 5(14), ss. 18-31.
- ALTUNBAŞAK AKDEMİR, T., (2018), “Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi İle Vergilendirme”, Ocak-Haziran 2018, **Maliye Dergisi**, 174, ss. 360-371.
- ANTONPOULOS, A. M., (2014), **Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies**, 1 st Edition, O’Reilly Media: Newton, MA, USA.
- ANTONPOULOS, A.M., (2017), **Mastering Bitcoin: Programming The Open Blockchain**, 2 st Edition, O’Reilly Media: Newton, MA, USA.
- ASLAN, Ü., TÜRÜN, C.Ş., (2018), “Blok Zinciri Teknolojisi ve Üç Yanlı Muhasebe Sistemi”, İzmir İktisadi ve İdari Bilimler Konferansı, 6-7 Aralık 2018, İzmir, https://www.researchgate.net/publication/329572812_Blok_Zinciri_Teknolojisi_ve_Uc_Yanli_Muhasebe_Sistemi_Cemil_Sinasi_Turun_Ozet#fullTextFileContent, Erişim Tarihi: 26.05.2020.
- ASLANTAŞ ATEŞ, B., (2016), “Kripto Para Birimleri, Bitcoin ve Muhasebesi”, **Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 7(1), ss. 394-366.
- ATABAŞ, H., (2018), **Blok Zincir Teknolojisi ve Kripto Paraların Hayatımızdaki Yeni Yeri**, Ceres Yayınları, Ekonomi 1, 1. Basım, İstanbul.
- ATALAY, G.E., (2018), “Blok zincir Teknolojisi ve Gazeteciliğin Geleceği”, **Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (SSAD)**, Vol: 2(2), ISSN: 2587-2621, ss. 45-54.
- ATÇI, M., (2019), “Blok Zincir, Akıllı Sözleşmeler ve Üçlü Kayıt Sistemi Vergi ve Muhasebe Uygulamalarına Katkı Sağlayabilir mi?”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 370, ss. 76-88.
- AYDIN, N., “Moore Yasası ve Geleceği”, <https://www.endustri40.com/moore-yasasi-ve-gelecegi/>, Erişim Tarihi: 01.11.2019.

- AYDIN, O., (2018), Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- AZNAR, S.N., (2018), “Collaborative Housing and Blockchain”, **De Gruyter Open**, Vol: 66, No: 2, DOI: 10.2478/admin-2018-0018, pp. 59-82.
- BANERJEE, M., LEE, J., CHOO, K.K.R., (2018), “A Blockchain Future For Internet Of Things Security: A Position Paper”, **Digital Communication and Networks**, pp. 149-160.
- BARAN, P., (1962), On Distributed Communications Networks, September 1962, The Rand Corporation, Santa Monica, California, pp. 1-42,
<https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2005/P2626.pdf>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.
- BAYAR, F., (2019), “Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinde Türkiye”, Uluslararası Ekonomik Sorunlar,
<http://www.mfa.gov.tr/data/kutuphane/yayinlar/ekonomiksorunlardergisi/sayi32/firatbayar.pdf>, Erişim Tarihi: 10.10.2019.
- BECK, R., (2018), “Beyond Bitcoin: The Rise Of Blockchain World”, 2018, **Computer**, Vol: 51 , Issue: 2, pp. 54-58.
- BELEK, İ., (1999), **PostKapitalist Paradigmalar**, 2. Baskı, Sorun Yayınları, İstanbul.
- BERGER, R., (2014), “Think Act Industry 4.0 The New Industrial Revolution How Europe will succeed”, March,
http://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Industry.pdf, Erişim Tarihi: 07.11.2019, pp. 1-23.
- BERNHARD, N., (2017), “Blokchain- The Next Big Thing”,
<https://www.catalysts.cc/big-data/blockchain-the-next-big-thing/>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.
- BİLGİN, O., (2018), Dördüncü Sanayi Devrimi ve Türkiye Ekonomisi: Ulusal Yenilik Sistemi Çerçevesinde Bir İnceleme, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.
- BİLİCİ, N., (2017), **Vergi Hukuku**, (Vergi Usul Hukuku, Vergi Yargılama ve Tahsil Hukuku), Güncelleştirilmiş 40. Baskı, Savaş Kitabevi, Ankara.
- BİTCOİNWİKİ, SHA-256, “Çevrimiçi” <https://en.bitcoinwiki.org/wiki/SHA-256>, Erişim Tarihi:20.09.2020.
- BİYAN, Ö., (2014), “Vergilerin Kanuniliği İlkesi Açısından Çevre Temizlik Vergisinde Belediye Meclislerinin Yetkisi”, **Mali Çözüm Dergisi**, Eylül-Ekim 2014.

BİYAN, Ö., (2018), **Vergi Hukuku Lisans Öğrenimi İçin**, Dora Basım, 1. Baskı, Bursa.

BOLLEN, R., (2013), “The Legal Status of Online Currencies: Are Bitcoins the Future?”, **Journal of Banking and Finance Law and Practice**, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2285247, Erişim Tarihi: 01.08.2020.

BONNEAU, J., MILLER, A., CLARK, J., NARAYANAN, A., KROLL, J.A., FELTEN, E.W., (2015), “SoK: Research Perspectives and Challenges For Bitcoin and Cryptocurrencies” **In Proceedings of the 36th IEEE Symposium on Security & Privacy**, 18-20 May 2015, San Jose, California, USA, pp. 104-121.

BOZDOĞANOĞLU, B., (2016), Vergi Hukuku ve Ceza Hukuku Normları Açısından Pişmanlık: Sorunlar-Yaklaşımlar-Çözüm Önerileri, **International Journal of Public Finance**, Cilt: 1, Sayı: 2, ss. 146-167.

BOZDOĞANOĞLU, B., (2020), **Dijitalleşme Süreci ve Vergilendirme**, 1. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.

BRAYNS, D., (2014), “Bitcoin and Money Laundering: Mining for an Effective Solution”, **Indiana Law Journal**, Vol: 89, Iss. 1, Article 13, <https://www.repository.law.indiana.edu/ilj/vol89/iss1/13/>, Erişim Tarihi: 10.08.2020.

BRITO, J., SHADAB, H.B., O’SULLIVAN, A.C., (2014), “Bitcoin Financial Regulation: Securities, Derivatives, Prediction Markets & Gambling”, **Columbia Science and Technology Law Review**, 24 July 2014, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2423461, Erişim Tarihi: 05.12.2020.

BUTERİN, V., (2014), “Vitalik Buterin reveals Ethereum at Bitcoin Miami 2014”, YouTube, “Çevrimiçi” <https://www.youtube.com/watch?v=l9dpjN3Mwps>, Erişim Tarihi: 11.04.2020.

BÜYÜK, S., (2018), “Blockchain Teknolojisi Vergi Sistemini Nasıl Etkiler?”, 21 Şubat 2018, **Vergi Portalı**, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/blockchain-teknolojisi-vergi-sistemini-nasil-etkiler/404124>, Erişim Tarihi: 01.10.2020.

CAPİTAL, (2013), “Kendi Kendini Organize Edebilen Fabrikaların Temelini Atmak”, “Çevrimiçi” <https://www.capital.com.tr/capital-dergi/gelecek-trendler/kendi-kendini-organize-edebilen-fabrikalarin-temelini-atmak>, Erişim Tarihi: 30.10.2019.

CBİNSİGHTS, (2018), “Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform”, <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/>, Erişim Tarihi: 24.04.2020.

- CENTERS FOR DİSEASE CONTROL AND PREVENTİON – CDC, (2017), “Multistate Outbreak of Salmonella Infections Linked to Importes Maradol Papayas (Final Update)”, <https://www.cdc.gov/salmonella/kiambu-07-17/index.html>, Erişim Adresi: 04.06.2019.
- CHEN, P.W., JİANG, B.S., WANG, C.H., (2017), “Blockchain-based Payment Collection Supervision System Using Pervasive Bitcoin Digital Wallet”, **2017 IEEE 13th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)**, At: Rome Italy, DOI: 10.1109/WiMOB.2017.8115844, pp. 139-146.
- CHINCHILLA, C., “A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform”, Ethereum White Paper, <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper#blockchain-and-mining>, Erişim Tarihi: 04.09.2019.
- CHRISTIDIS, K., DEVETSIKIOTIS, M., (2016), “Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things, **IEEE Access**, Vol: 4, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7467408>, Erişim Tarihi: 26.04.2020.
- CLEMENTS, C., (2020), “How Useful Is Blockchain, and What Benefits Can It Deliver?”, 26 February 2020, **PWC**, UK Blogs, “Çevrimiçi” <https://pwc.blogs.com/data/2020/02/how-useful-is-blockchain-and-what-benefits-can-it-deliver.html>, Erişim Tarihi: 11.05.2020.
- CROSBY, M., NACHIAPPAN, PATTANAYK, P., VERMA, S., KALYANARAMAN, V., (2016), “Blokchain Technology: Beyond Bitcoin”, **Air Applied Innovation Review**, June 2016, Issue No. 2, pp. 1-19.
- ÇOMAKLI, Ş.E., AYRANGÖL, Z., (2016), **Vergi Hukuku Genel İlkeler ve Esaslar**, Savaş Yayınevi, Ankara.
- ÇOTUKSÖKEN, E., (2018), Blockchain Uygulamalarının ve Kripto Paraların Finans Hukuku’na Etkileri, 1.Oturum, Baro Vizyon, 07 Temmuz 2018, “Çevrimiçi” <https://www.istanbulbarosu.org.tr/barovizyon/VideoDetay.aspx?ID=202>, Erişim Tarihi: 11/01/2019.
- DAĞLI, M.K., (2018), Blockchain Uygulamalarının ve Kripto Paralarının Finans Hukuku’na Etkileri 1. Oturum, Baro Vizyon, 07 Temmuz 2018, “Çevrimiçi” <https://www.istanbulbarosu.org.tr/barovizyon/VideoDetay.aspx?ID=202>, Erişim Tarihi: 27.04.2020.
- DAHAN, M., CASEY, M., (2016), “Blockchain Technology: Redefining Trust for a Global, Digital Economy”, **The World Bank**, 16 Haziran, <https://blogs.worldbank.org/digital-development/blockchain-technology-redefining-trust-global-digital-economy>, Erişim Tarihi: 11.04.2020.

- DAVİS, J., (2011), “The Cyripto Currency”, The New Yorker, <https://www.newyorker.com/magazine/2011/10/10/the-crypto-currency>, Erişim Tarihi: 30.05.2019.
- DEDEOĞLU, D., (2019), **A’dan Z’ye Blockchain**, Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım, 1. Baskı, İstanbul, s. 56.
- DELMOLİNO, K., ARNETT, M., KOSBA, A., MILLER, A., SHİ,E., (2015), “Step by Ster Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab”, 18 November 2015, **Maryland University**, <https://eprint.iacr.org/2015/460.pdf>, Erişim Tarihi: 26.04.2020.
- DELOITTE, (2017), “Blockchain Technology and its Potential in Taxes”, pp. 1-19, https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pl/Documents/Reports/pl_Blo ckchain-technology-and-its-potential-in-taxes-2017-EN.PDF, Erişim Tarihi: 04.05.2020.
- DEMİRHAN, H., (2019), “Vergi Denetiminde Yeni Bir Yaklaşım Olarak Blok Zincir Teknolojisi”, 2019, **Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 9, Say: 18, ss. 857-875.
- DIJKSTRA, M., (2017), Blockchain: Towards Disruption in the Real Estate Sector, Master Thesis, Delft University of Technology, pp. 1-104.
- DİLEK, Ş., (2018), **Blokchain Teknolojisi ve Bitcoin**, Analiz, Şubat, Sayı: 231, SETA (Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı), ss. 1-30.
- DİZKIRICI, A.S., GÖKGÖZ, A., (2018), “Kripto Para Birimleri ve Türkiye’de Bitcoin Muhasebesi”, 2018, **Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies**, 4(2), ss. 92-150.
- DOĞAN, U., (2012), “100 Soruda E-Defter”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 280, Ocak 2012 Sayısının Eki Olarak Yayınlanmıştır.
- DOĞAN, U., TERCAN, Y., (2015), “E-Defter İle Neler Değişti, Neler Değişecek?”, **Yaklaşım Dergisi**, 1 Nisan 2015, <https://www.tayyarates.com.tr/single-post/2015/04/01/eDefter-%C4%B0le-Neler-De%C4%9Fi%C5%9Fti-Neler-De%C4%9Fi%C5%9Fcek>, Erişim Tarihi: 23.12.2019.
- DUVİVİER, P.J., (2016), “Is The Blockchain The New Graal Of The Financial Sector”, <https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-new-graal-financial-sector-pierre-jean-duvivier>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.
- ENGELHARDT, M.A., (2017), “Hitchinh Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector”, **Technology Innovation Management Review**, 2017 October, Vol: 7, Issue: 10, ss. 22-34.
- ER, M.P., YILMAZ, O., (2013), “E-Defter Uygulaması ve Uygulamada Ortaya Çıkabilecek Sorunlar”, **Vergi Dünyası Dergisi**, Sayı: 385, Dergi Yıl:55.

- ERGİNAY, A., (1977), Vergi Hukuku, Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Yayınları, No: 401, 6. Bası, Sevinç Matbaası, Ankara.
- EROĞLU, O., EFTEKİN, Ö.Ö., (2015), Vergi Planlaması Çerçevesinde Uzlaşma Kurumu **Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt: 11, Sayı: 2, s. 233-250.
- EROL, A., (2010), Vergi İncelemesi & Mükellef Hakları, İstanbul Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası, Yayın No: 133.
- ERTURGUT, M., (2003), “Elektronik İmza Kanunu Bakımından E-Belge ve E-İmza”, **Bankacılar Dergisi**, Sayı: 48, ss. 66-79.
- ERTÜRK, A., “E-Defter Uygulamasına İlişkin Hususlar ile E-Defter Müessesinin Güçlü ve Zayıf Noktaları, **Yaklaşım Dergisi**, Sayı: 230.
- ERTÜRK, Ö., (2015), “Vergi İncelemesinde Yeni Dönem: E-Defter”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Temmuz, Sayı: 322, ss. 65-70.
- ERYILMAZ, M., (2020), “Örgütlerde Dijitalizasyon ve Ardılları Üzerine Bir Tartışma”, Rüzgar, N. (Ed.), **İşletme Yönetimi**, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, ss. 109-133.
- EUR-LEX, Official Journal L 281, 23.11.1995, “Directive 95/46/Ec of the European Parliament and of the Council”, “Çevrimiçi” <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A31995L0046>, Erişim Tarihi: 23.04.2020.
- EUROPEAN COMMISSION, (2018), VAT:EU Member States still losing almost €150billion in revenues, 21 September 2018, https://ec.europa.eu/commission/news/vat-eu-member-states-still-losing-almost-eu150-billion-revenues-2018-sep-21_en, Erişim Tarihi: 08.05.2020.
- EUROPEAN COMMISSION, Taxation and Customs Union, “What is VAT?”, https://ec.europa.eu/taxation_customs/business/vat/what-is-vat_en, Erişim Tarihi: 30.05.2020.
- EY (Building a Better Working World), How Blockchain Could Transform the World of Indirect Tax, EY Report by Bulk, G.and Barr, R. <https://betterworkingworld.ey.com/trust/how-blockchain-could-transform-the-world-of-indirect-tax>, Erişim Adresi: 25.04.2020.
- FATZ, F., HAKE, P., FETTKE, P., (2020), “Confidentiality-preserving Validation of Tax Documents on the Blockchain, **15th International Conference on Wirtschaftsinformatik**, Potsdam, Germany, https://doi.org/10.30844/wi_2020_11-fatz, 08.05.2020.
- FRANKOWSKI, E., BARANSKI, P., BRANOWSKA, M., (2017), “Blockchain Technology and its Potential in Taxes”, **Deloitte**, December 2017.

- GATTESCHI, V., LAMBERTI, F., DEMARTINI, C., PRANTEDA, C., SANTAMARÍA, V., (2018), “Blockchain and Smart Contracts For Insurance: Is The Technology Mature Enough?”, **Future Internet**, Vol: 10, No: 2.
- GEDİK, G., (2020), “Akıllı Sözleşmelerin Vergilendirme Süreci Üzerindeki Etkileri”, **Mali Hukuk Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 185, ss. 1199-1224.
- GEER, L., (2017), , “Illinois Opens Healthcare Blockchain Development Partnership with Hashed Health”, **Hashed Health**, Basın Bülteni, Yayın Tarihi: 8 Ağustos 2017, <https://hashedhealth.com/illinois-opens-healthcare-blockchain-development-partnership-with-hashed-health/>, Erişim Tarihi: 15.09.2019.
- GELİR İDARESİ BAŞKANLIĞI (GİB), 2019 Yılı Faaliyet Raporu, Şubat 2020, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Yayın No: 349, Ankara Gelir İdaresi Başkanlığı Yayını.
- GERÇEK, A., (2006), “Vergilemede Mükellef Hakları ve Türkiye’deki Durumun İncelenmesi”, **Vergi Sorunları**, Şubat 2006.
- GIDDENS, A., (2020), **The Third Way (Üçüncü Yol- Sosyal Demokrasinin Yeniden Dirilişi)**, Birey Yayıncılık, 1. Baskı, Mayıs 2000, İstanbul.
- GİB, (2008), Faaliyet Raporu 2007, Nisan 2008, Yayın No: 64, Ankara: Gelir İdaresi Başkanlığı Yayını.
- GİB, “E-Tebliğat Nedir?”, <https://www.gib.gov.tr/e-Tebliğat>, Erişim Tarihi: 24.12.2019.
- GİB, Mükellef Hakları Bildirgesi, <https://www.gib.gov.tr/mukellef-hizmetleri/mukellef-haklari>, Erişim Tarihi: 04.10.2020.
- GIBSON, C.T., & KIRK, T., (2016), “The Investment Lawyer”, **Covering Legal and Regulatory Issues of Asset Management**, Vol: 23, No: 10, October, pp. 1-8.
- GÖKÇEN, G., ÖZDEMİR, M., (2016), “Türkiye’de Muhasebe Uygulamalarından E-Defter ve E-Fatura Uygulaması”, **Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 46, ISSN: 1300-0845, ss. 137-154.
- GÖRGÜÇ, Ö.F., (2017), **Dördüncü Endüstri Devrimi- Endüstri 4.0**, 2017, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- GRINBERG, R., (2011), “Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency”, **Hastings Science & Technology Law Journal**, Vol: 4, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1817857, Erişim Tarihi: 10.08.2020.
- GUNTER, S.R., (2019), “Your Biggest Refund, Guaranteed? Internet Access, Tax FILING Method, and Reported Tax Liability”, **International Tax and Public**

- Finance**, Springer; International Institute of Public Finance, Vol: 26(3), pp. 536-570.
- GUO, Y., LIANG, C., (2016), "Blockchain Application and Outlook in The Banking Industry", **Financial Innovation**, 2(24), DOI: 10.1186/s40854-016-0034-9, pp. 2-12.
- GÜLTEKİN, M., (2016), "Uyuşmazlıklarının Çözüm Yollarında Uzlaşma", 2016, **Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi**, Cilt: 0, Sayı: 7, ss. 571-607.
- GÜLTEKİN, Y., BULUT, Y., (2017), "Bitcoin Ekonomisi: Bitcoin Eko-Sisteminden Doğan Yeni Sektörler ve Analizi", **Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 3, Sayı: 3, 82-92.
- GÜVEN, V. & ŞAHİNÖZ, E., (2018), **Blok Zincir Kripto Paralar Bitcoin Satoshi Dünyayı Değiştiriyor**, Haziran, 1. Baskı, Kronik Kitap, İstanbul.
- HAYS, D.K., STOEFERLE, R.P., VALEK, M.J., (2017), "Crypto Research Report", **Vontobel Incrementum**, <https://cryptoresearch.report/wp-content/uploads/2017/12/Incrementum-Crypto-Research-Report-Edition-1-English-Version.pdf>, Erişim Tarihi: 30.05.2019, 1-60.
- HERWEIJER, C., WAUGHRAV, D., & WARREN, S., (2018), "Building Block(chain)s For A Better Planet", The Fourth Industrial Revolution For The Earth, **World Economic Forum**, PwC, Stanford Woods Institute.
- HIMA, Z., "Blockchain in Taxation", http://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/FIKUSZ2018_14.pdf, Erişim Tarihi: 17.01.2021, ss. 168-177.
- HOCALOĞLU, C., (2015), Vergi Hukukunda Uzlaşma, **Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi**, Cilt: 0, Sayı: 5, ss. 491-515.
- HOFFMAN, M.R., (2018), "Can Blockchains and Linked Data Advance Taxation?", **Track: 3rd Workshop on Linked Data& Distributed Ledgers**, WWW 2018, April 23-27, Lyon, France, pp. 1179-1182.
- HRACH, J., (2011), "Decentralizovaná kryptoměna Bitcoin", 27.7.2011, Erişim Adresi: <https://www.abclinuxu.cz/clanky/decentralizovana-kryptomena-bitcoin>, Erişim Tarihi: 12.04.2020.
- HUMMO, J.Y., KO, D., CHOİ, S., SMOLANDER, S.P., (2016), "Where are Current Researches in Blockchain Technology?" **A Systematic Review**, 3 Ekim 2016, Plos One, DOI: 10.1371/journal.pone.0163477, pp. 1-17.
- HYVARINEN, H., RISIUS, M., FRIIS, G., (2017), "A Blockchain- Based Approach Towards Overcoming Financial Fraud in Public Sector Services", **Business & Information Systems Engineering**, 59(6), pp. 441-456.

- İNCİ, S., ALPER, İ., (2018), **Bitcoin Devrimi Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blokchain, Altcoinler**, 1. Basım, Elma Yayınevi, Ankara.
- İSLAM, A., (2019), Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar: Mevcut Durum, Potansiyel ve Risk Analizi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- JAMIL, F., HANG, L., KIM, K.H., KIM,D., (2019), “A Novel Medical Blockchain Model For Drug Supply Chain Integrity Management in a Smart Hospital”, **MDPI**, Electronics 2019, 8(505), DOI:10.3390/electronics80505505, pp. 1-32.
- JULİTA, L.,(2017), The Blockchain Teknology and Its Applications in the Financial Sector, Aalto University School of Business Department of Economics, Bachelor’s Thesis.
- JUN, M.S., (2018), “Blockchain Government – A Next Form Of Infrastructure For The Twenty-First Century”, 2018, **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, DOI: 10.1186/s40852-018-0086-3.
- JURGEN G., (2018), “Introducing Blockchain Technology to The World of Tax”, Medium, <https://medium.com/@jurgeng/an-introduction-to-blockchain-technology-tax-567e536767ec>, Erişim Tarihi:25.05.2020.
- KABAKLARLI, E., (2018), Endüstri 4.0 ve Paylaşım Ekonomisi- Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler”, 2. Basım, Nobel Bilimsel Eserler, Atlas Akademik Basım, Ankara.
- KAGERMANN, H., WAHİSTER, W., HELBİNG, J., (2013), “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0”, **Acatech National Academy of Science and Engineering**, April.
- KAPLANOV, N., (2012), “Nerdy Money: Bitcoin, the Private Digital Currency, and the Case Against Its Regulation”, **Temple University Legal Studies Research Paper**, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2115203, Erişim Tarihi: 09.08.2020.
- KARAGÖZ ZEREN, S., (2020), Finansal Ödemeler Sisteminde Blok Zincir Uygulamaları: Turizm Sektöründe Akıllı Kontratlar Dizaynı, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Edirne.
- KARAKOÇ, Y., (2007), **Genel Vergi Hukuku**, Yetkin Yayınları, Gözden Geçirilmiş 4. Bası, Ankara.
- KARAKOÇ, Y., (2014), Yusuf Karakoç, Vergi Cezası Anlaşmazlıklarının Çözüm Yollarından Cezalarda İndirim Müessesesi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 0, ss. 3637-3739.
- KARAKOÇ, Y., (2017), **Genel Vergi Hukuku Ders Kitabı**, Yetkin Yayınları, Ankara.

- KARAKÖSE, İ.S., (2017), Elektronik Ödemelerde Blok Zinciri Sistematiği ve Uygulamaları, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- KILIÇ, B., (2019), “Blok Zincir Teknolojisi: Bitcoin ve Ötesi”, **International Social Sciences Studies Journal**, Vol: 5, Issue: 32, ISSN:2587-1587, ss. 1737-1744.
- KIRBAŞ, S., (2006), **Vergi Hukuku Temel Kavramlar, İlkeler ve Kurumlar**, 17. Baskı, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- KIVILCIM, F., “Küreselleşme Kavramı ve Küreselleşme Sürecinin Gelişmekte Olan Ülke Türkiye Açısından Değerlendirilmesi”, 2003, **Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi**, Cilt 5, No 1, ISSN: 1309-8012.
- KIZIL, C., HANIŞOĞLU, G.S., (2019), “Blok Zinciri Teknolojisi ve Kripto Paralar Muhasebe İle Denetimde Kuralları Değiştiriyor”, **Dünya Gazetesi**, 12 Ekim 2019 Cumartesi Tarihli Köşe Yazısı, Sayfa: 10, “Çevrimiçi”
<https://www.dunya.com/kose-yazisi/blok-zinciri-teknolojisi-ve-kripto-paralarla-muhasebe-ile-denetimde-kurallar-degisiyor/455144>, Erişim Tarihi: 26.05.2020.
- KIZILOĞ, Ş., ŞENYÜZ, D., TAŞ, M., DÖNMEZ, R., (2008), **Vergi Hukuku**, Gözden Geçirilmiş 3. Baskı, Yaklaşım Yayıncılık, Ankara.
- KIZILOĞ, Ş., TAŞ, M., (2013), **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi** Güncellenmiş 5. Baskı, 2013, Gazi Kitabevi, Ankara, s.114-116.
- KOÇAK, M., (2018), **Vergi-İcra Hukuku**, Güncellenmiş 2. Baskı, Seçkin Hukuk, Ankara.
- KOLYBELNİKOV, A., (2014), Infosecurity Seminar 6 Hash Functions, 26 Nisan 2014, 20 slayt içinde 6., <https://www.slideshare.net/kisttan/information-security-seminar-6>, Erişim Tarihi: 20.09.2020.
- KOSBA, A., MİLLER, A., SHİ, E., WEN, Z., & PAPAMANTHOU, C., (2016), “The Blockchain Model Of Cryptography and Privacy- Preserving Smart Contracts”, **in 2016 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP’16)**, May 2016, pp. 839-858.
- LANSİTİ, M. & LAKHANİ, K.R., (2017), “The Truth About Blockchain”, **Harvard Business Reveiw**, Vol: 95, No: 1, pp. 118-127.
- LANSİTİ, M., & R.LAKHANİ, K., (2020), **Dijital Dönüşüm Blok Zincir**, içinde; “Blok Zincir Hakkındaki Gerçekler”, Harvard Business Review Press, Optimist Yayın, Ocak İstanbul, ss. 19-51.
- LAVANYA, B.M., (2016), “Blockchain Technology Beyond Bitcoin: An Overview”, **International Journal of Computer Science and Mobile Applications**, Vol: 6, No: 1, ISSN: 2321-8363, pp. 76-80.

- LİN, İ.C., LİAO, T.C., (2017). “A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges”, **International Journal of Network Security**, Vol: 19, No: 5, DOI: 10.6633/IJNS.201709.19(5).01.
- LYONS, T., COURCELAS, L., TIMSIT, K., (2018), “Blockchain For Government and Public Services”, **A Thematic Report Prepared By The European Union Blockchain Observatory & Forum**, pp. 1-33.
- MCDERMOTT, B., How Blockchain Is Transforming Supply Chains, “Çevrimiçi” <https://www.youtube.com/watch?v=LH1QsVueG1o&t=19m18s>, 19:20, Erişim Tarihi: 26.04.2020.
- MCKINSEY & COMPANY, (2017), “Blockchain Technology in The Insurance Sector”, Quarterly Meeting of the Federal Advisory Committee On Insurance (FACI), 5 January, https://www.treasury.gov/initiatives/fio/Documents/McKinsey_FACI_Blockchain_in_Insurance.pdf, Erişim Tarihi: 07.06.2019, pp. 1-16.
- MENDİ, A.F., ÇABUK, A., (2018), “Bitcoin’in Arkasındaki Güç: Blockchain”, **GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies**, 1 (1), ss. 12-23.
- MENDİ, A.F., ÇABUK, A., (2018), “Bitcoin’in Arkasındaki Güç: Blockchain”, **GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies**, 1 (1), ss. 12-23.
- MERT, H., BAYAR, E., (2020), “Digital Economy, Taxation and Problems Encountered”, **Press Academia Procedia**, Global Business Research Congress, June 4-5, Vol: 1, 28-33.
- MOUGAYAR, W., (2016), The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology, Wiley, March, “Çevrimiçi”, https://www.amazon.com/dp/B01EIGP8HG/ref=rdr_kindle_ext_tmb, Erişim Tarihi: 12.04.2020.
- MUTLUER, K., DAYANÇ KUZEYLİ, N.N., (2019), **Vergi Hukuku Genel ve Özel Hükümler**, Yetkin Yayınları, Ankara.
- NAKAMOTO, S., (2008), “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, Erişim Adresi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, Erişim Tarihi: 01.01.2019, pp. 1-8.
- NARAYANAN, A., BONNEAU, J., FELTEN, E., MİLLER, A., GOLDFEDER, S., (2016), “Bitcoin and Cryptocurrency Technologies, Princeton University, pp. 1-308, https://www.loom.net/pdf/princeton_bitcoin_book.pdf, Erişim Adresi: 23.04.2020.
- NINCK, J., (2018), “Blockchain Technology and Possible (Short) Future Application for Transfer Pricing”, **Professional Transfer Pricing- Transfer Pricing**

Conference on the WU Transfer- Pricing Research Centre, 6 March 2018,
<https://www.pro-tp.com/blockchain-technology/>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.

NİAN, L.P., CHUEN, D.L.K., (2015), “Bitcoin and Alternative Cryptocurrencies, Handbook Of Digital Currency Bitcoin”, Innovation, Financial Instruments and Big Data, Edited By: David LEE Kuo Chuen, **Elsevier**, ISBN: 978-0-12-802117-0, pp. 5-29.

OECD, (2015), Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action 1-2015 Final Report, OEDC Publishing, Paris, https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/addressing-the-tax-challenges-of-the-digital-economy-action-1-2015-final-report_9789264241046-en#page3, Erişim Tarihi: 17.01.2021.

OKTAR, A., (2014), **Vergi Hukuku**, Gözden Geçirilmiş ve Güncelleştirilmiş 10. Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul.

ÖNCEL, M., KUMRULU, A., ÇAĞAN, N., (2009), **Vergi Hukuku**, Gözden Geçirilmiş Değişiklikler İşlenmiş 17. Bası, Turhan Kitabevi, Ankara.

ÖNER, E., (2017), **Vergi Hukuku (Öğrenci Özel Baskısı)**, Gözden Geçirilmiş ve Güncelleşmiş 8. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

ÖZCAN, D., (2019), **Blokzincir Mimarisi ve Merkezi Olmayan Uygulamalar**, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, 1. Baskı, ISBN: 978-605-2359-68-6.

ÖZCAN, M., KESKİN, B., (2020), “Dijitalizasyon Bağlamında Sosyal Dönüşüm”, **OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi**, Cilt: 16, Sayı: 29, 2214-2229.

ÖZDOĞAN, B., KARĞIN, S., (2018), “Blok Zinciri Teknolojisi Muhasebe ve Finans Alanlarına Yönelik Yansımaları ve Beklentiler”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Ekim 2018, ISSN: 2146-3042, ss. 161-176.

PEHLİVAN, O., (2017), **Vergi Hukuku Genel Hükümler ve Türk Vergi Sistemi**, 2017, Celepler Matbaacılık, Trabzon.

PLASSARAS, N., (2013), “Regulating Digital Currencies: Bringing Bitcoin within the Reach of the IMF, **Chicago Journal of International Law**, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2248419, Erişim Tarihi: 01.07.2020.

POUND, M., (2017), SHA: Güvenli Hashing Algoritması- Computerphile, 11 Nisan 2017, 01:52; 03:57, “Çevrimiçi”
https://www.youtube.com/watch?v=DMtFhACPnTY&feature=emb_rel_end, Erişim Tarihi:20.09.2020.

- PROVENANCE, (2015), “Blokchain: The Solution For Transparency in Product Supply Chains”, “Çevrimiçi” <https://www.provenance.org/whitepaper>, Erişim Tarihi: 05.06.2019.
- RAMADA, M., (2016), “For Insurers #Blokchain Is The New Black”, “Çevrimiçi” <https://blog.willis.com/2016/12/for-insurers-blockchain-is-the-new-black/>, Erişim Tarihi: 07.06.2019.
- RATURİ, M., (2018), “Blokchain and Forking”, 13 October 2018, Crypto Review App, <https://cryptoreviewapp.com/blockchain-and-forking/>, Erişim Tarihi: 12.08.2019.
- REDMAN, J., (2017), “A Simple Guide to What Bitcoin Forks Are and Why They Happen”, 5 November 2017, **Bitcoin.com**, “Çevrimiçi” <https://news.bitcoin.com/a-guide-to-what-a-bitcoin-fork-is-and-why-they-happen/>, Erişim Tarihi: 10.08.2019.
- RIZZO, P., (2017), “Ethereum Hard Fork Creates Competing Currencies”, 11 October 2017, Coindesk, “Çevrimiçi” <https://www.coindesk.com/ethereum-hard-fork-creates-competing-currencies-support-ethereum-classic-rises>, Erişim Tarihi: 13.08.2019.
- ROCAMORA A.R., AMELLINA, A., (2018), “Blockchain Applications and the Sustainable Development Goals- Analysis of Blockchain Technology’s Potential in Creating a Sustainable Future”, **Institute for Global Environmental Strategies (IGES)**, Kanagawa, Japan.
- ROCAMORA, A.R., AMELLINA, A., (2018), “Blockchain Applications and the Sustainable Development Goals- Analysis of Blockchain Technology’s Potential in Creating a Sustainable Future”, **Institute for Global Environmental Strategies (IGES)**, Kanagawa, Japan, pp. 1-103.
- SABAN, N., (2015), **Vergi Hukuku**, 7. Baskı, Beta Basım, İstanbul.
- SABERİ, S., KOUHİZADEH, M., SARKİS, J., SHEN, L., (2019), “Blokchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management”, International Journal of Production Research, Vol. 57, No.7, 2117-2135.
- SAĞBAŞ, İ., ŞEN, H., **Vergi Teorisi ve Politikası**, 2. Baskı, Mart 2016, ISBN: 9786056001918, Ankara.
- SAKLI, A.R., (2013), “Fordizm’den Esnek Üretim Rejimine Dönüşümün Kamu Yönetimi Üzerindeki Etkileri”, **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 44, ISSN:1304-0278, ss. 107-131.
- SARAÇOĞLU, F., PÜRSÜNLERLİ ÇAKAR, E., (2018), **Vergi Hukuku**, Genişletilmiş 6. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.

- SAVELYEV, A., (2016), “Contract Law 2.0: <Smart> Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law”, 2016, **Higher School of Economics Research**, Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, pp. 1-24.
- SAZAK DOĞAN, B., (2018), Vergi Uyuşmazlıklarının İdari Çözüm Yollarından Bir Tanesi Olarak Uzlaşma, **Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi**, Cilt: 1, Sayı: 1, ss. 45-57.
- SCHOFIELD, M., (2016), “How Blockchain Technology Could Improve The Tax System”, 2016, PWC, 161205-171727-LL-OS, pp. 1-6.
- SOLMAZ, B., (2005), “İşletmelerin Değişen Konumuyla Gelişen Kurumsal Sosyal Sorumluluk Bilinci ve Turkcell’in Desteklediği “Çağdaş Türkiye’nin Çağdaş Kızları” Projesinin Genel Bir Değerlendirmesi”, **Selçuk İletişim Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss. 116-125.
- SÖNMEZ, S., (2014), “Sanal Para Bitcoin”, **The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication- TOJDAC**, 2014, Vol: 4, No: 3.
- SRI, A.P.S.G., BHASKARI, D.L., (2018), “A Study on Blockchain Technology”, **International Journal Of Engineering & Technology**, 7 (2.7), pp. 418-421.
- STALLING, W., (2017), “A Blockchain Tutorial”, **The Internet Protocol Journal**, Vol: 20, No: 3.
- STALLINGS, W., (2017), “A Blockchain Tutorial”, **The Internet Protocol Journal**, Vol: 20, No: 3, ISSN: 1944-1134, ss. 2-24.
- SWAN, M., (2015), **Blokchain: Blueprint for a New Economy**, O’Reilly Media: Newton, MA, USA.
- SZABO, N., (1994), “Smart Contracts”,
<http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>, Erişim Tarihi: 13.08.2019.
- ŞAHİN, H., TOPAL, B., (2016), “The Effect of The Use of Information Technologies in Businesses on Cost and Financial Performance”, **International Journal of Engineering Innovation& Research**, 5(6), ISSN: 2277-5668.
- ŞAHİN, N., (2019), “Türkiye’de E-Fatura, E-Arşiv, E-Defter ve E-Mutabakat’ın Şirketler Üzerinde Etkisi, Denetimi ve Vergilendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi.
- ŞAHİNOĞLU, R., (2019), “Blok Zincir Nedir, Nasıl Çalışır”, 2 Ocak 2019, Erişim Adresi: <http://www.kaizen40.com/blok-zinciri-nedir-nasil-calisir/>, (Erişim Tarihi: 10.08.2019).

ŞAHİNOĞLU, R., (2019), “Blok Zincir Nedir, Nasıl Çalışır”, 2 Ocak 2019, Erişim Adresi: <http://www.kaizen40.com/blok-zinciri-nedir-nasil-calisir/>, (Erişim Tarihi: 10.08.2019).

ŞENYÜZ, D., (2005), **Vergi Hukuku**, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.

ŞENYÜZ, D., (2007), **Türk Vergi Sistemi**, Son Değişiklikler Dahil Genişletilmiş ve Gözden Geçirilmiş 13. Baskı, Yaklaşım Yayıncılık Ankara.

ŞENYÜZ, D., YÜCE, M., GERÇEK A., (2016), **Vergi Hukuku** (Genel Hükümler), 7. Baskı, Ekin Kitabevi, Bursa.

ŞİN, S., (2016), **Vergi Hukuku**, 1. Baskı, Dora Basım Yayın, Bursa.

T.C. HAZİNE VE MALİYE BAKANLIĞI VERGİ DENETİM KURULU
BAŞKANLIĞI (VDK), Faaliyet Raporu 2018,
<https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/04/VDK-2018-Birim-Faaliyet-Raporu-1102019-002.pdf>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.

TAPSCOTT, D., Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World,
<http://dontapscott.com/2015/06/blockchain-revolution-the-brilliant-technology-changing-money-business-and-the-world/>, Erişim Tarihi: 12.04.2020.

TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A., (2016), **Blockchain Revolution**, Portfolio Penguin Random House, UK.

TEKİN, A., (2015), **Vergi Hukuku**, Gözden Geçirilmiş ve Güncelleştirilmiş 2. Baskı, İzmir.

TEKİN, A., AVŞAR, G.C., (2019), Türk Vergi Hukukunda Uzlaşma Müessesesi, **Avrasya Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi (ASEAD)**, Cilt: 6, Sayı: 5, ss. 506-518.

TEKİN, F., ÇELİKKAYA, A., (2018), **Vergi Denetimi**, Gözden Geçirilmiş ve Güncelleştirilmiş 8. Baskı, Seçkin Yayınları, Ankara.

TEKTÜFEKÇİ, F., (2017), “E-Dönüşüm Sürecinde E-Muhasebe Uygulamaları: Türkiye Örneği”, **Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi** (The Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management), Cilt: XII, Sayı: I, ss. 79-88.

TEKTÜFEKÇİ, F., (2018), “Muhasebe ve Denetim Ontolojisinde E-Dönüşüm Süreci Kapsamındaki Dijital Paradigmalara Teorik ve Felsefi Açından Pragmatik Yaklaşım”, **Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi**, Özel Sayı: 20, ss. 358-376.

TEMELİ, F., (2019), “Kripto Para Birimlerinden Bitcoin ve Muhasebe Açısından Değerlendirilmesi”, **İktisadi Yenilik Dergisi**, Cilt: 6, Sayı: 2, Temmuz 2019, ss.107-119.

- THE WORLD ECONOMIC FORUM, (2018), “Blockchain and Distributed Ledger Technology”, 23 Nisan 2018, Erişim Adresi : <https://www.weforum.org/communities/blockchain-and-distributed-ledger-technology>, Erişim Tarihi:02.06.2019.
- TİAN, F., (2017), “A Supply Chain Traceability System For Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things”, **International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)**, 16-18 Haziran 2017, ISSN: 261-1904, DOI: 10.1109/ICSSM.2017.7996119, pp. 1-6.
- TOPRAK, M., (2019), “Blockchain and Comparison of the Situation In Turkey and In The World”, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- TURAN, A.H., ÖZGEN, F.B., (2009), “Türkiye’de E-Beyanname Sisteminin Benimsenmesi: Geliştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli İle Ampirik Bir Çalışma”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt: 10, Sayı: 1, ss. 134-147.
- TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blokzincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, “Çevrimiçi” <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>, Erişim Tarihi: 04.10.2020.
- TÜRK DİL KURUMU (TDK), “Çevrimiçi” <http://tdk.gov.tr/>, Erişim Tarihi:10.08.2019.
- TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI, 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı, 4 Kasım 2019 tarihli ve 30938 Mükerrer Sayılı R.G.
- TÜRKİYE CUMHURİYETİ MERKEZ BANKASI, (2014), “Ödeme Sistemleri Türkiye’de Ödeme Sistemleri”, ISBN: 978-625-4911-04-2, ss. 1-21.
- TÜRKİYE’NİN ENDÜSTRİ 4.0 PLATFORMU, “Çevrimiçi” <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/>, Erişim Tarihi: 07.11.2019.
- UBAY, B., (2019), “Blockchain Teknolojisi ve Dijital Ekonominin Vergilendirmesi Üzerine Olası Etkileri”, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 371, ss. 89-100.
- USTA, A., DOĞANTEKİN, S., (2017), Blockchain 101, Güncellenmiş Versiyon, **Bankalararası Kart Merkezi**.
- ÜNAL, E., KOCAOĞLU, Ö., (2018), “Blok Zincir Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Notları ve Gelecek Beklentileri”, **Avrupa Bilim ve Teknolojisi Dergisi**, 2018 Ağustos, Sayı No: 13, ISSN: 2148-2683, 54-64.
- ÜNSAL, H., (2013), **Vergi Hukuku ve Türk Vergi Sistemi**, Gazi Kitabevi, Ankara.
- ÜSTÜN, Ü.S., (2013), **Nasıl Bir Vergi Denetimi ve Vergi Yargısı?**, Çağ Hukuk Ödülü (10. Yıl Ödülü) 2011, Beta Basım, 1. Baskı, İstanbul.

- VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS, (2017), “Blockchain: Taxation and Regulatory Challenges and Opportunities” Vienna, 15-16 March, 2017 Room EA.0.024 (Building EA, ground floor).
- VONDRÁČKOVÁ, A., (2017), “Regulation of Virtual Currency in the European Union”, **Charles University In Prague Faculty Of Law Research**, Paper No: 2016/III/3, 11 Ocak, pp. 1-15.
- VOSHMIGIR, S., (2019), Token Economy kitabının içinde Smart Contract, 2019, **Blockchain Berlin**, <https://blockchainhub.net/smart-contracts/>, Erişim Tarihi: 04.09.2019.
- WEBBER, S., OWEN, W., KOBORSI, R., (2019), “Insight: Blockchain and Distributed Ledgers- Another Wave of Challenges to Tax and Transfer Pricing From the Digital Economy”, **Bloomberg Tax, Daily Tax Report**, Erişim Adresi: <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report/insight-blockchain-and-distributed-ledgers-another-wave-of-challenges-to-tax-and-transfer-pricing-from-the-digital-economy>, Erişim Tarihi: 25.05.2020.
- WIJAYA, D.A., LIU, J.K., SUWARSONO, D.A., ZHANG, P., (2017), “A New Blockchain-Based Value-Added Tax System”, **11th International Conference**, ProvSec 2017 Xi'an, China, October 23–25, 2017 Proceedings, pp. 471-486.
- WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN (WU), (2017), “Blockchain 101 For Governments”, Digital Economy Taxation”, Global Tax Policy Center of Vienna University of Business and Economics, Vienna, pp. 1-16.
- WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN (WU), A. Background Note Prepared by the WU/ Net Team, https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/taxlaw/institute/WU_Global_Tax_Policy_Center/Tax___Technology/Backgrd_note_Blockchain_Technology_and_Taxation_03032017.pdf, Erişim Tarihi: 24.05.2020, pp. 1-12.
- WOODSIDE, J.M., JR, F.K.A., GIBERSON, W., (2017), “Blockchain Technology Adoption Status and Strategies”, **Journal of International Technology and Information Management**, Vol 26 (2), pp. 65-93.
- WORLD ECONOMIC FORUM, Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on The Future of Software& Society, Survey Report, September 2015, içinde Shift 6: A Supercomputer in Your Pocket, s. 13, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf, Erişim Tarihi: 26.05.2020.
- XI XU, B., “Chinese Government to Use Blockchain to Prevent Tax Evasion”, **International Tax Policy Forum**,

“Çevrimiçi”https://www.itpf.org/itpf_blog?article_id=6322, Erişim Tarihi: 30.05.2020.

YAGA, D., MELL, P., ROBY, N., & SCARFONE, K., (2018), “Blockchain Technology Overview”, **National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce**, October 2018, pp. 1-57, <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>, Erişim tarihi: 10.08.2019.

YALMAN, Y., ERTÜRK, İ., (2009), “Kişisel Bilgi Güvenliğinin Sağlanmasında Steganografi Biliminin Kullanımı”, ÜNAK 2009 Bilgi Çağında Varoluş: “Fırsatlar ve Tehditler” Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 01-02 Ekim 2009, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, 1-256.

YANIK, R., KARADAŞ, A., (2013), “E-Faturanın Türkiye Muhasebe Standartları Uyum Sürecine Uygun Düzenlenmesine İlişkin Bir Öneri”, **Ekev Akademi Dergisi**, Yıl: 17, Sayı: 57, ss. 133-140.

YANKIN, F.B., (2019), “Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı, **Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi**, Cilt: 7, Sayı: 2, 1-38.

YAVAŞ, A.A., (2012), “Vergi Dairesi Otomasyon Projesi’nin (VEDOP) Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi”, http://www.emo.org.tr/ekler/e5186bca8f75fca_ek.pdf, Erişim Tarihi: 25.12.2019.

YETKİNER, E., E-Belge, E-Kayıt, E-Defter, E-Beyanname, E-Denetim”, Erişim Adresi: <http://www.dengeakademi.com/Files/Article/Erkan2006EBelge.pdf>, Erişim Tarihi: 24.12.2019.

YILDIZ, Y., (2019), “Blok Zincir Teknolojisi ve Vergi Denetimi Üzerine Olası Etkileri”, **Vergi Sorunları Dergisi**, 2019 Mart, Sayı: 366, ss. 55-63.

YILDIZ, Y., (2019), “Türk Vergi Sisteminde Dijital Dönüşüm”, 2019, **Vergi Raporu**, Sayı: 232, ss. 233-244.

YILMAZ, G., KOÇ, T.S., (2019), “Kripto-Para Alım Satımı ve Madencilik Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi Üzerine Bir Tespit ve Öneri, Ocak 2019, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 364, ss. 23-42.

YILMAZ, G., KOÇ, T.S., (2019), “Kripto-Para Alım Satımı ve Madencilik Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi Üzerine Bir Tespit ve Öneri, **Vergi Sorunları Dergisi**, Sayı: 364, Ocak 2019, ss. 23-42.

ZENGİNGÖNÜL, O., (2004), “Küreselleşme Kavramı Üzerine Bir Deneme”, İktisat Teorisi, Güz 2004, Sayı 12, “Çevrimiçi” <http://www.libertedownload.com/Piyasa/12/03-ogul-zengingonul-kuresellesme-kavrami-uzerine-bir-deneme.pdf>, Erişim Tarihi: 22/10/2019.

İnternet Kaynakları

<https://www.nedir.com/p2p#ixzz3SzJACvQI,%20>, (Erişim Tarihi: 01.01.2019).

<https://coinmarketcap.com/>, (Erişim Tarihi: 05.12.2020).

<https://ebelge.gib.gov.tr/anasayfa.html>, Erişim Tarihi: 23.12.2019.

Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, "Çevrimiçi" <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/>, Erişim Tarihi: 07.11.2019.

"Music On The Blockchain", Blockchain For Creative Industries Research Cluster Middlesex University, 2016, Report No:1, Middlesex University LoErişim Adresi:
https://www.mdx.ac.uk/_data/assets/pdf_file/0026/230696/Music-On-The-Blockchain.pdf
(Erişim Tarihi: 06.08.2019).

<https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/FAQ/2015-12-09-Mod-Besteuerungsverfahren.html>, Erişim Tarihi: 08.05.2020.

PAYTR, <https://www.paytr.com/nasil-calisir#:~:text=PayTR%20Nedir%3F,%C3%A7ok%20k%C4%B1sa%20s%C3%BCrede%20kullan%C4%B1ma%20a%C3%A7%C4%B1labilmektedir>, Erişim Tarihi: 04.10.2020

<https://www.digitatek.com/erp-enterprise-resource-planning-nedir-blog>

<https://proente.com/erp-nedir%E2%80%8B/>

<https://www.weforum.org/>

<https://www.coindesk.com/world-economic-forum-governments-blockchai>