**T.C.**

**İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

# BLOCKCHAIN SÖZLEŞMELERİNİN TÜRK ÖZEL HUKUKUNDAKİ YERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Şeref TAŞ**

**1800005102**

**Anabilim Dalı: ÖZEL HUKUK**

**Programı: ÖZEL HUKUK**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özlem ACAR ÜNAL**

**EYLÜL 2022**

**T.C.**

**İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

# BLOCKCHAIN SÖZLEŞMELERİNİN TÜRK ÖZEL HUKUKUNDAKİ YERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Şeref TAŞ**
**1800005102**

**Anabilim Dalı: ÖZEL HUKUK**

**Programı: ÖZEL HUKUK**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özlem ACAR ÜNAL**

**Dr. Öğr. Üyesi Güler GÜMÜŞSOY KARAKURT**

**Dr. Öğr. Üyesi Setenay YAĞMUR**
**İstanbul Gedik Üniversitesi**

**EYLÜL 2022**

# İÇİNDEKİLER

## ŞEKİL LİSTESİ

## KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| AATUHK | : 6183 Sayılı Kamu Alacaklarının Tahsil Usulü Kanununa |
| API | : Uygulama programlama arayüzleri |
| ASIC | : Uygulamaya Özel Entegre Devre |
| CNIL | : Fransız veri koruma otoritesi |
| DAO | : Dağıtılmış Otonom Kuruluşlar ((Decentralized Autonomous Organization) |
| DLT | : Dağıtılmış Defter Teknolojisi |
| GDPR | : Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü |
| IoT | : Nesnelerin İnterneti |
| IRS | : ABD İç Gelir Servisi |
| KVKK | : 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu |
| NATO | : Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü |
| NCA | : Suç Gelirlerinin Aklanması |
| NIE | : Yeni Kurumsal Ekonomi |
| PoS | : Hisse Kanıtı (Proof of Stake) |
| PoW | : Emek Kanıtı (Proof of Work) |
| SEC | : ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu |
| SHA | : Secure Hash Algorithm |
| SPK | : Sermaye Piyasası Kanunu |

| | |
|---|---|
| TCE | : İşlem Maliyeti Ekonomisi |
| TCP/IP | : İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü |
| TCMB | : Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası |
| TMK | : 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu |
| TTK | : 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu |
| VUK | : Vergi Usul Kanunu |
| ZCash | : Zerocash |
| ZKP | : Sıfır Bilginin İspatı (Zero Knowledge Proof) |

**Enstitüsü** : **Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**
**Dalı** : **Hukuk**
**Programı** : **Hukuk**
**Tez Danışmanı** : **Özlem ACAR ÜNAL**
**Tez Türü ve Tarihi** : **Özel Hukuk Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2022**

## ÖZET

## BLOCKCHAIN SÖZLEŞMELERİNİN TÜRK ÖZEL HUKUKUNDAKİ YERİ

Bu çalışmanın amacı blockchain sözleşmelerinin Türk özel hukukundaki yerinin incelenmesidir. Bu kapsamda borçlar hukukunda, veri koruma hukukunda, Türk vergi mevzuatında ve ceza hukukunda, blockchain sözleşmelerinin konumu incelenmiştir. Dijital dönüşümün tüm birimlerde hatta konuyu ciddiye alan şirketlerde bile eşit şekilde uygulanmadığı görülmüştür. Bazı şirketler dijital dönüşümün bir parçası olarak kullanıcılarına online ve mobil hizmetler sunarken, iş süreçlerini dijitale dönüştürürken günlük iş süreçlerinin dönüşümünü ihmal etmekte ya da reklam ve yeni müşteri kazanımında geleneksel yöntemleri kullanmaya devam etmektedir. Blok zincirinin akıllı sözleşmelerinin bağlantısı, daha genel olarak borçlar hukuku ve sözleşmeler hukuku için temel bir zorluğu temsil eder. Geleneksel olarak, yasa her zaman kendi yönetim kurallarını sağlar.

**University** : **Istanbul Kültür University**
**Institute** : **Institute of Postgraduate Education**
**Department** : **Law**
**Programme** : **Law**
**Supervisor** : **Özlem ACAR ÜNAL**
**Degree Awarded and Date** : **MA. - September 2022**

## ABSTRACT

### THE PLACE OF BLOCKCHAIN AGREEMENTS IN TURKISH LAW

The purpose of this research is to examine the place of blockchain contracts in Turkish law. In this context, the position of blockchain contracts in the law of obligations, data protection law, Turkish tax legislation and criminal law has been examined. It turned out that digital transformation is not applied equally in all units, even in companies that take the issue seriously. While some companies offer online and mobile services to their users as a part of digital transformation, they neglect the transformation of daily business processes while converting their business processes to digital, or they continue to use traditional methods in advertising and new customer acquisition. The connectivity of smart contracts of the blockchain represents a fundamental challenge for the law of cooperation and contracts more generally. Traditionally, the law should and always provides its own rules of governance. For example, such a rule establishes the duties of trustees.

# GİRİŞ

Blockchain teknolojisi ve dağıtılmış defterler büyük ilgi görmekte ve farklı sektörlerde birden fazla projeyi tetiklemektedir. Bununla birlikte, finans endüstrisi, blok zinciri kavramının birincil kullanıcısı olarak görülmektedir. Bunun nedeni yalnızca bu teknolojinin en iyi bilinen uygulamasının kripto para birimi Bitcoin olması değil, aynı zamanda özellikle bu sektördeki önemli süreç verimsizlikleri ve büyük bir maliyet tabanı sorunu tarafından yönlendirilmesidir. Bunun da ötesinde, finansal kriz, finansal hizmetlerde bile bir varlığın doğru mevcut sahibini belirlemenin her zaman mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Küresel ölçekte daha uzun bir değişen alıcılar zinciri üzerinden mülkiyetin izini sürmek daha da büyük bir sorundur.

Blockchain teknolojisi kullanımı sözleşme kapsamında yürütülmektedir. Tüm sözleşmeler mutlaka eksiktir. Her ihtimal üzerinde pazarlığın verimsizliği, insanların doğuştan gelen sınırlı rasyonelliği ile birleştiğinde, sözleşmeler her olasılığı öngöremez ve ele alamaz. Hukukun bir rolü, vadesi dolmamış sözleşmelerdeki boşlukları varsayılan kurallarla doldurmaktır. Gelişen teknolojiler, bu geleneksel boşluk doldurucu yasal rolün dışında var olan yeni ancak eşit derecede eksik sözleşme türleri yaratmıştır.

Blok zinciri, işlemlerin kriptografik olarak kaydedilmesine izin veren ve koşulları yerine getirildiğinde otomatik olarak kendi kendine yürütülen “akıllı” sözleşmelere izin veren dağıtılmış bir defterdir. İnsanlar blok zincirinin sözleşmelerini kodladığından, bu sözleşmelerde boşluklar ortaya çıkacaktır. Yine de blok zincirindeki akıllı sözleşme dünyasında, yasanın varsayılan kuralları sağlamak için devreye gireceği hiçbir bir alan, yasal müdahale noktası yoktur. Yasal bir müdahale noktasının olmaması, blok zincirindeki yasanın, maddi dünyadaki yasadan temel olarak farklı bir şekilde çalıştığı anlamına gelir. İş organizasyonu hukuku, yasanın eksik bir sözleşmedeki boşlukları doldurmak için varsayılan kuralları nasıl

kullandığına ve yasanın blok zinciri bağlamında nasıl farklı çalıştığına dair başlıca bir örnek sunar.

Bu çalışmanın amacı blockchain sözleşmelerinin Türk özel hukukundaki yerinin incelenmesidir. Bu kapsamda borçlar hukukunda, veri koruma hukukunda, Türk vergi mevzuatında ve ceza hukukunda, blockchain sözleşmelerinin konumu incelenmiştir.

Araştırma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde blockhain temel çerçevesine yer verilmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde blockhain ve hukuksal kullanım alanları incelenmiştir. Son bölümde ise Türk hukukunda blockhain sözleşmeleri incelenmiştir.

# BİRİNCİ BÖLÜM

# BLOCKCHAIN TEMEL ÇERÇEVESİ

## 1.1. Blockchain Tanımı

Dijital dönüşümün tüm birimlerde hatta konuyu ciddiye alan şirketlerde bile eşit şekilde uygulanmadığı ortaya çıkmıştır. Bazı şirketler dijital dönüşümün bir parçası olarak kullanıcılarına online ve mobil hizmetler sunarken, iş süreçlerini dijitale dönüştürürken günlük iş süreçlerinin dönüşümünü ihmal etmekte ya da reklam ve yeni müşteri kazanımında geleneksel yöntemleri kullanmaya devam etmektedir. Yönetim danışmanlığı şirketi McKinsey tarafından 2017 yılında yapılan bir araştırmaya göre, dijital dönüşümü mümkün olduğunca çok alanda kapsamlı ve entegre bir şekilde uygulayabilen şirketler için faydalı olduğunu ortaya koymuştur. Hızla gelişen ve değişen dijital çözümlerin büyümesiyle, onları yeni teknolojileri yakından takip etmeye yönlendiren iş liderlerinin sorumluluğu da artmaktadır.[1]

Blok zinciri, sağlam, güvenli, şeffaf bir dağıtılmış defter oluşturmanın bir yoludur. Bu devrim niteliğindeki yeni teknoloji aynı zamanda alışılmadık bir teknolojidir. Kriptografiye dayalı bir yazılım protokolü olarak, bir blok zinciri (dijital bilgi) halka açık veritabanları için oluşturulan yeni bir teknolojidir. Aslında insanları koordine etmek için kurumsal veya sosyal bir teknoloji olarak da ifade edilmektedir.[2]

Blockchain teknolojisi, eşler arası bir ağdaki makineler arasında güvenilir bir şekilde veri aktarımını sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanabilir. Eşler arası ağlarda iletişim, bu tür dağıtılmış sistemlerde veri depolama ve şifreleme yöntemleri bilgisayar biliminde yeni konular değildir. Kombinasyonlarından ortaya çıkan blok zincir teknolojisi, birçok yenilikçi uygulamayı mümkün kılmıştır. Bitcoin blok zinciri ve Bitcoin kripto para birimi, bu teknolojinin ilk uygulamalarıdır ve ağ üyeleri

[1] **SIEBEL** Thomas M., Why Digital Transformation is Now on the CEO's Shoulders, McKinsey Quarterly, 2017, s.5.
[2] **NOFER,** Michael, Et Al. Blockchain, Business & Information Systems Engineering, 2017, s. 185.

arasında doğrudan fon transferini sağlar. Üyeleri tarafından sürdürülen ve paranın aktarılması için günlerce beklemek zorunda olunmayan merkezi bir kontrol sisteminden bağımsız bir sistem geliştirilmiştir.[3]

Literatüre bakıldığında blok zincirinin ortak bir tanımı olmamasına rağmen farklılıklar ve detayların olduğu görülmektedir. Buna göre blockchain sistemini ilk ifade eden Satoshi Nakamoto olmuştur. 2008 tarihli Bitcoin: Person-to-Person Electronic Cash System makalesinde blok zinciri, kriptografi teorisi temelinde oluşturulan verilerin birbirine bağlanmasıyla oluşan bloğu ifade etmektedir.[4] Bitcoin'in altında yatan teknoloji olarak nitelendirilen Blockchain; işlemleri güvenli, kalıcı ve verimli bir şekilde kaydeden açık, dağıtık bir defter olarak öne çıkmaktadır.[5]. Blockchain, başlangıçta merkezi olmayan bir veri yönetimi teknolojisi olarak geliştirilen bir sistem olarak ortaya çıkmıştır.[6]. Tüm veri kayıtlarının değiştirilmesine izin vermeyen, sadece yetkili kişilerin veri girebildiği ve tüm ağ üzerinde dağıtılmış birkaç kopya halinde saklanan bir veri tabanıdır. Diğer bir tanıma göre ise tüm hayatımızı değiştirecek yepyeni bir teknolojiye isim veren merkezi olmayan bir kriptografik kayıttır.[7]

### 1.2. Blockchain Tarihsel Gelişimi

Blockchain sisteminin temel taşı, 1972 yılında internetin gelişimi için altyapıyı oluşturan İletim Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü (TCP/IP) ile atılmıştır. TCP/IP'den önce telekomünikasyon yapısı devre anahtarlama üzerine kuruluydu. TCP/IP teknolojisi ile bilgiler sayısallaştırılmış adres bilgilerini içeren çok küçük paketler halinde iletilmektedir. Bu teknoloji protokolünü işletmek için merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymadan ortak, paylaşılan bir ağ oluşturuldu. 1980'lerin ve 1900'lerin sonlarında Sun, NeXT, Hewlett-Packard ve Silicon Graphics gibi şirketler TCP/IP teknolojisini kullanıyordu. Maliyet etkin, bağlanabilirlik avantajlı bir ağ

[3] **NAKAMOTO,** Satoshi, Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. Decentralized Business Review, 2008, s.3, < https://bitcoin.Org/Bitcoin.pdf >, Erişim tarihi: 28.09.2021.
[4] **NAKAMOTO,** a.g.m., s.3
[5] **LAKHANI,** Karim R, **IANSITI,** Marco, The Truth About Blockchain. Harvard Business Review, 2017, s.120, < https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain >, Erişim Tarihi: 16.08.2021.
[6] **HUMMO,** Jesse Yli, **KO,** Deokyoon, **CHOI,** Sujin, **PARK,** Sooyong, **SMOLANDER,** Kari, Where are Current Researches in Blokchain Technology?, A Systematic Review, 3 Ekim 2016, Plos One, s.2.
[7] **GÜVEN,** Vedat, **ŞAHINÖZ,** Erkin, Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin: Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, Kronik Kitap, İstanbul, 2018, s.198.

yapısı ile çalışmak firmalar için çok avantajlı hale geldi. Öyle ki CNET haberlerini internete koydu. Amazon herhangi bir kitapçıdan daha fazla kitap satarken, Priceline ve Expedia uçak biletlerinin satışını kolaylaştırdı ve benzeri görülmemiş bir şeffaflık yarattı.[8]

Şifreleme bilimi günümüzde günlük hayatın birçok alanında kullanılmaktadır. ATM'ler, rezervasyon sistemleri, e-posta mesajları, telefon bankacılığı ve normal bankacılık işlemleri, cep telefonları, uydu sistemleri, füze sistemleri, savaş uçakları, sağlık sistemleri, e-devlet uygulamaları gibi birçok alan örnek olarak gösterilebilir. Dijital dünyada bölgeler ve ülkeler arasındaki sınır ortadan kalktı. Dijital dünyada sınırları elektronik olarak geçmek, gerçek fiziksel harita sınırlarını geçmekten daha kolaydır. Bu noktada bilgi güvenliği için kriptografinin önemi ön plana çıkmakta; devletlerin vatandaşlarına ve kurumlarına hızlı ve kolay erişim için elektronik ortamda iletilen hizmetlerin güvenli bir şekilde sunulması gerekmektedir.[9]

Ağ teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, dijital olarak depolanan bireysel veri miktarı hızla artmaktadır. Yazılım uygulamaları tarafından bulut teknolojisinin kullanılması ile verilerin saklanması ve paylaşılması bir kaynak bulmuş olsa da ekonomik tasarruf kapsamında kullanılan bulutta veri kaybı veya mahremiyet kaybı gibi durumlar olabilmektedir. Güvenliği sağlamak adına verilerin bütünlüğü ve gizliliği önemlidir. Bazı veri paylaşım uygulamalarının genellikle aşağıdakiler gibi birden fazla tarafça sürdürülmesi gerekir. Veri alışverişi alanında bilgi güvenliği sorununun nasıl çözüleceği sorusu her zaman önemli olmuştur.[10]

### 1.3. Blockchain Teknolojisinin Çalışma Prensipleri

Bitcoin ağında, işlemler tek tek değil toplu olarak, onay bekleyen 1MB geçerli işlem blokları oluşturularak kaydedilir. Her blok için içerdiği işlem bilgilerine göre

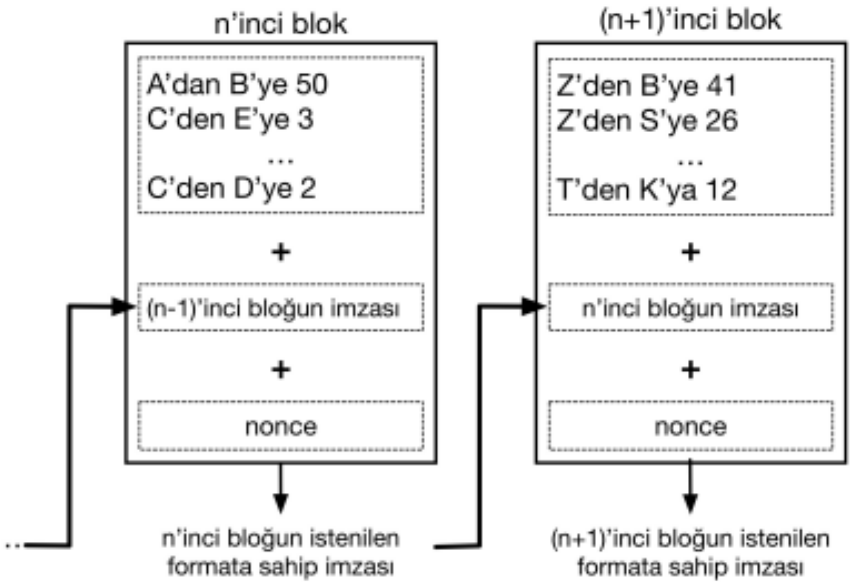
---

[8] **GATTESCHI,** Valentina, Et Al. Blockchain And Smart Contracts For İnsurance: Is The Technology Mature Enough?. Future İnternet, 2018, s. 2, < https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20/htm >, Erişim Tarihi: 26.06.2021.

[9] **COŞKUN,** Aysun, **ÜLKER,** Ülkü, Ulusal Bilgi Güvenliğine Yönelik Bir Kriptografi Algoritması Geliştirilmesi ve Harf Frekans Analizinine Karşı Güvenirlik Tespiti, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2013, s. 31.

[10] **ZHENG,** Zibin, **XIE,** Shaoan, **DAİ,** Hong-Ning, **CHEN,** Xiangping, **WANG,** Huaimin, 2018. Blockchain challenges and opportunities: A survey. International Journal of Web and Grid Services, 2018, 14(4), s.557.

benzersiz bir imza oluşturulur. Bu imza, oluşturulan bir sonraki blokta bulunur.[11] Her blok bir önceki blok hakkında bilgi içerdiğinden bir çeşit zincir oluşur. Zincire bloklar eklendikçe eski bloklardaki işlemleri fark edilmeden değiştirmek giderek zorlaşmaktadır.



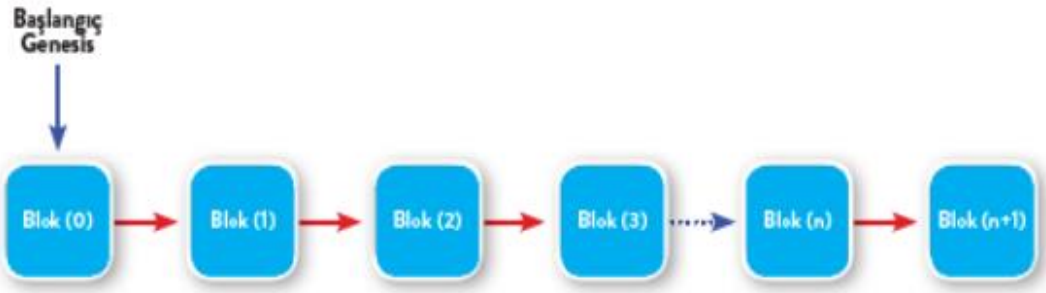

**Şekil 1. Bitcoin blok zincirinde blokların içeriği ve birbirine bağlanış şekli[12]**

Blok zincirinin oluşturulmasındaki kilit unsur, çevrimiçi ödemeler için aracılara ihtiyaç duymadan taraflardan taraflara iletimin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Bu sistemin işleyişinde şifreli işlemlerin yanı sıra ödemelerin onaylanmasını ve reddedilmesini garanti eden bir yapı bulunmaktadır. Böylece blok zinciri yapısı, Bitcoin transferlerinin temelini oluşturan bir tür kayıt görevi görür. En ünlü kripto para birimi olan Bitcoin tek değildir. Aslında kripto paralar 2008 yılından bu yana birçok farklı blok zinciri tabanlı uygulamada oluşturulmuştur ve bugün piyasada 3900 kripto para bulunmaktadır.[13]

Blok zinciri sistemi, kelimenin tam anlamıyla blok zincirlerden oluşur, yani ardışık olarak arka arkaya gelen bloklardan oluşan bir veri seti söz konusudur. Oluşturulan ilk bloğa "*Genesis*" adı verilir. Oluşturma aşamasında belirlenen kurallar blokları

[11] **NAKAMOTO**, a.g.e. s.4.
[12] **YILDIZ,** Yiğit, Büyük Veri Teknolojisi ve Vergi Denetimi Etkileşimi, Vergi Raporu, 2019, s. 236, < https://vergiraporu.com.tr/ReadArticle.aspx?Id=c2e3a052-dd82-4bb0-b508-2453294781e0 >, Erişim Tarihi: 11.12.2021.
[13] **GATTESCHİ,** a.g.e.,, s. 2

oluşturur. Her bloğun kendi imzası (şifresi) vardır. Bloklar kodlardan oluşur ve her bloğun kendi imzası ve bir önceki bloğun imzası vardır. Bu konsensüs yapısı sağlanarak bloklar birbiri ile bağlantılı olarak oluşturulur. Blok zincirlerden oluşan kripto para birimleri için blok oluşum süresi değişkenlik gösterir ve Bitcoin'de blok oluşum süresi 10 dakikadır.[14]




**Şekil 2. Genesis (Başlangıç) Bloğu ve Blockchain[15]**

Her blok 1MB uzunluğundadır ve her birinde en az bir işlem tutulur. Bloğun verilerini içeren başlık 80 bayt boyutundadır. Bir blokta yaklaşık 350-500 işlem verisi tutulur. Bir aktarım işlemi yapıldığında en az 250 bayt boyutundadır.[16] Blok zincirine yeni bloklar eklemek madencilik olarak bilinir. Madencilik sürecine kendini adamış her üyeye aynı zamanda "madenci" denir. Madenciler, blok zincirinin işlemleri kaydetmesi ve aktarması için zorunlu uygulayıcılardır. Bitcoin için ilk blok oluşturma ödülü 50 Bitcoin olarak belirlenir ve her 210.000 blokta bir yarıya indirilir. Bu yaklaşık 4 yıllık bir süreye işaret etmektedir. Hesaplanırsa yarılanmanın 2140 yılına kadar süreceği tahmin edilmektedir.[17]

Blok zincir yapısına müdahale etmek istenirse, ağdaki hedef bloğun içeriğini değiştirebilmesi için hem hedef bloğu hem de bu bloğu takip eden diğer tüm blokları değiştirmelidir.[18] Sürekli blok üretimi (kötü niyetli bir kişi değişiklik yaparken blok zincirine katılan yeni bloklar) ve blok üretim algoritmasının mantığı nedeniyle bu

[14] **GATTESCHİ,** a.g.e.,, s. 2
[15]**BCTR,** <https://Bctr.Org/Blockchain-Nedir, > Erişim Tarihi: 15.06.2022.
[16] **ÇARKACIOĞLU,** Abdurrahman, Kripto-Para Bitcoin, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu, 2016 s. 43, < https://www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130 >, Erişim Tarihi: 01.02.2022.
[17] **ANTONOPOULOS,** Andreas M, Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies, O'reilly Media, Inc., Newton, MA, USA, 2014. s.2.
[18] **WANG,** Wenshi, A Vision For Trust, Security And Privacy Of Blockchain. İçinde: International Conference On Smart Blockchain., Springer, Cham, Germany, 2018, s.96.

senaryo teorik olarak mümkün görünse de normal şartlar altında saldırıyı uygulamaya koymak mümkün olmayacaktır.

Blok zincirler bir ademi merkeziyetçilik teknolojisidir ve internetin açık bir platform olması gibi açık bir platformdur. Dolayısıyla, blok zinciri ekonomisine başka bir yaklaşım, merkezi olmayan sistemlerin ekonomisine odaklanmak ve blok zincirlerini bir ademi merkeziyetçilik teknolojisi olarak temsil etmektir.[19]

Açık ademi merkeziyetçi sistemlerin niteliklerine ilişkin temel argüman, Adam Smith'e ve İskoç Aydınlanmasına kadar giden eski bir argümandır ve özünde dinamik hakkında evrimsel bir argümandır. Evrilen karmaşık sistemlerdeki temel gelişim modeli, merkezileşmeden ademi merkeziyetçiliğe doğrudur. Sistemler merkezileşme ile başlar çünkü, kuralları oluşturmak ve uygulamak yani bilgi yapıları oluşturmak için en verimli yapı merkezileşmedir. Bu, tekrarı en aza indirir ve net bir hiyerarşi kurar ve anlaşmazlıkları karara bağlar. Ekonomik sistemlerde bu durum kendini enflasyon, yolsuzluk ve rant arayışı olarak gösterir. Sonunda, adaptasyon ve farklı seçim, bu tür sistemleri ademi merkeziyetçiliğe doğru yönlendirir. Çünkü merkezileştirme maliyetleri, sömürü yolu boyunca yükselirken, genellikle gelişme ile birlikte teknolojik ilerleme nedeniyle (örneğin, blok zinciri durumunda kriptografi ve bilgisayarlar) ademi merkeziyetçilik maliyetleri düşer. Merkezileşme düzen getirir, ancak bu düzen kırılgan olabilir. Ademi merkeziyetçilik sistemi daha sağlam, esnek, güvenli ve verimli hale getirir.[20]

Bir teknoloji olarak blok zincirler, farklı işlevsellik noktalarını vurgulamak için çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Bir konsensüs mekanizması olarak, blok zincirler bir gerçeği keşfetme veya doğrulama motorudur. Bu, onları değer aktarımını güvenli bir şekilde kaydetmek için bir değerli bir veritabanlı defter kılmaktadır. Kamusal protokoller aracılığıyla güveni metalaştırır. Ancak blok zincirlerinin gerçekleşmesinde en genel ilke ademi merkeziyetçi olmalarıdır. Blok zincirlerler ekonomide, organize yapının kurulmasında önemli olarak görülmektedir. Organizasyonlar merkezileştirilmiştir; piyasalar ademi merkeziyetçidir. Piyasalar,

[19] **GATTESCHİ,** a.g.e., s.2.
[20] **DI PIERRO,** Massimo, What İs The Blockchain?, Computing İn Science & Engineering, 2017, s.93, < https://www.computer.org/csdl/magazine/cs/2017/05/mcs2017050092/13rRUyv53Jl >, Erişim Tarihi: 15.03.2022.

genel ademi merkeziyetçilik hizmetini gerçekleştiren diğer açık platform teknolojisidir. Piyasalar hem tasarlanmış sistemler hem de evrimleşmiş spontane emirler olan kural sistemleridir.[21]

Blok zincir, dijital para tasarımındaki bir soruna çözüm olarak icat edilen, kriptografinin bir ürünü olan yeni bir teknolojidir. Bu, onu bilgi ve yeni teknoloji ekonomisi veya para ekonomisini kapsamasını sağlamaktadır. Blok zincir teknolojilerindeki ilerleme, sanal paraların oluşmasında ve yeni piyasaların meydana gelmesinde önemlidir. Yeni piyasaların oluşması ise ekonomide rekabet ortamı oluşturmaktadır.[22]

Blok zincirler ademi merkeziyetçiliği konusunda Ethereum'dan Vitalik Buterin ve Gavin Wood tarafından sağlanan daha somut bir yorum, blok zincirlerinin küresel bir tekil olarak bir dünya bilgisayarı olma konusunda ilerleme kaydettiğidir. Buterlin defterlerden, kripto para biriminden, hash oranlarından veya işlemlerden bahsetmeden, şaşırtıcı bir blok zinciri tanımı sunmaktadır[23].

Blockchain, herkesin program yükleyebileceği ve programları kendi kendine yürütmesi için bırakabileceği, her programın mevcut ve önceki tüm durumlarının her zaman kamuya açık olduğu ve programların çalıştığına dair çok güçlü bir kripto ekonomik güvenlik garantisi taşıyan sihirli bir bilgisayardır. Zincir, tam olarak blok zinciri protokolünün belirttiği şekilde çalışmaya devam edecektir. Blok zincirleri, belirli bir kural kümesini dünyaya getirmekle ilgili değil, yeni bir kural kümesiyle son derece hızlı bir şekilde yeni bir mekanizma oluşturma ve onu dışarı itme özgürlüğünü yaratmakla ilgilidir.

Dünya bilgisayarı kavramı, Blokchain platformunda çalışan herhangi bir uygulamanın ulusal veya jeopolitik sınırlar olmaksızın küresel erişime sahip olacak ve geleceğe bağlı olmaksızın genişleyecektir. Bu tanım, blok zincirlerin ekonomik ve sosyal kurumlar inşa etmek için bir teknoloji olduğu fikrini ortaya koymaktadır. Ismarlama sosyo-ekonomik koordinasyonu sağlayan kural sistemi türleri olan akıllı

[21] **GATTESCHİ,** a.g.e., s.2
[22] **WANG,** a.g.e., s.5
[23] **BUTERIN,** Vitalik, Visions Part I: The Value Of Blockchain Technology, 2015, s.23, < https://blog.ethereum.org/2015/04/13/visions-part-1-the-value-of-blockchain-technology >, Erişim Tarihi 16.02.2022.

sözleşmeleri oluşturmak ve yürütmek için bir teknolojidir. Ekonomistler normalde piyasanın, organizasyon ve kurumların bir kombinasyonundan kaynaklandığını düşünürler. Örneğin, firmanın organizasyonu, bir kulübün organizasyonu, piyasa kurumları, hukuk kurumları, para kurumları, hükümet kurumları gibi tüm bu kurum ve kuruluşlar temel kural sistemleridir. Blok zinciri bu anlamda ekonomik koordinasyon için yeni bir tür kural sistemidir. Bu nedenle firmalar, pazarlar, kulüpler ve hükümetlerin yanı sıra artık blok zincir de bulunmaktadır. Zincirlerini sihirli dünya bilgisayarlarına dönüştürmek için bu çabanın önde gelen bir örneği Ethereum'dur. Bitcoin'i özel bir teknoloji, kriptografik olarak güvenli bir işlem tabanlı durum makinesi olarak düşünüyorsanız, Ethereum'u tüm işlem tabanlı durum makinesi kavramlarının üzerine oturtulduğu genelleştirilmiş teknolojiyi yani sanal bir makine oluşturmaya çalışan bir proje olarak düşünülür.[24]

Sıfır güven bilgi işlem için bir platformdur. Wood'a göre, [25] Ethereum, üstün bir temel protokol olmayı ve diğer merkezi olmayan uygulamaların Bitcoin yerine bunun üzerine kurulmasına izin vererek, onlara çalışmak için daha fazla araç sunmayı ve Ethereum'un ölçeklenebilirliği ve verimliliğinden tam olarak yararlanmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Kullanıcılar, başka hangi bireyler, sistemler veya kuruluşlarla etkileşime girerlerse girsinler, olası sonuçlara ve bu sonuçların nasıl ortaya çıkabileceğine mutlak bir güvenle bunu yapabileceklerinin garanti edilebileceği bir sistem sağlamayı amaçlamaktadır.

Genelleştirilmiş teknoloji, Ethereum blok zincirinde eter adı verilen bir kripto para birimi ile çalışmakta, merkezi olmayan uygulamalar oluşturmak için Turing-tam komut dosyası dili ve protokollerini kullanmaktadır. Ethereum'da aracılar, Dağıtılmış Otonom Kuruluşlar (DAO'lar) dahil olmak üzere merkezi olmayan uygulamalar oluşturulabilen kendi kendini yürüten bir dijital akıllı sözleşmeler yazabilir ve yürütebilir. Akıllı sözleşmeler ve DAO'lar, ölçeği olası herhangi bir merkezi defteri büyük ölçüde aşacağı için nihayetinde merkezi olmayan bir kayıt gerektirmesi gereken nesnelerin internetini (IoT) mümkün kılar.[26]

---

[24] **GATTESCHİ,** a.g.e., s. 2
[25] **WOOD,** Gavin, Dapps: What Web 3.0 Looks Like. & 'What is Web, 2014, s.3., < https://gavwood.com/dappsweb3.html >, Erişim Tarihi: 21.12.2021.
[26] **Dİ PİERRO,** a.g.e., s. 93.

Sihirli dünya bilgisayarı perspektifi ve Ethereum'un netleştirdiği şey, blok zinciri teknolojisinin doğasının, ekonomistlerin yeni teknolojileri modellediği standart yoldan farklı olduğu yani, toplu üretim fonksiyonunda çok faktörlü üretkenlik artışına dönüşen bir kayma olduğudur. Blok zincirleri bu etkiye sahip olabilir ve neoklasik ve evrimsel ekonomi ile incelenebilir. Ancak bu teknolojinin çok daha dönüştürücü yönü, yeni örgütsel ve kurumsal ekonomik yönetim biçimlerine yol açmalarıdır. Ekonomik teorinin tamamen farklı alanlarından yani, yeni kurumsal ve kamu tercihi ekonomisinden yararlanan farklı bir analitik yaklaşım gerektirir.[27]

Blockchain teknolojilerinin çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar şu şekildedir:

**1. Güven**

Blockchain, güvenin var olmadığı veya kanıtlanmadığı farklı piyasalar arasında güven yaratır. Blockchain teknolojisi, aksi halde yapmamış olabilecekleri veya bir aracının yapması gerekebilecek işlemleri veya veri paylaşımını içeren iş anlaşmalarına girmeye isteklidir. Güvenin etkinleştirilmesi, bir blok zincirin en çok belirtilen faydalarıdır. Doğrudan ilişkileri olmayan ancak yine de veri veya ödemeleri paylaşmak zorunda olan varlıklar arasındaki işlemleri kolaylaştıran blok zinciri kullanım durumlarında belirgindir. Genel olarak Bitcoin ve kripto para birimleri, blok zincirinin birbirini tanımayan katılımcılar arasında güveni sağladığının mükemmel örnekleridir.[28]

**2. Merkezi olmayan yapı**

Küresel bir dijital teknoloji ve hizmet sağlayıcısı olan UST'de blockchain başkanı Daniel Field, güven sağlayan merkezi bir aktör olmadığında Blockchain'in değerini gerçekten kanıtladığını ifade etmiştir. Bu nedenle, katılımcılar birbirlerini tanımadıkları için güven eksikliği duyduklarında güven sağlamanın yanı sıra, blok zinciri, tek bir varlığın münhasıran sorumlu olmadığı bir iş ekosisteminde veri paylaşımını sağlar. Tedarik zinciri buna bir örnektir: Tedarikçiler ve nakliye şirketlerinden üreticilere, distribütörlere ve perakendecilere kadar birden fazla

[27] **DAVIDSON,** Sinclair, **DE FILIPPI,** Primavera, **POTTS,** Jason, Economics of Blockchain, 2016, s.3, < https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751 >, Erişim Tarihi: 04.11.2021.
[28] **DAVİDSON, FİLİPPİ ve POTTS,** a.g.e., s.3.

işletme, bu zincirdeki diğerlerinden bilgi ister veya buna ihtiyaç duyar ancak, hiç kimse tüm bu bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktan sorumlu değildir. Blockchain, merkezi olmayan yapısıyla bu ikilemi çözmektedir.[29]

**3. Gelişmiş güvenlik ve gizlilik**

Blockchain özellikli sistemlerin güvenliği, gelişen teknolojinin bir başka önde gelen avantajıdır. Blockchain tarafından sunulan gelişmiş güvenlik, teknolojinin gerçekte nasıl çalıştığından kaynaklanmaktadır: Blockchain, dolandırıcılık ve yetkisiz faaliyetleri engelleyen uçtan uca şifreleme ile değiştirilemez bir işlem kaydı oluşturur. Ek olarak, blok zincirindeki veriler bir bilgisayar ağında depolanır, bu da hacklemeyi verileri sunucularda bir arada depolayan geleneksel bilgisayar sistemlerinin aksine neredeyse imkansız hale getirir. Ayrıca blok zinciri, verileri anonimleştirerek ve erişimi sınırlamak için izinler gerektirerek gizlilik endişelerini geleneksel bilgisayar sistemlerinden daha iyi ele alır.[30]

**4. Azaltılmış maliyetler**

Blockchain'in doğası, kuruluşlar için maliyetleri de azaltabilir. İşlemlerin işlenmesinde verimlilik yaratır. Ayrıca, verilerin toplanması ve değiştirilmesi gibi manuel görevlerin yanı sıra raporlama ve denetleme süreçlerini kolaylaştırır. Finansal kurumların blok zinciri kullanırken gördükleri tasarruflara dikkat çekilerek, blok zincirin takas ve uzlaşmayı kolaylaştırma yeteneğinin doğrudan süreç maliyet tasarrufuna dönüştüğü açıklanmaktadır. Daha geniş anlamda, blockchain, geleneksel olarak blockchain'in yapabileceği işlemleri sağlayan aracıları, satıcılar ve üçüncü taraf sağlayıcıları ortadan kaldırarak işletmelerin maliyetleri düşürmesine yardımcı olur.[31]

Blockchain'in benzersiz özellikleri güveni, güvenliği, şeffaflığı artırabilir ve işletmelere başka faydalar sağlayabilir.

[29] **DAVİDSON, FİLİPPİ ve POTTS,** a.g.e., s.5.
[30] **DAVİDSON, FİLİPPİ ve POTTS,** a.g.e., s.5.
[31] **DAVİDSON, FİLİPPİ ve POTTS,** a.g.e., s.7.

**5. Hız**

Aracıları ortadan kaldırarak ve işlemlerde kalan manuel süreçleri değiştirerek geleneksel yöntemlerden daha hızlı gerçekleştirebilir. Bazı durumlarda blockchain, bir işlemi saniyeler veya daha kısa sürede halledebilir. Ancak süreler değişebilir. Blockchain tabanlı bir sistemin işlemleri ne kadar hızlı işleyebileceği, her bir veri bloğunun ne kadar büyük olduğu ve ağ trafiği gibi birçok faktöre bağlıdır. Yine de uzmanlar, blok zincirinin tipik olarak hız açısından diğer süreçlerin ve teknolojilerin üstünde olduğu sonucuna varmıştır.[32]

**6. Görünürlük ve izlenebilirlik**

Walmart'ın blok zinciri kullanımı sadece hız ile ilgili değildir; aynı zamanda ürünlerin kökenini takip etme yeteneği ile de ilgilidir. Blok zincir, Walmart gibi perakendecilerin envanteri daha iyi yönetmesine, sorunlara veya sorulara yanıt vermesine ve ürünlerinin geçmişini doğrulamasına olanak tanır. Belirli bir çiftlik, kontaminasyon nedeniyle ürününü geri çağırmak zorunda kalırsa, blok zinciri kullanan bir perakendeci, o çiftlikten gelen ürünü tanımlayabilir ve kalan ürününü satışa çıkarabilir. Uzmanlara göre, blockchain çeşitli kaynakların kökenini takip etmeye yardımcı olabilir.[33]

**7. Değişmezlik**

Değişmezlik, basitçe, işlemlerin blok zincirine bir kez kaydedildikten sonra değiştirilemeyeceği veya silinemeyeceği anlamına gelir. Blok zincirinde, tüm işlemler zaman damgalı ve tarih damgalıdır, dolayısıyla kalıcı bir kayıt vardır. Bu nedenle, blok zinciri bilgileri zaman içinde izlemek için kullanılabilir ve bu da bilgilerin güvenli ve güvenilir bir şekilde denetlenmesini sağlar.

**8. Verilerin bireysel kontrolü**

[32] **DAVİDSON, FİLİPPİ ve POTTS,** a.g.e., s.7.
[33] **GÜVEN,** Özgür, Dijital Dönüşümde Blokzincir Teknolojisi ve Bıtcoın'in Ekonomiye Etkisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2020, s.12.

Blockchain'in kişinin kendi dijital verileri üzerinde benzeri görülmemiş miktarda bireysel kontrol sağlamaktadır. ABI Research'te araştırma direktörü Michela Menting'e göre, verilerin çok değerli bir meta olduğu bir dünyada, teknoloji size ait verileri doğal olarak korurken, kontrol etmenize izin verir" demiştir. Bireyler ve bireysel kuruluşlar, dijital verilerinin hangi parçalarını, kiminle ve ne kadar süreyle paylaşmak istediklerine, blockchain özellikli akıllı sözleşmelerin uyguladığı sınırlarla karar verebilir.[34]

**9. Tokenizasyon**

Tokenizasyon, bir varlığın yani fiziksel veya dijital olabilir, değerinin dijital bir tokene dönüştürüldüğü ve daha sonra üzerine kaydedildiği ve ardından blok zinciri aracılığıyla paylaşıldığı süreçtir. Küresel danışmanlık firması West Monroe'da teknoloji direktörü Joe Davey'e göre, tokenizasyon dijital sanat ve diğer sanatsal varlıkları yakaladı ancak, tokenizasyonun ticari işlemleri pürüzsüzleştirebilecek daha geniş uygulamalara sahip olabilir. Örneğin kamu hizmetleri, karbon emisyonu tahsisatlarının karbon emisyonu programları kapsamında ticaretini yapmak için tokenleştirmeyi kullanabilir.[35]

**10. Yenilik**

Birden fazla sektördeki liderler, zorlu sorunları çözmek ve uzun süredir devam eden hantal uygulamaları geliştirmek için blok zincir tabanlı sistemleri araştırmakta ve uygulamaktadır. Field, iş başvurusunda bulunanların özgeçmişleri hakkındaki bilgileri doğrulamak için blockchain kullanımını bu tür bir inovasyona örnek olarak göstermiştir.[36]

Meydana getirilen bu blok zincirlerde dijital imzaların kopyalanmaması için her blok bir önceki bloğun imzasını taşır. Bu sistemde, merkezi olmayan bir yapı adına oluşturulmuş tüm kullanıcılarda blok zincirinin bir kopyası bulunmaktadır. Bu, oluşturulan blok zincirinde olası bir olumsuz durumun herkes tarafından görülmesini

[34] **SMITH,** Don C., Enhancing Cybersecurity İn The Energy Sector: A Critical Priority, Journal of Energy & Natural Resources Law, 2018, s.375.
[35] **SENKARDES,** Cağla Gül, Blokzincir Teknolojisi ve Nft'ler: Müzik Endüstrisi Üzerine Bir İnceleme. Journal Of Management Marketing And Logistics, s.156, 2021, < http://www.pressacademia.org/archives/jmml/v8/i3/2.pdf >, Erişim Tarihi: 01.03.2022.
[36] **SENKARDES,** a.g.e., s.156

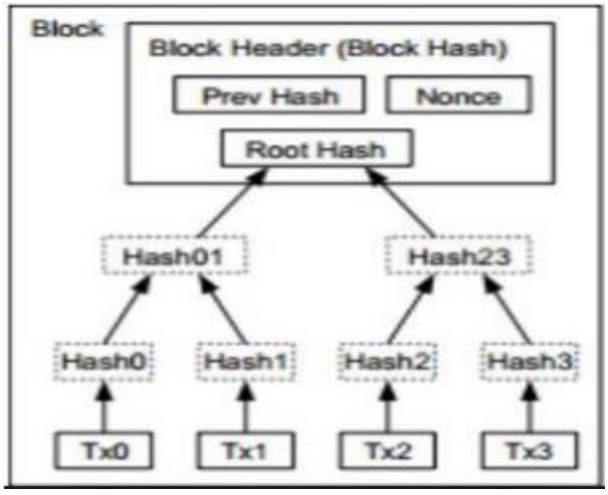
sağlamak içindir. İşte burada uzlaşmanın yapısı ve uzlaşma sürecinin önemi devreye girmektedir. Sistemin bu şekilde tasarlanıp kurulabilmesinin yolu, tek bir merkezden yönetilmek yerine tüm kullanıcıların takip ettiği, bağımsız ve kontrol edilebilir dağıtık bir mekanizmaya dönüştürülmesidir. Binlerce kişi bu sistemi kullansa bile birbirlerini tanımalarına gerek yoktur. Çünkü belirlenen kurallara bağlılık bu sistemin en önemli güven omurgasını oluşturmaktadır.

### 1.4. Blok Zinciri Yapısı

Bir blok zinciri sistemi, çalışma mekanizması ve fikir birliğine varmak için kullanılacak yöntemler açısından düzenlenebilir. Bu sistem küçük gruplarda veya çok üyeli yapılarda da kullanılabilir. Milyonlarca üyesi bulunan Bitcoin bu yapının en güzel örneklerinden biri olarak gösterilebilir.

#### 1.4.1. Blok

Blok zinciri, doğrulanmış ve güvenli bir şekilde bağlanmış bilgi bloklarından oluşur. Blok zincirindeki her blok, başlık ve gövde olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Blok başlığı içerisinde; Blok Versiyon Numarası, Önceki Blok Özet Değeri, Zaman Damgası, Zorluk Derecesi, Nonce ve Merkle Kök Özeti bulunmaktadır. Blok gövdesinde; Blok Özet Değeri ve Blok işlemleri yer almaktadır.




**Şekil 3. Blok Başlığı ve Gövdesi**

### 1.4.2. İşlem/Hesap Hareketi

Bilgi bloklarında tutulan veriler, hesap defteri girişlerini veya hesap hareket kayıtlarını (işlemleri) temsil eder. Her hesap işlemi, orijinalliğini korumak için dijital olarak imzalanır. Bu durum, hiç kimsenin veri setinde değişiklik yapamayacağı anlamına gelir ve verilerin güvenilir olduğu varsayılır. Blok zinciri ağındaki terminaller arasında varlıkların transferinin kayıtları işlem olarak bilinir. Bu işlemler blokların ana gövdesinde saklanır. Temel olarak bir işlem; Toplam Miktar, Girdi Listesi, Çıktı Listesi, Özet Değeri bilgilerinden meydana gelir;[37]

- Toplam miktar, transfer edilecek dijital varlıkların toplam miktar bilgisini tutar,
- Girdi listesi bilgi olarak transfer edilecek varlıkların listesini, miktarlarını ve gönderici hesap adresini tutar,
- Çıktı listesi bilgi olarak transfer edilecek varlıkların miktarlarını, alıcı adresini ve yeni sahiplerini tutar,
- Özet Değer, işlem içeriğinin hesaplanmış kriptografik özet değeridir. Özet değer kullanılarak, saklı anahtar ile işlemler imzalanır ve göndericinin açık anahtarı kullanılarak doğrulanır.

### 1.4.3. Hesap Adresleri

Blok zincirinde bir işlem olması durumunda gönderici ve alıcının hesap adresleri dahil edilir. Sisteme eklenen her yeni kullanıcı için yeni bir adres oluşturulur. Bu adresler blok zinciri sistemindeki kullanıcıların kimlikleridir. Hesap adresleri, kullanıcının genel anahtarlarıyla oluşturulur. Dijital bir varlığın sahiplik bilgileri bu adreslerde saklanır. Bir kullanıcının sahip olduğu dijital varlık ile işlem yapabilmesi için bu hesabın gizli anahtarına sahip olması gerekir. Çünkü işlemler kullanıcının özel anahtarı ile imzalanmalıdır. Hesap adresinden oluşturulan açık anahtar, bu işlemi doğrulamak için kullanılır.[38]

---

[37] **KAPLANHAN,** Fatih, Kripto Paranın Türk Mevzuatı Açısından Değerlendirilmesi" Bitcoin Örneği", Vergi Sorunları Dergisi, 2018 s. 24, < http://vergisorunlari.com.tr/makale/kripto-paranin-turk-mevzuati-acisindan-degerlendirilmesi-bitcoin-ornegi/8587 >, Erişim Tarihi: 13.08.2021.

[38] **KAPLANHAN,** a.g.e., s.106.

### 1.4.4. Kayıt Defteri/Hesap Defteri

Veriler, her terminalde halka açık defterlerde saklanır. Bu defterler, blok zinciri ağında oluşturulmuş ve doğrulanmış işlemleri içerir. Dijital defterlerin bir altyapı veya ağ üzerinden dağıtılmasıyla sistem güvenliği sağlanır. Altyapıdaki bu ek katmanlar, herhangi bir zamanda bir hesap işleminin durumu hakkında fikir birliğine varmak için kullanılır. Her vardiyada, gerçek hesap defterlerinin bir kopyası bulunur. Sisteme yeni bir hesap hareketi geldiğinde veya mevcut bir işlemde değişiklik yapıldığında, belirli bir algoritma altyapıdaki tüm kayıtları işler ve bu yeni işlemin doğruluğunu kontrol eder. Defter nüshalarının çoğunluğu bu kaydın doğru olduğunu onayladığında sisteme yeni bir kilit konur. Sistemdeki kopyaların çoğunluğu yeni işlemi reddederse, o hesap işlemi sisteme kaydedilmez. Bu dağıtık sistem sayesinde blok zinciri, merkezi bir yapı tarafından kontrol edilmeden etkin bir şekilde çalışmaktadır.[39]

### 1.4.5. Cüzdan

Kişilerin özel anahtarları çok önemlidir. Dijital varlıkların güvenliği için bu anahtarın çok sağlam ve güvenli bir şekilde saklanması gerekir. Cüzdanlar bu anahtarları saklayan uygulamalardır. Cüzdanlar ayrıca dijital varlık bilgilerini ve kullanıcının genel anahtarını görüntüler. Uygulama, yerel sabit disklerde veya bulutta bulunur.

### 1.4.6. Kriptografik Hash Fonsiyonu

Kriptografi basitçe verileri şifrelemek anlamına gelir. Bu şifreleme süreci, birçok karmaşık matematiksel tekniği kullanan derin bir akademik araştırma alanını kapsar. Burada bilinen ilk şifreleme tekniği, temel şifrelemeyi temsil eden hash fonksiyonudur. Hash birçok kaynakta ve uygulamada İngilizce olarak kullanılsa da bilişim dünyasında Türkçe karşılığı ile özet olarak ifade edilmektedir. MD-5, SHA-1, SHA-2, SHA-3, BLAKE gibi farklı özetleme algoritmaları bulunmaktadır. Bir hash, üç temel özelliğe sahip matematiksel yöntemdir.[40] Bunlar:

Girdi verileri herhangi bir boyutta herhangi bir dize olabilir,

---

[39] **DURBILMEZ,** Serap Erözel, Blokzincir Teknolojisinin Finans Sektöründeki Yeri ve Uygulamaları, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, 2018, s. 25.
[40] **KARAKÖSE,** İmparator Serhat, Elektronik Ödemelerde Blok Zinciri Sistematiği ve Uygulamaları, Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2017, s. 18.

- Sabit boyutta bir çıktı üretmektedir. Örneğin; 64, 128, 256 bit çıktı boyutu,
- Verimli olarak hesaplanabilmektedir. Sezgisel olarak, belirli bir girdi dizgesi için, hash çıktısının makul bir süre içerisinde ne olduğunu bulabileceğiniz anlamına gelmektedir. [41]

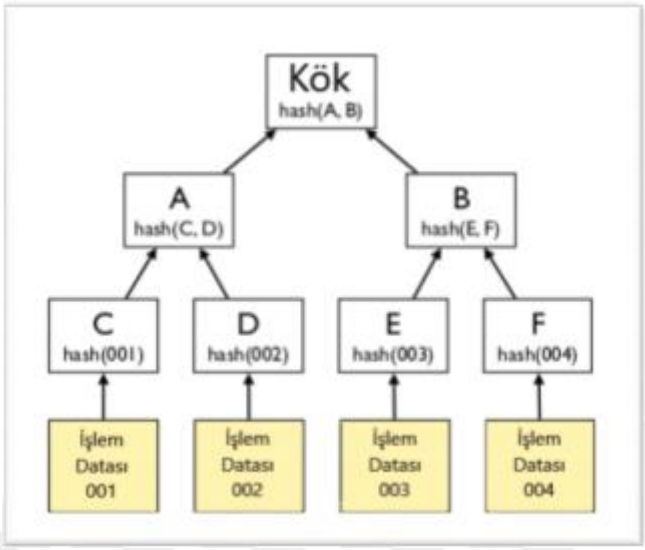
Bir kriptografik işlem özet fonksiyonun da H:{0,1} $*$ → {0,1}n herhangi bir istenilen uzunluktaki mesaj olan M için n bitlik bir sabit uzunlukta hash değerini hesaplayan bir fonksiyondur. Kriptografik karma işlevi, dijital imza şemaları, kimlik doğrulama kodları, parola karma işlevleri ve içerik adresli depolama dahil olmak üzere birçok uygulamada kullanılan temel bir şifreleme yöntemidir. Bu uygulamaların birçoğunun güvenliği veya düzgün çalışması, kırılmanın neredeyse imkansız olduğu varsayımına dayanmaktadır. Secure Hash Algorithm (SHA) bir dizi kriptografik hash işlevinden oluşur. Özetle, bir kriptografik karma, bir metin veya veri dosyası için bir imza gibidir. SHA-2 hash algoritmasının 6 farklı fonksiyonundan biri olan ve yüksek seviyede güvenlik sunan SHA-256 algoritmasıdır. Bu algoritma, çeşitli boyut ve boyutlardaki çeşitli formatlardaki metin, sayı veya bilgisayar dosyası verilerini 256 bit (32 bayt-64 onaltılık) özet değerleri tek yönlü olmak üzere tek bir standart boyuta dönüştürür. Aynı veriler için hesaplanan SHA-256 değeri her zaman aynı sonucu verir ve sonuç karma değeri yalnızca veriler değiştiğinde değişir.[42]

### 1.4.7. Merkle Tree (Ağacı)

İngilizce ifadesiyle Merkle Tree, Merkle Root veya Root Hash, Türkçe ifadesiyle ise Merkle Ağacı, Merkle Kökü veya Kök Özet tanımları aynı anlamda kullanılmaktadır. Genel olarak Merkle Ağacı, büyük miktarda veriyi bir araya getirme ve bir özet olarak sunma ve güvenilir bir şekilde doğru olmasını sağlama yeteneğidir. Çalışma prensibi olarak bir ağacın yapısına benzer. Ağacın yaprakları veri bloklarını temsil eder ve bu veri blokları, sırayla ağacın dallarını temsil eden hash değerleri üretmek için hash fonksiyonundan geçirilir. Ortaya çıkan toplam değerler tekrar toplam fonksiyonlarından geçirilerek yeni toplam değerleri elde edilir. Bu döngü aynı

[41] **KARAKÖSE,** a.g.e., s.22.
[42] **DURBİLMEZ,** a.g.e., s.34.

şekilde devam eder ve son kök hash değerine ulaşılır. Bu, ağacın köküne ulaşmak olarak yorumlanır. Bu yapı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.[43]




**Şekil 4. Örnek Merkle Ağacı Yapısı**

Ağdaki düğümlerin çoğunluğu, bir bloktaki işlemlerin geçerliliği ve bloğun kendisinin geçerliliği konusunda bir fikir birliği mekanizmasıyla anlaşırsa, blok zincire eklenebilir. Swanson'a göre, bu fikir birliği mekanizması ağ doğrulayıcılarının çoğunluğunun veya bazı durumlarda hepsinin bir defterin durumu üzerinde anlaşmaya vardığı süreçtir. Birden çok katılımcı düğüm arasında tutarlı gerçekler kümesini sürdürmeye izin veren bir dizi kural ve prosedürdür.[44] Bu nedenle yeni işlemler otomatik olarak deftere eklenmez. Bunun yerine, mutabakat süreci, bu işlemlerin deftere aktarılmadan önce belirli bir süre örneğin, Bitcoin blok zincirinde 10 dakika kadar bir blokta saklanmasını sağlar. Daha sonra blok zincirindeki bilgiler artık değiştirilemez. Bitcoin durumunda, blokları doğrulamak için Bitcoin ile ödüllendirilen sözde madenciler tarafından bloklar oluşturulur. Bitcoin örneği, blok zinciri ilkesinin yalnızca para işlemleri sürecini değiştiremeyeceğini göstermektedir.

[43] **KARAKÖSE,** a.g.e. 25.
[44] **SWANSON,** Tim, Explore The Blockchain, Ignore The Bitcoin Maximalists, American Banker, 2015 s.1170, < https://www.americanbanker.com/opinion/explore-the-blockchain-ignore-the-bitcoin-maximalists >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.

Kriptografiyi kullanarak, dünyanın her yerinden insanlar birbirine güvenebilir ve internet üzerinden farklı türden varlıkları eşler arası transfer edebilir.[45]

Yukarıda açıklanan dağıtılmış defter sistemi birçok fayda sağlar. Merkezi sistemlerin aksine, belirli düğümler bozulsa bile ağın işlevleri devam eder. Bu durum, insanların ağdaki aracının veya diğer katılımcıların güvenilirliğini değerlendirmesi gerekmediğinden güveni artırır. İnsanların sadece bir bütün olarak sisteme güven duymaları yeterlidir. Aracıların olmaması da veri güvenliğini artırıcı unsurdur. Zyskind'e göre, kişisel verileri toplayan üçüncü tarafların mevcut uygulaması, güvenlik ihlalleri riskini ifade etmektedir.[46]

Literatürde blok zincir hakkında özellikle son yıllarda birçok makale yazılmıştır. Blok zincirlerle ilgili birçok endüstri raporuna bulunmakla birlikte, blok zinciri için hazırlanan akademik makaleler şu anda öncelikle kripto para birimlerine odaklanmaktadır. Önemli faydaların yanı sıra bu literatür akışında tartışılan dezavantajlar ve potansiyel riskler de vardır. Barber vd.[47] çalınması, kaybolması, kötü amaçlı yazılım saldırılar veya kazara kayıp, ölçeklenebilirlik sorunları, gecikmiş işlem onayı, veri saklama ve iletişim hataları; yapısal sorunlar gibi Bitcoin'in çeşitli zayıflıkları olduğunu vurgulamaktadır. Aynı zamanda Barber, mevcut Bitcoin teknolojisini geliştirmek için çözümler önermektedir. Örneğin, bir adil değişim protokolü kullanıcının anonimliğini iyileştirebilir. Bitcoin'in mahremiyet üzerindeki etkileri başka yazarlar tarafından da tartışılmıştır.[48] Bitcoin dünyasında mahremiyetin ancak takma adlar kullanılarak korunabileceği ifade edilebilir. Bitcoin'in bir uzantısı olarak Miers bu nedenle kripto para birimlerinin

[45] **SWANSON,** Tim, Consensus-As-A-Service: A Brief Report on The Emergence of Permissioned, Distributed Ledger Systems, Report, 2015, s. 3, < http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf >, Erişim Tarihi: 21.11.2021.
[46] **ZYSKIND,** Guy, **NATHAN,** Oz, **PENTLAND,** Alex, Decentralizing Privacy: Using Blockchain To Protect Personal Data. 2015 s. 181, < https://homepage.cs.uiowa.edu/~ghosh/blockchain.pdf >, Erişim Tarihi: 19.03.2022.
[47] **BARBER,** Simon, **BOYEN,** Xavier, **SHİ,** Elaine, **UZUN,** Ersin, Bitter to Better—How To Make Bitcoin A Better Currency, 2012, s.411, < https://eprints.qut.edu.au/69169/1/Boyen_accepted_draft.pdf >, Erişim Tarihi: 27.04.2022.
[48] **BARBER, BOYEN, SHİ, UZUN,** a.g.e., s.12.

tamamen anonim olarak ticaretine izin veren Zerocoin'i geliştirmişlerdir. 2016 yılında Zerocoin'in halefi olan Zcash piyasaya sürüldü.[49]

Yeni blok oluşturma süreci, ağa blokların yüksek oranda eklenmesi durumunda performans sorunlarına yol açmaktadır. Mevcut blok zinciri yapısına bir alternatif olarak Lewenberg vd. işlem hızını artırmak için "Kapsayıcı Blok Zinciri Protokolleri"ni piyasaya sürmüşlerdir.[50]

### 1.5. İşleyişteki Mekanizmalar

Blok zinciri, saldırıları önlemek için kimlik doğrulama, şifreleme ve veri bütünlüğü denetimi kullanır. Bu nedenle blockchain, bulut bağlantılı platformlar ve yüksek düzeyde ölçeklenebilir olay odaklı mimariler gerektiren işlemler de dahil olmak üzere güvenli veri alışverişini sağlamak için gerekli altyapıyı sağlar.[51]

#### 1.5.1. Emek Kanıtı (Proof of Work)

Emek/İş Kanıtı (PoW), esas olarak hesaplama kimliğini çözmek için gerekli olan hesaplama maliyetini, yeni eklenen bloğun güvencesi olarak kullanmakta ve ödül olarak gelir elde etmektedir. Satoshi Nakamoto, Bitcoin üzerine yazdığı makalesinde, dağıtık düğümlerin bilgi işlem gücünün rekabeti ile veri tutarlılığı ve fikir birliği güvenliğini sağlamak için kullanılan PoW fikir birliği mekanizmasını önermektedir.[52] Bitcoin sisteminde, tüm düğümler kendi hesaplama gücüyle bir SHA256 matematik problemini çözmek için rekabet eder. Her problemin hesaplanması karmaşıktır ancak, doğrulanması kolaydır. Bu sorunu çözen herkes hesap haklarını bloke etmiş olur ve ödül olarak otomatik olarak Bitcoin üretir.[53]

---

[49] **MİERS** Ian, **GARMAN** Christina, **GREEN** Matthew, **RUBIN AVIEL** D.; Zerocoin: Anonymous Distributed E-Cash from Bitcoin, 2013, s. 398, < https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6547123 >, Erişim Tarihi: 22.02.2022.

[50] **LEWENBERG,** Yoad, **SOMPOLINSKY,** Yonatan, **ZOHAR,** Aviv, Inclusive Block Chain Protocols, İçinde: International Conference On Financial Cryptography And Data Security, 2015, s.530.

[51] **MYLREA,** Michael, **GOURISETTI,** Sri, **NIKHIL** Gupta, Blockchain For Smart Grid Resilience: Exchanging Distributed Energy At Speed, Scale And Security, 2017 s. 2, < https://www.researchgate.net/publication/320748682_Blockchain_for_smart_grid_resilience_Exchanging_distributed_energy_at_speed_scale_and_security >, Erişim Tarihi: 09.10.2021.

[52] **NAKAMOTO,** a.g.e., s.3

[53] **ZHENG,** a.g.e., s.560

Gereksinimleri karşılayan blok başlığının karması genellikle birkaç baştaki sıfırdan oluşur. Hedef karması ne kadar küçükse, blok başlığının karması o kadar büyük olur ve doğru rastgele sayıyı bulmak ve yeni bloğu kazmak o kadar zor olur. Bu, Bitcoin blok zinciri sisteminin güvenliğini ve tahribatsız değişimini sağlamaktadır.[54]

PoW konsensüs mekanizması yüksek bir bilgi işlem gücüne sahiptir. Blok verilerinin saldırıya uğraması veya manipüle edilmesi durumunda, tüm blokların sorunu yeniden hesaplanmalıdır ve hesaplama hızı, sahte zincirin uzunluğunun ana zincirin uzunluğunu aşmasını sağlar. Bu saldırının maliyetleri elbette mevcut maliyetlerin çok üzerindedir.[55]

### 1.5.2. Hisse Kanıtı (Proof of Stake)

PoW yöntemleri, madencilerin işlemleri gerçekleştirmek için çok zor bir matematik denklemini çözmesini gerektirir. PoS sisteminde madeni para sahipleri bankacı/madenci rolünü üstlenmekte ve bu madeni paralar yeni basılan madeni paralarla ödüllendirilmektedir.[56]

Bir satıcının bir ürün satarak 10.000 ETH aldığı bir örneğe dayanarak, bu parayı almaları ve mülklerini ağda yayınlamaları gerekmektedir. Tescilli yayın blok zincirinde saklanır ve satıcı ETH'leri yayınladığında bu veriler geçerli bir işlemi doğrulamak için yeniden kullanılır. Uygulamada, satıcı parasını yedi gün boyunca cüzdanında tutabilir; yani herkes bu paranın satıcıya ait olduğunu bilmektedir. Satıcının coin payına ilişkin bilgiler ağ için değerlidir ve bu değer daha fazla coin ile ödüllendirilmektedir. Bu durumda, yedi gün sonra, satıcının hesabında, 1.000 ETH hissesi ile bağlantılı net 11.000 ETH'si olmaktadır. Bu örnekte, satıcı yedi gün içinde

---

[54] **WANG,** a.g.e, s.96

[55] **FRANCO,** Pedro, Understanding Bitcoin, John Wiley & Sons, 2014. s. 102, < https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=YHfCBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA95&dq=Franco,+Pedro.+Understanding+Bitcoin:+Cryptography,+Engineering+And+Economics.+John+Wiley+%26+Sons,&ots=GM1jn0lihJ&sig=VExtEkHtMcC4rXqYHpxNXogPRr0&redir_esc=y#v=onepage&q=Franco%2C%20Pedro.%20Understanding%20Bitcoin%3A%20Cryptography%2C%20Engineering%20And%20Economics.%20John%20Wiley%20%26%20Sons%2C&f=false >, Erişim Tarihi: 21.09.2021.

[56] **KELLY,** Brian, The Bitcoin Big Bang: How Alternative Currencies Are About To Change The World, John Wiley & Sons, 2014, s. 110.

yüzde 10'luk bir faiz ödemesi alır. Bunu garanti eden ise "merkez bankası" yani bilgisayar kodudur.[57]

Proof-of-stake sistem günlüğü, ağdaki bazı katılımcılara gönderilen bir sonraki bloğu ödüllendirir. Bu süreç, katılımcıların bir sonraki bloğu oluşturmak üzere fon paylarına göre "seçilmesi" anlamında genellikle rastgele ve adildir.[58]

### 1.5.3. PoW ve PoS Karşılaştırması

Blockchain tabanlı kripto para birimleri iki tür veri madenciliği kullanır. Bunlar, çalışma kanıtı ve hisse kanıtı veya kısaca PoW ve PoS'dir. Madenciliğin PoW doğasını incelendiğinde, madeni paraların çıkarıldığı bloğa kadar uzadığını görmek mümkündür. Bazen bir kişi veya bir grup gerekli algoritmayı çözerek blok zincirindeki bir sonraki bloğun zincire eklenmesini sağlar. Bu tür madencilikte yatırımcılar esas olarak veri bloklarını doğrulamaya çalışır. Uygulanan çözüm ile işlemler doğrulanır ve yeni paralar üretilir. PoW tipi madencilikte blok doğrulamada aktif bir rol yoksa ödül kazanmak mümkün olmayacaktır.[59]

PoW madenciliğinde ödül, yeni bloğu ilk çözen kişiye verilir. Bu durumda blok algoritmasını çözmek için çok fazla işlem gücü gerekir. En yüksek işlem gücüne sahip yatırımcıların ödülü kazanma şansı daha yüksektir. Madencilik çiftliklerinin ortaya çıkmasının nedeni budur.[60] Sayıları milyonlarla ifade edilebilecek yüksek kapasitelerde işleme şirketlerinin faaliyet gösterdiği bu çiftliklerde madencilik süreci zamanla kurumsallaşmıştır. Bu çerçevede sıradan bir vatandaşın evde bir masaüstü bilgisayar kullanarak Bitcoin madenciliği yapması imkansızdır. Bu da Bitcoin'in ilk fikri olan bir merkeze bağlı olmama fikrini baltalamaktadır.[61]

Bugünlerde bireysel kullanıcılar PoW madenciliği için ASIC çipleri satın almakta ve bu şekilde inşa etmeye devam etmektedir.[62] ASIC, Uygulamaya Özel Entegre Devre anlamına gelir ve düşük enerji tüketimi ile yüksek verimlilik sunar. ASIC, algoritmadaki hesaplamalar için görevler arasında hızlı geçişler sağlayan bir görev

[57] **KELLY,** a.g.e., s.110
[58] **FRANCO,** a.g.e., s.235
[59] **KELLY,** a.g.e., s.114
[60] **KELLY,** a.g.e., s.114
[61] **ANTONOPOULOS,** a.g.e., s. 27
[62] **FRANCO,** a.g.e., s.47

arabelleği kullanır. Bir ASIC yongası, belirli bir karma algoritmaya dayanan dijital para birimleri için madencilik donanımıdır.[63]

Ağdaki işlemleri doğrulamanın başka bir yolu da PoS'dir. Çünkü kullanıcıların yeni bir coin oluşturmak için herhangi bir işlem yapmasına gerek kalmamaktadır. Bunu madencilikten ziyade para basımı olarak açıklamak daha doğru olacaktır.[64] Kripto para birimini tutmak için açılan elektronik cüzdan hesabı, PoS yönteminde ödül kazanıldığında da kullanılır. Kazanılacak ödül, elektronik cüzdandaki jeton miktarı ile doğru orantılıdır. Madeni paralar elektronik cüzdanda ne kadar uzun süre kalırsa, sıralamaları o kadar yüksek olur ve dolayısıyla bu seviyede bir işlem doğrulaması yapıldığında kazanılabilecek ödül miktarı artar.[65]

PoS sisteminde, madeni paraların her birinin başlangıçta belirlenmiş bir yıllık getirisi vardır. Bu noktada istikrarlı bir getiri garantisi veren yatırımcılar bulunmaktadır. PoW'da ise böyle bir sabit getiri yoktur. Ağdaki düğüm sayısı ve operasyon sayısı arttıkça madencilik çiftliklerinin sayısı da artmaktadır Bu durum, bireysel kullanıcıların gelir elde etme şanslarını azaltır. İlk yöntem olan PoW ile karşılaştırıldığında, PoS maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Elektrik tüketiminin maliyeti neredeyse sıfırdır. Ayrıca ödül, cüzdan bakiyesine dayalı olduğu için yatırımcıları daha fazla yatırım yapmaya teşvik eder. PoS yöntemi ilk olarak 2012 yılında bazı alternatif kripto para birimleri tarafından kullanılmıştır. En popüler kripto para birimlerinden biri olan Ethereum, PoW'dan PoS'a geçiş yapanlardan biridir. Böylece hem blok üretimi hem de doğrulama süreçleri hızlandırılacak ve enerji ihtiyacı azaltılacaktır. Peercoin, Ohm Coin, MorningStar, OkCash gibi nispeten yeni paraların çoğu PoS yöntemini kullanır.[66]

---

[63]Koin Bülteni (2019). Türkiye'nin Tek Bitcoin ATM'si, İstanbul'da Açıldı, < https://koinbulteni.com/turkiyenin-ilk-bitcoin-atmsi-istanbulda-acildi33985.html > Erişim Tarihi: 05.05.2022.

[64] **FRANCO,** a.g.e., 234

[65] **FRANCO,** a.g.e., 234

[66]Ethereum, 2017, Solidity Documentation. Ethereum, < https://media.readthedocs.org/pdf/solidity/v0.4.2/solidity.pdf >, Erişim Tarihi: 23.08.2022.

## 1.6. Blockchain Ekonomisine Yönetim Yaklaşımları

### 1.6.1. Blok zincirine işlem maliyeti yaklaşımı

Blockchain, yeni tür sözleşmeleri ve organizasyonları mümkün kılan yeni bir kurumsal teknolojidir. Bu, doğru analitik çerçevenin, İşlem Maliyeti Ekonomisi (TCE) olarak da bilinen Yeni Kurumsal Ekonomi (NIE) olduğunu göstermektedir. NIE, piyasayı kullanmanın işlem maliyetleri fikrini öne sürerek firmaların neden var olduğunu açıklayan Coase'un çalışmasından kaynaklanmaktadır. TCE'deki temel analiz birimi neoklasik ekonomide, temel analiz birimi kıt kaynaklar üzerindeki seçimdir. Organizasyonlar ve piyasalar bu nedenle ekonomik koordinasyon için yani, işlemleri organize etmek için alternatif ekonomik kurumlardır. Bu nedenle bir ekonomideki kurumların verimli düzenlemesi, işlem maliyetlerinden tasarruf etmeye çalışan oyuncular tarafından şekillendirilecektir. Üretim maliyetlerinde tasarruf, kaynakların verimli bir şekilde tahsis edilmesini sağlar ve işlem maliyetlerinde tasarruf, ekonomik organizasyon ve yönetimin verimli bir kurumsal yapısına yol açar.[67]

Williamson[68] organizasyon ekonomisini seçimden ziyade sözleşme merceğinden formüle ederek Coase'in[69] çalışmasını operasyonel hale getirmiştir. Williamson'da yönetim sorunu, sözleşmeye dayalı eksikliğe yol açan, sınırlı rasyonellik olarak belirsizlikle başlar. Bireysel yatırımların değeri, piyasa ilişkisinin sürekliliğine bağlıdır ve işleme özgü yatırımlardır. Bu durum, verimli yönetim yapılarıyla doğması muhtemel tehlikeler yaratır. Ancak ekonomik faaliyetin zaman içinde eşgüdümlü yatırım (varlık özgüllüğü) veya taraflar arasında süregelen bir ilişki (sıklık) veya sözleşmeye bağlı olmayan işlemleri (belirsizlik) gerektirdiği durumlarda alternatif hiyerarşiler ve bireyler de dahil olmak üzere yönetim kurumları, oportünizmin tehlikeleriyle başa çıkmanın etkili yolları olacaktır.

---

[67] **COX,** Michael, **ARNOLD,** Gwen, **TOMÁS,** Sergio Villamayor, A Review of Design Principles For Community-Based Natural Resource Management, Ecology And Society, 2010, s.15 < https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art38 >, Erişim Tarihi 23.04.2022.

[68] **WILLIAMSON,** Oliver E., Markets And Hierarchies: Analysis and Antitrust İmplications: A Study in The Economics of İnternal Organization, The Free Pres, London, 1975. s.45.

[69] **COASE,** Ronald Harry, The Nature of the Firm, Economica, 1937, s.392, < https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x >, Erişim Tarihi: 25.01.2022.

TCE'nin getirdiği temel içgörü, bazı işlemlerin neden piyasalarda değil de firmalarda (hiyerarşilerde) gerçekleştiğini sorgulamaktadır. Bu durumun cevabı ise belirsizlikle başa çıkmadaki işlem maliyetleri, varlık özgüllüğü (ve buna bağlı fırsatçılık) ve işlem sıklığı nedeniyle, bazı işlemlerin piyasalardan ziyade hiyerarşilerde daha verimli yürütülmesidir. İşlem maliyetleri böylece farklı yönetim kurumlarının verimliliğini belirler. TCE'nin blok zincirine getirebileceği temel içgörü aynı olmakla beraber, "neden bazı işlemler firmalar veya pazarlar yerine blok zincirlerinde meydana geliyor olabilirler" şeklinde genişletişmiş soru ön plana çıkmaktadır.

Williamson şemasında, sınırlı rasyonaliteyi varlığa özgüllük ve oportünizm ile birleştirildiğinde verimli yönetim sorununun ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Hiyerarşik bir organizasyon, oportünizmi kontrol etmek için bir yöntemdir. Hiyerarşilerin işlem maliyet verimliliğine ve piyasalar üzerinde ilişkisel sözleşmeye yol açan şey fırsatçılığa karşı korumadır. Ancak blok zincirinin akıllı sözleşmeler ve DAO'lar da değer beklentisi, bir spot piyasa değişiminin süresiz olarak saf bir vaadi taşımasını sağlayarak kriptoekonomik mekanizmalar yoluyla fırsatçılığı kesin olarak ortadan kaldırmaktır. İlk bakışta, bu devrimci bir çıkarımdır çünkü, hiyerarşilerin (tamamlanmamış sözleşmelerden yararlanan) ve piyasalar üzerindeki (taraflar arasında güven gerektiren) ilişkisel sözleşmenin ekonomik verimliliği için güçlü durumu zora sokmaktadır. Blok zincirler fırsatçılığı ortadan kaldırabilirse, geleneksel organizasyonel hiyerarşileri ve ilişkisel sözleşmeleri geride bırakacaklardır. Ancak bariz sorun şu ki blok zincirler yalnızca tam sözleşmeler üzerinde çalışmaktadır. Blok zincirleri, Coase'in bize sözleşmelerin merceğinden bakmayı öğrettiği belirli bir ekonomik sistem sınıfına atıfta bulunur: Yani bir blok zinciri, eksiksiz sözleşmelerin ekonomik bir dünyasıdır. Blok zincirler, firmalar ve pazarlar arasındaki ilişkiyi anlamamızı sağlar çünkü, sözleşmeler bağında firmalar, sözleşmelerin bir bağ noktası olarak ancak, özellikle tamamlanmamış sözleşmelerde var olurlar.[70]

Sözleşmeye dayalı eksiklik, ekonomik organizasyon ve yönetim çalışmalarının kökenidir çünkü, sıfır işlem maliyetinin olduğu bir dünyada tüm sözleşmeler tamamlanmış olacak ve tüm ekonomik işlemler piyasa işlemleri olacaktır. Eksik

[70] **HART,** Oliver, **MOORE,** John, Property Rights And The Nature Of The Firm, Journal of Political Economy, 1990, s. 1121, < https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3448675/Hart_PropertyRights.pdf >, Erişim Tarihi: 12.26.2021.

sözleşme modelleri genellikle aşağıdakilerden kaynaklanan işlem maliyetlerini gündeme getirir: (1) Belirsizlik veya öngörülemeyen beklenmedik durumlar; (2) Sözleşme yazma maliyetleri; (3) Sözleşmeleri uygulama maliyetleridir. Belirsizlik bilgi problemlerini ifade eder. Blok zinciri destekli akıllı sözleşme ile kolaylaştırılan işlemler, bilgi asimetrileri, ters seçim (bir işlemden önce) ve ahlaki tehlike (bir işlemden sonra) gibi verimlilik sorunlarını klasik durumlardan daha az rastlanması gereklidir. Bu nedenle, maliyetli sinyalizasyon veya tarama gibi işlem maliyetlerinin üstesinden gelmek için tasarlanmış çeşitli verimlilik mekanizmalarını gözlemlemeyi beklemeyiz. Akıllı sözleşmeler, önemli sayıda düşük olasılıklı durum olasılığını sözleşmelere yüklemenin etkili yolları olabilir. Bunlar, makine tarafından okunabilen sözleşmelere eklenebilecek açık kaynak kitaplıkları gibi işlev görebildiği ölçüde sözleşme yazmanın karmaşıklık maliyeti doğrusal olarak ölçeklenebilir ve böylece blok zinciri işlem maliyetleri düşer. Bununla birlikte, pazarlık ve pazarlık maliyetleri hem önceden keşif hem de sonradan yeniden müzakere, blok zincirine geçişten etkilenmeyecektir. Sözleşmelerin uygulanmasının maliyetleri, insan takdirinin işlemin en az bir tarafının parçası olarak kalma derecesine bağlı olacaktır.

Williamson, örgütsel formun büyük ölçüde oportünizmi kontrol etme ihtiyacı tarafından şekillendirildiğini savunuyor. Oportünizmin bir yakın ve bir de nihai nedeni vardır. En yakın neden, ortak girdilerin koordinasyonunu gerektiren tüm ekonomik üretimin normal bir parçası olan kendine özgü yatırımın (varlık özgüllüğü) ortak getirilerinden yararlanmaktır. Oportünizmin nihai amacı, faillerin güveni istismar etme ve yeteneğinden yararlanmadır. Williamson buna kurnazlıkla kişisel çıkar arayışı adını verir ve sınırlı akılcılıkla olan bağlantıyı vurgular. Tam rasyonellik, eksiksiz bilgi ve maliyetsiz işlemlerle taraflar kapsamlı sözleşme yapabilir ve bu nedenle güvene gerek kalmaz. Ancak bilgi eksikse, işlemler maliyetsiz değilse yani sınırlı rasyonellik koşulları o zaman güven, sözleşmenin ekonomik marjında işler.[71]

Bu görüşe göre blok zincirler, mutabakat ve şeffaflık yoluyla üzerinde anlaşmaya varılan sözleşmelerde kriptografiyi kullanarak güven ihtiyacını ortadan kaldıran, fırsatçılığı kontrol eden bir mekanizmadır. Yani dağıtık özerk örgütlerde fırsatçılık

[71] **WILLIAMSON,** Oliver E., The Economic Institutions of Capitalism. Free Press., New York, 1985, s:76.

olamaz. Bu, piyasanın alanını genişletir ve kuruluşların alanını daraltır. Dolayısıyla, eğer Williamson firmalar ve piyasalar modeli doğruysa, etkili ekip çalışması ve kooperatif faaliyeti ve yatırımı, hem tehditler hem de oportünizm katılımıyla gerçekten engelleniyorsa, blok zinciri gerçekten de büyük bir devrim olacaktır. Ancak yönetim fırsatçılık dışındaki nedenlerle mevcutsa, o zaman blok zinciri firma-piyasa marjında daha az önemli olacaktır.

Organizasyonların piyasalara karşı ekonomik verimliliğiyle ilgili bir başka hipotez, ekip üretiminde maliyetleri izlemenin rolünü vurgulayan Alchian ve Demsetz'e dayanmaktadır. Üretim, paylaşılan girdilerle ortak olmayan girdilerden daha verimli olduğunda, firmaları girdilerin ekip kullanımı ve diğer tüm girdilerin sözleşme düzenlemelerinde bir tarafın merkezi konumu olarak karakterize eden anlaşma setleri oluşturmak, daha verimli olabilir. Piyasaları kullanarak bu işlemleri yönetme özünde dile getirilmese de Alchian ve Demsetz modeli, merkezi izlemenin verimliliği için argüman olarak nitelendirilebilir. Bununla birlikte, blok zincirlerin sunduğu şey, dağıtılmış veya merkezi olmayan izleme için, zımni olmadığı ölçüde yeni bir olasılıktır. Bu durumda, blok zincirler firmanın karşılaştırmalı verimliliğine ilişkin ana argümanını paylaşılan girdilerle üretimin genelleştirilmiş verimliliği bağlamında baltalar. Bu nedenle, firmanın Williamson modeli (fırsatçılık) veya Alchian ve Demsetz modelleri (izleme) doğruysa, blok zincirlerinin firmaların karşılaştırmalı verimliliğinin sınırında aşınmasını bekleyebiliriz.[72]

Yeni bir teknoloji olarak, mevcut firmaların ve endüstrilerin blok zincirleri (konsorsiyum ve özel blok zincirleri dahil) güvenilmez kriptoekonomik teşvikler yerine sınırlı erişim protokollerinin kullanıldığı yani, iş kanıtı gibi benimseme ve kullanma şekline büyük ilgi vardır. Ancak, burada odaklanmaya çalıştığımız soru, işlem maliyeti ekonomisi merceğinden firmaların ve pazarların blok zincirleri nasıl benimseyecekleri ve kullanacakları değil, blok zincirlerinin firmalar ve piyasalarla nasıl rekabet edeceğidir. Başka bir deyişle, firmaların, pazarların, ilişkisel sözleşmelerin ve şimdi blok zincirlerin göreceli etkinliği mikro-kurumsal işlem maliyeti değerlendirmeleri tarafından belirlenen alternatif yönetim kurumları olduğu

[72] **ALCHIAN**, Armen A, Demsetz, Harold. Production, İnformation Costs, And Economic Organization, 1972, s.781, < https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA549_Fall%202010/Session%205/Alchian_Demsetz%20(1972).pdf >, Erişim Tarihi: 24.03.2022.

Coase/Williamson perspektifini sistematik olarak benimsenmektedir. Bu da, blok zinciri ekonomisinin temel analitik biriminin işlem yani yürütülebilir sözleşme olduğunu söylemektir. Bu durum, yeni bir bilgi ve iletişim teknolojisi olarak değil, yeni bir kurumsal teknoloji olarak blok zincirlerinin en eksiksiz ifadesidir.

### 1.6.2. Blok zincirinin kamu tercihi ekonomisi

Etkin yönetim açısından blok zincirine ilişkin yeni kurumsal ekonomi perspektifi, kamu tercihi ekonomisinin merceğinden görülebilen tutarlı bir blok zincir ekonomisine doğru gerekli bir adımdır.

Kamu tercihi ekonomisini, sözde politika, hükümet ve toplu eylem ekonomisi blok zinciri ekonomisinin doğal temeli olarak yani inovasyon ekonomisi ya da bilgi ya da para ekonomisi yerine aday göstermek ilk başta garip görünebilir. Blok zincirleri, firmalar, piyasalar ve ilişkisel sözleşmelerin yanında alternatif yönetim kurumları olarak görmekteyiz. Birkaç operasyonel özellik daha ekleyerek, yasalar yerine block zincirleri yakın gelecekte görebiliriz.

Blok zincirler bu anlamda organizasyonlarla rekabet eder ancak organizasyon değildir. Aksine, onlar bir tür 'kendiliğinden organizasyon'dur. Blok zincirlerinin piyasa benzeri özellikleri vardır ancak, bunlar piyasa da değildir. Sadece alışverişi değil, işlemleri kolaylaştırırlar. Dağıtılmış bir grup insanı koordine ederek onları bir ekonomi olmaya daha da yaklaştırmaktadır. Ludwig Mises'i takip eden Hayek, merkezi olmayan ekonomiler ve dağıtılmış bilgi işleme çalışmalarının öncüsüydü. Hayek ekonomiyi birisinin amaçların tekdüze bir hiyerarşisinin hizmetinde bariz bir şekilde araçları kullandığı bir organizasyon veya düzenleme olarak tanımladı. Hayek'in amacı, ekonomi kavramını piyasanın getirdiği kendiliğinden düzenden ayırt etmekti. Onun için katallaksi terimini tercih etti. Hayek'e göre " katalaksi, mülkiyet, haksız fiil ve sözleşme hukuku kuralları çerçevesinde hareket eden insanlar tarafından piyasa tarafından üretilen özel bir tür kendiliğinden düzen"dir. Bir ekonominin tüm üyeleri, onunla karşılaştırdığı tüm eylemlerinde tek tip hedefler hiyerarşisine hizmet etmelidir.[73]

[73] **HAYEK,** Friedrich August, The Fatal Conceit. The Errors Of Socialism, Routledge, London, 1988, s. 28.

Kendiliğinden bir düzenin veya kuralsızlığın iki avantajı: tüm katılımcıların bilgisini kullanabilmesi ve hizmet ettiği hedeflerdir. Tüm katılımcılarının tüm çeşitliliği ve kutupluluğuyla özel hedefleridir. O halde Hayekçi bakış açısına göre, blok zincirler aslında ekonomiler değil, kuralsızlardır çünkü, belirli bir amaca hizmet etmezler, kimsenin bütünlüklerini bilmediği bir dizi bireysel hedefin gerçekleştirilmesine katkıda bulunurlar.

Bir katallaksinin sırası şu şekildedir:

"Ekonominin tüm katılımcılarının planlarının dayandığı diğer kişilerle belirli işlemlerin beklentileri, önemli ölçüde gerçekleştirilmektedir. Bireysel planların karşılıklı olarak ayarlanması, olumsuz bir geri bildirim süreciyle sağlanır."

Bir katallaksi, 'genişletilmiş bir düzen' içinde yaşayan çok sayıda etmen ile karakterize edilir. 1. Aracılar sosyaldir ve sosyal kurallar tarafından yönetilirler, 2. uzmanlaşmış/dağıtılmış bilgiye sahiptirler, 3. kendi planlarını oluştururlar ve 4. bunlar piyasa/fiyat sistemi aracılığıyla karşılıklı olarak koordine edilir. Hayek bu kelimeleri yazdığında ve özellikle dört numaralı maddeye atıfta bulunduğunda blok zincirler henüz mevcut değildi. Bir piyasa düzeninin karşılıklı olarak bireysel planları (ekonomileri) ayarlamanın bir katallaksisi olması gibi, blok zincirlerin de ekonomilerin emirleri olduğu kolayca görülebilir. Zenginlik, artan bilgi akışının ve bir katallaksinin mümkün kıldığı bilgi koordinasyonunun bir sonucudur. Bu nedenle, felaketlerin etkinliğini artıran her yeni teknoloji, bir zenginlik veya değer yaratan mekanizmadır.

Bu ekonomi/katalaksi perspektifi nihayet blok zincirlerin kamu tercihi ekonomisi için bir temel sağlamektadır.

### 1.6.3. Anayasal seçim – katallaksiden takımyıldızına

Buchan'a göre Anayasal iktisat, kooperatif ekonomik birimlerin kendi seçebilecekleri kurallara göre yaşamaya çalıştıkları kısıtlamalar arasındaki seçimin incelenmesidir. Özel alanların sınırları boyunca ve kabul görmüş kamusal alanların sınırları içinde etkileşimde bulundukları diğerlerinin eylemlerine karşılıklı olarak

genişletilen kısıtlamalardan beklenen faydalar karşılığında kendi eylemleri üzerindeki kısıtlamaların feda edildiği bir değişimin parçası olarak görülür.[74]

Bu anlamda aracılar, bir blok zinciri üzerinde işlemleri yürütmeyi karşılıklı olarak kabul ettiklerinde yani, karşılıklı olarak bağlayıcı bir kısıtlama seçmek için sözleşmeye dayalı uygulama protokollerini karşılıklı olarak kabul etmeyi ima eden anayasal seçim alışverişi yaparlar. Bu, yasal bir yargı yetkisinin karşılıklı seçimidir.[75]

Bir blok zinciri, birinin benimsenmesi veya kullanılması konusunda oybirliği varsayımıyla anayasal seçimi somutlaştırır. Bir blok zinciri bu nedenle anayasal bir topluluktur. Bunun bir başka yönü, etkili anayasal kısıtlamaların keşfedilme sürecidir.

### 1.6.4. Blok zincirinde özel yönetim ve anarşi

Blok zinciri tabanlı bir ekonomik düzen, DAO'lar aracılığıyla akıllı sözleşmeleri tamamen otomatikleştirebilir ve yürütebilir ancak, sözleşmeye dayalı uygulama sorunu, özellikle bu gönüllü sözleşmelerin merkezi hükümet tarafından onaylanmadığı ve bu nedenle mutlaka yasaların gölgesinde bile yürütülmediği durumlarda devam etmektedir. Bu durum kendiliğinden özel siparişe benzer anarşi veya yeraltı ekonomisi koşullarında ortaya çıkan kurallardır.[76]

Kamu tercihi analizi, ihtilafları düzene sokan kuralları en aza indirgeyen veya düzenleyen çatışmaların olası kendiliğinden ortaya çıkmasından bu tür özel olarak yönetilen sözleşmelerin uygulanabilirliği konusunda iyimserlik için hem teorik hem de ampirik yeterli neden sağlamıştır. Temsilciler bir sözleşme içinde çatışıyor olsalar da gelecekteki eylemlerin değeri nedeniyle blok zinciri sistemini veya içindeki itibarlarını korumak konusunda hala ortak bir çıkarları vardır. Tarama veya maliyetli sinyal mekanizmalarının sözleşmeye dayalı niyetlerle ilgili bilgi asimetrileriyle başa çıkmak için gelişmesi de beklenebilir.

---

[74] **BUCHANAN,** James M, The Domain of Constitutional Economics' Constitutional Political Economy, 1990, 1(1), 1-18.
[75] **MACDONALD,** Trent, Spontaneous Order İn The Formation Of Non-Territorial Political Jurisdictions, 2015, s.8, < http://Ssrn.Com/Abstract=2661250 >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.
[76] **STRINGHAM,** Edward, Private Governance: Creating Order in Economic and Social Life, Oxford University Press, USA, 2015. s.42.

Bir blok zinciri yönetim devriminin başlattığı teşvik edilen rekabet bir ulus devlet üzerinde, devletin periyodik olarak çöküşünün birikmiş düzenleyici kısıtlamaları ve yükleri ortadan kaldırmada yaptığı aynı yapısal temizleme etkisine sahip olabilir.

### 1.6.5. Toplu seçim: Blok zincirinde oylama

Blockchain, kriptografik bir konsensüs mekanizmasıdır. Finans, hukuk ve ekonomiye yönelik uygulamaların ötesinde, blok zinciri teknolojisinin bir başka uygulaması da politikadır. Yani güvenli, düşük maliyetli kurcalamaya dayanıklı 1P-1V oylamayı kolaylaştıran kripto-demokrasidir. Maliyeti düşürerek ve oy veren kurumlara ve sonuçlara yönelik algılanan güveni artırarak, kripto-demokrasi, demokrasinin verimli kullanımı örneğin; daha sık referandum veya turnuva tarzı oylamaya doğru ve verimli ölçek örneğin; küresele doğru üzerindeki marjları değiştirebilir. Yeni bir araştırma programı, bir kripto-demokrasi dünyası için modifiye edilmiş kamu tercihi sonuçları ve modelleri paketinden geçerek takip edebilir. Örneğin; oylama üzerine Condorcet döngüleri ve Arrow'un imkansızlık teoremi hala değişmeden kalır ancak, gündem belirlemenin stratejik önemine ilişkin iddiaların zayıflatılması gerekebilir. Down'ın oylamanın mantıksızlığına ilişkin mantığı, Brennan ve Lomasky'nin anlamlı oylama hakkındaki iddiaları ile Caplan'ın seçmen cehaleti hakkındaki iddiaları değişiklik gerektirebilir. Bu, kamu tercihi ekonomisinin önemli bir bulgusundan kaynaklanmaktadır, yani demokrasi ile ilgili sorunlar daha kaliteli insanlarla yani daha asil politikacılar, daha bilgili seçmenlerle değil, yalnızca daha iyi kurumlarla çözülebilir. Anayasal kısıtlamalar bir yoldur, ancak bir diğeri demokrasi alanının en verimli bilgi ve teşvik bağlamıyla eşleştirildiği çok merkezli yönetimdir. Blok zinciri tabanlı yönetim oldukça ölçeklenebilir ve bu nedenle potansiyel olarak mümkün olan en düşük siyasi otorite düzeyinde toplu seçimleri mümkün kılabilir. Çoğunluğun tiranlığı, organize azınlıklar tarafından sömürü ve rasyonel seçmen cehaleti, kendi kendini örgütleyen toplulukların kaynak koşullarına değil, yönetime dayalı olarak optimal boyuta uyum sağlayabildiklerinde önemli ölçüde azalır.[77]

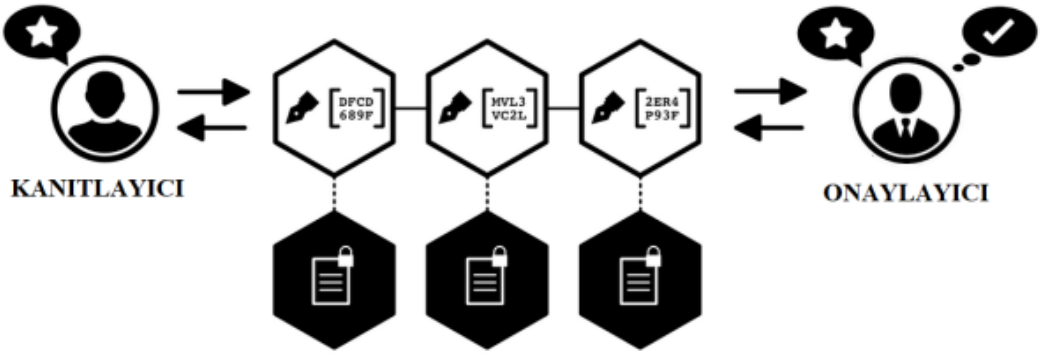
[77] **DAVİDSON, FİLİPPİ VE POTTS,** a.g.e., s.8.

### 1.7. Sıfır Bilginin İspatı (Zero Knowledge Proof)

Zero Knowledge Proof (ZKP), bilgisayar bilimlerinde çokça bahsedilen ve blockchain teknolojisi ile ilgilenenlerin de bildiği önemli bir konudur. Sıfır bilgi kanıtının genel konsepti, başkalarına A gerçeğinin bilindiğini göstermektir. Ancak deliller A hakkında herhangi bir bilgi içermiyor. Sıfır bilgi delili ile ilgili temel sorun, verilerin işleniyor olmasıdır. ZKP algoritmasında bir ispatlayıcı ve bir doğrulayıcı vardır. Denetçi, mesaj alışverişi yaparak bir ifadeyi kanıtlamak istemektedir. Genel olarak istenen özellikler, hiçbir doğrulayıcının kullanıcıyı yanlış bir ifadeye ikna edememesi ve doğrulayıcının doğrulayıcıyı doğru bir ifadeye ikna etmek için belirli bir stratejisinin olmamasıdır. Gizli işlemlere ve veri koruma sorunlarına yanıt olarak ZKP, yüksek düzeyde gizlilik gerektirir. Zero-Knowledge-Proof ayrıca blok zinciri hesaplama sürecindeki veri miktarını ve hesaplama çabasını optimize etmektedir.[78]

Sıfır bilgi geçirmez teknolojiye sahip kripto para birimlerinin ortaya çıkışı, güvenlik ve gizlilik açısından blockchain dünyasında büyük bir gelişme olarak görülüyor. ZKP algoritması, bilinen bilgileri başka bir kişiye, bilgileri onlara aktarmadan kanıtlayacak şekilde tanımlanır. ZKP algoritması günümüzde özellikle iş süreçlerinin blockchain ağlarına aktarılmasında ve kurumlardan gelen gizli bilgilerin tam olarak korunmasında önemli bir yer tutmaktadır. Blok zinciri ağına dahil olan tarafların işlem detaylarını görmeden onaylamalarına izin verdiği için ek güvenlik sağlar. Zerocash (ZCash), ZKP teknolojisine sahip önde gelen kripto para birimlerinden biridir.[79]

[78] **WANG,** a.g.e., s.97
[79] **ÜNSAL,** Ersin, **KOCAOĞLU,** Ömer, Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2018, 13(19, s.61, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/529176 >, Erişim Tarihi: 12.02.2022.




**Şekil 5. Sıfır Bilgi Kanıtı Algoritmasında Kanıtlar ve Gizli Veriler[80]**

Şekilde açıklanan senaryolardan birinde bir tünel var. Tünelin ortasında tüm tüneli kapatan ve diğer tarafa geçişe izin vermeyen büyük bir kapı bulunmaktadır. X tünelin bir tarafında, Y ise diğer tarafındadır. Y kapının arkasına geldiğinde karşı tarafa geçmenin tek bir yolu vardır, o da eldeki şifre ile kapıyı açmaktır. Y kodu girip kapıyı açtığında X onun geldiğini görür ve kodu bildiğini anlar. Bunun için X'in Y tarafından girilen şifrenin içeriğini bilmesine gerek yoktur. ZKP, blok zinciri uygulamalarında gizliliği ve güvenliği artırma potansiyeli konusunda son zamanlarda tartışma bulunmaktadır. Kriptograflar yıllarca sıfır bilgi kanıtıyla çalışmışlardır. Bununla birlikte, teknoloji artık çevrimiçi gizlilik kavramını yeniden tanımlayabilmektedir. Herhangi bir sıfır bilgi uygulamasıyla karşılanması gereken üç gereklilik vardır:[81]

- Tamlık: Girdi doğruysa, sıfır bilgi kanıtı her zaman 'true' değerini döndürür.
- Sağlamlık: Girdi yanlışsa, 'true' değerini döndürmek için sıfır bilgi kanıtını kandırmak mümkün değildir.
- Gizlilik: Giriş başka hiçbir tarafça alınamaz.

### 1.8. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contracts)

Akıllı sözleşmeler ilk olarak 1994 yılında bilgisayar bilimcisi ve matematikçi Nick Szabo tarafından kullanıldı. Nick Szabo, gerçek hayatta kullandığımız sözleşmelerin

[80] **SCHOR,** Lukas, On Zero-Knowledge Proofs İn Blockchains. Medium, 2018. s.22 < https://Medium.com/@Argongroup/On-Zero-Knowledge-Proofs-İn-Blockchains-14c48cfd1dd1 >, Erişim Tarihi: 23.04.2021.
[81] **SCHOR,** a.g.e., s.22.

kriptografi yoluyla dijital formlara dönüştürülerek kullanılabileceğini fark etti. Bu gelişme noter, avukat gibi aracıların ortadan kalkması anlamına geliyordu. Blockchain teknolojisi ile birlikte bu sözleşmeleri tüm ağlarda herkes tarafından görüntülenip gözden geçirilerek güvenlik sorununu ortadan kaldıran bir algoritma geliştirmiştir.

Akıllı sözleşmeler, Ethereum kurucusu Vitalik Buterin ile popüler hale geldi. Taraflarca mutabık kalınan konularda akıllı sözleşmeler oluşturulur ve dijital imzalarla şifrelenir. Bu sözleşmeler daha sonra blok zinciri ağına yüklenir. Bu, sözleşmelerdeki kaybı, manipülasyonu veya değişiklikleri önler. Akıllı sözleşme kullanan bir kullanıcı, aracıya ödemek zorunda olduğu maliyetlerden tasarruf etmekle kalmaz, aynı zamanda işlemlerini hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirir.

Akıllı sözleşme, basitçe blok zincirinin üzerinde çalışan bir bilgisayar kodu olarak tanımlanabilir. İlgili tarafların birbirleriyle nasıl etkileşime girebileceğini belirleyen bir dizi kural içerir. Bu nedenle, önceden tanımlanmış bu kurallar karşılandığında, sözleşme otomatik olarak yürürlüğe girer. Merkezi olmayan otomasyonun en saf şeklidir.

Akıllı sözleşme kodu, bir işlemin veya sözleşmenin müzakeresini veya performansını kolaylaştırmak, doğrulamak ve uygulamaktan sorumludur. Akıllı sözleşmeler fikri ilk olarak 1993 yılında kriptograf ve bilgisayar bilimcisi Nick Szabo tarafından tasarlandı. Onları bir tür dijital satış makinesi olarak tanımladı. Kullanıcıların nasıl değer veya veri girebileceğini ve bunun karşılığında bir meşrubat veya atıştırmalık gibi bir makineden sınırlı bir öğeyi nasıl alabileceğini açıklayan bir örnek verdi.

İlginç bir şekilde, akıllı sözleşme terimi oldukça yetersizdir çünkü, bu kodlar ne akıllıdır ne de yasal sözleşmelerdir. Akıllı bir sözleşmenin ancak onu kodlayan insanlar kadar akıllı olabileceğini unutmamak önemlidir. Ayrıca, belirli koşulların yerine getirilmesi durumunda yasal sözleşme olma potansiyeline sahiptirler ancak, kolluk kuvvetleri veya mahkemeler tarafından kabul edilen yasal sözleşmelerle karıştırılmamalıdır.

Akıllı sözleşmeler sayısız avantaj sunar, örneğin; performansı gerçek zamanlı olarak takip etme yeteneğine sahiptirler ve dolayısıyla muazzam maliyet tasarrufu sağlarlar.

Ayrıca, uyum ve kontrol anında gerçekleşebilir. Harici bilgi almak için akıllı bir sözleşme, onu harici verilerle besleyecek bilgi kahinlerinin yardımını kullanacaktır.

Akıllı sözleşmeler;

- Kendi kendini yürütmektedir,
- Kendi kendini doğrulamakta ve dış kurcalamaya karşı dayanıklıdır.
- İşlemlerin maliyetini azaltmaktadır
- Güvenlik garantisi sağlamaktadır
- Güvenilir aracılara duyulan güven yerine otomatik hafıza kullanımına sahiptir
- Yasal yükümlülükleri otomatik süreçlere dönüştürmeye yardımcı olun

Sözleşmenin önceden tanımlanma adımında, sözleşme şartları tüm karşı taraflar tarafından belirlenir. Örneğin; ödemelerde kullanılacak para birimi, döviz kurları ve değişken faiz oranı hususları gibi. Aynı zamanda icra koşulları da belirlenmektedir; örneğin saat, tarih ve hatta belirli bir değerdeki değişken faiz oranı önemlilik arz etmektedir. Olayların sarmalı, burada olaylar sözleşmenin uygulanmasını tetikler. Olaylara atıfta bulunulabilir; alınan bilgiler ve işlemin başlatılması süreciyle devam eder. İcra ve değer transferi kısmında, sözleşmenin şartları, koşulların karşılanıp karşılanmadığına bağlı olarak değer hareketini belirleyecektir.

Blockchain teknolojisinin son yıllardaki yükselişi literatürde öne sürülen diğer kavramları da desteklemektedir. Szabo, bir sözleşmenin şartlarını yürütmek için bilgisayar protokollerini kullanıcı arayüzleriyle birleştiren akıllı sözleşmeler kavramını tanıttı. Blok zinciri nedeniyle, Akıllı Sözleşmeler, yirmi yıl önce icat edildiği sırada mevcut olan teknolojiye kıyasla blok zincirleri uygulanarak daha kolay kullanılabildikleri için daha popüler hale gelmektedir. Bu yenilikçi yaklaşım, örneğin, önceden tanımlanmış yönlere bağlı olarak varlık anlaşmaları için sözleşmelere dahil olan avukatların ve bankaların yerini alabilir. Akıllı Sözleşmeler, mülklerin sahipliğini kontrol etmek için de kullanılabilir. Bu mülkler maddi örneğin; evler, otomobiller, vb. veya maddi olmayan örneğin; hisseler, erişim hakları, vb. olabilir. Akıllı sözleşmelere birinci sınıf vatandaş muamelesi yapan blok zinciri

teknolojisinin öne çıkan bir örneği, orijinal olarak Buterin tarafından önerilen merkezi olmayan bir sistem olan Ethereum'dur. Merkezi olmayan konsensüs sistemlerinin bir sınıflandırması ve farklı sistem türlerine genel bir bakış sağlanmaktadır.[82]

### 1.9. Blockchain Kullanım Alanları ve Geleceği

Blockchain teknolojisi detaylı olarak yukarıda yer alan başlıklarda incelenmiştir. Teknolojinin hayatımızı değiştirmesiyle birleşince bazı matematik işlemleri ve şifreler yardımıyla hayatımıza giren bu teknoloji hayatımızı değiştireceğinden hiç kuşku yoktur. Denetimlerin olmaması, hızlı ve güvenli işlemler, aracıların ve komisyonların ortadan kaldırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve hepsinden önemlisi herkese açık bir ağ bu yeni teknolojinin çekiciliğini artırmaktadır.

İngiltere, Estonya, Singapur, Dubai, İsviçre ve Kıbrıs, blockchain sektöründeki inovasyon liderleri arasında yer almaktadır. Güvenilir ve değişmez verileri belgelemek zorunda olan bir sektör olarak birçok ülke kamu sektöründe blockchain uygulamalarına yönelik yatırımları desteklemeye başlamıştır.[83] Blockchain teknolojisine dayalı yenilikçi uygulamalara ilgi gösteren bir diğer kamusal alan ise savunma sektörüdür. ABD Savunma Bakanlığı ve NATO'nun Bitcoin'in omurgası olan blok zinciri teknolojisini kullanan ürünlerle ilgilendiği bilinmektedri. NATO, lojistik ve tedarik gibi daha geleneksel uygulamaların altyapısında blok zinciri teknolojisini kullanmayı hedeflerken, ABD Savunma Bakanlığı blok zinciri üzerinde güvenilir bir mesajlaşma uygulamasına konusunda odaklanmaktadır.[84]

Blockchain teknolojisini finansal işlemlerden sağlık işlemlerine, tapu işlemlerinden hukuk işlemlerine kadar hayatımızın her alanında yani günlük hayatta yaptığınız ve giriş yapabileceğiniz tüm işlemlerde kullanabilmektedir. Harvard Üniversitesi tarafından yayınlanan bir makalede Marco Lansiti ve Karim R. Lakhani, blockchain

[82] **BUTERİN,** a.g.e., s.20
[83] **ÜNSAL, KOCAOĞLU,** a.g.e., 59
[84] **KAR,** Ian, General Blockchain, The latest Customers for The Technology Behind Bitcoin Are NATO and The US Military. Quartz, 2016, < http://qz.com/681580/the-latestcustomersfor-the-technology-behind-bitcoin-are-nato-and-the-usmilitary >, Erişim Tarihi: 21.08.2022.

teknolojisine ilişkin şu görüşleri sunmuştur.[85] Blok zinciri ile sözleşmeler dijital koda gömülür ve şeffaf bir paylaşılan veritabanında saklanır. Silinmeden, değişmeden ve düzeltmeden korunduğu bir dünya var olmaktadır. Dünyadaki her anlaşma, işlem, görev ve ödeme; tanımlanabilir, doğrulanabilir, saklanabilir ve paylaşılabilir bir dijital kayıt ve imzaya sahiptir. Bu, avukatlara, bankalara ve diğer aracı kurumlara olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Teknoloji üzerindeki çalışmalarımız ve inovasyon araştırmalarımız, dünya çapında bir blok zinciri devrimi gerçekleştiğinde birçok teknik, hükümet, organizasyonel ve sosyal engelin yıkılacağını göstermektedir. Blockchain temel bir teknolojidir. Ekonomik ve sosyal sistemlerimiz için yeni temeller yaratma potansiyeline sahiptir.

Blok zincirinin devrim yaratabileceği bir başka alan da bilimdir. Bilimsel araştırmalara güven ve özellikle tıp gibi hayati alanlarda bilimsel sonuçların güvenilirliği önemlidir. Geçmişte elde edilen sonuçların veri temizleme ve seçicilik gibi veri manipülasyonu ile ilgili yanlış kullanımlar nedeniyle yayınlanması, bilimsel sonuçlara olan güvenin azalmasına neden olmuştur.[86]

Blok zincirleri için uygulama alanları, özellikle belirli bir miktarda güven oluşturmak için tarihsel olarak üçüncü taraflara dayanan alanlarda çeşitli şekilde görülmektedir. Atzori[87], siyasetin ve tüm toplumun blok zinciri tarafından yeniden yapılandırılabileceğini öne sürmektedir. İnsanlar, merkezi olmayan platformlar kullanarak toplumu organize etmeye ve korumaya başlarsa, birçok işlev geçersiz hale gelebilir. Kamu yönetimi işlevselliğini önemli ölçüde artırabileceğinden, devlet hizmetlerinin izin verilen blok zincirleri aracılığıyla ademi merkezileştirilmesi mümkün ve arzu edilir sonucuna gelebilir. Toplumların yeniden örgütlenmesi yoksul ülkelerde birincil öneme sahiptir. Zenginlik, blok zinciri kullanılarak daha etkili bir şekilde korunabilir. Özellikle üçüncü dünyada, örneğin yerel yönetim nüfusu kamulaştırmayı hedefliyorsa, toprak sahiplerinin mülkiyeti kanıtlama sorunları vardır. Bu varoluşsal tehditler, arazi tapularını blok zincirine entegre ederek kontrol

---

[85] **İNCİ,** Serkan, **ALPER,** İsmail, Bıtcoin Devrimi, Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockcahin, Altcoinler., Elma Yayınevi (1. Baskı), Ankara, 2018, s.46.

[86] **ROMANO,** Diego, **SCHMID,** Giovanni, Beyond Bitcoin: A Critical Look At Blockchain-Based Systems, 2017, s.15, < https://www.mdpi.com/2410-387X/1/2/15 >, Erişim Tarihi: 03.04.2022.

[87] **ATZORİ** Marcella, Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary? Work Pap, 2015, s.52.

edilebilir. Ancak Glaser'in[88] belirttiği gibi, dijital alan ile fiziksel dünya arasındaki arayüz, bir blok zinciri sistemi tarafından kurulan dijital güvene zarar veren zayıf bir halka olabilir.

Şu anda araştırmacılar ve düzenleyiciler arasında blok zincirine dayanan kripto para birimlerinin gerçek para işlevlerini yerine getirip getiremeyeceği konusunda bir tartışma bulunmaktadır. Mishkin[89] tarafından para, mal veya hizmetlerin ödenmesinde veya borçların geri ödenmesinde genel olarak kabul edilen herhangi bir şey olarak tanımlanmıştır. Luther ve White,[90] günümüzde kripto para birimlerinin bir değişim aracı olarak nadiren kullanıldığını savunuyor. Glaser et al.[91], Bitcoin'in gerçekten de öncelikle spekülatif varlıktır ancak, fiyat paranın yerine kripto para birimleri kuran girişimcilerin yenilikçi yaklaşımları nedeniyle harcama ve kabul etme daha kolay hale gelebilir. Blockchain bu nedenle katkıda bulunabilir.

### 1.10. Blockchain'in Sorun ve Sınırlamaları

Teknolojik devrime rağmen geçiş dönemlerinde öngörülemeyen sorunlar ortaya çıkmıştır. Bugün internetsiz şehir hayatı düşünülemez. Ancak, bugün ortaya çıkan güvenlik ve gizlilik sorunları, İnternet'in ilk popüler hale geldiği çağda yaşadığımız ölçüde tahmin edilemezdi.

Bir kripto para tasarımı için altyapı oluşturan blok zincirinin fonksiyonlarının bununla sınırlı değildir. Bu teknolojik altyapı, dijital dünya için merkezi bir yapı gerektirmeyen ancak yine de güvenilir ve ağdaki tüm kullanıcılar tarafından izlenebilecek bir formatta bulunmaktadır. Sistemin şeffaflığı, izlenebilirliği, geriye

---

[88] **GLASER,** Florian, Pervasive Decentralisation of Digital İnfrastructures: A Framework For Blockchain Enabled System And Use Case Analysis, 2017, < https://pdfs.semanticscholar.org/859d/0535e16095f274df4d69df54954b21258a13.pdf?_ga=2.56211176.231503218.1664740150-510255340.1664623487 >, Erişim Tarihi: 17.04.2022.

[89] **MISHKIN,** Frederic S., The Economics of Money, Banking, and Financial Markets, Pearson Education, Pearson Education, Boston, 2017 s. 45.

[90] **LUTHER,** William J., **WHITE,** Lawrence H., Can Bitcoin Become A Major Currency?. 2014, < https://static1.squarespace.com/static/6148a75532281820459770d1/t/61af9dbc0822c95eea02d4fc/1638899133020/CanBitcoinBecomeAMajorCurrency.pdf >, Erişim Tarihi: 03.04.2022.

[91] **GLASER,** Florian, Et Al. Bitcoin-Asset Or Currency? Revealing Users' Hidden İntentions, Revealing Users' Hidden Intentions (April 15, 2014). Ecis, 2014, < https://www.researchgate.net/publication/352011864_Cryptocurrency >, Erişim Tarihi: 24.02.2022.

dönük silinmesi ve düzeltilmemesi yüksek güvenlik özellikleri olarak kabul edilmektedir.[92]

Sistemde her kullanıcının kendine ait bir hesabı ve bu hesabın gizli anahtarı bulunmaktadır. Kullanıcı özel anahtarını kaybederse, sahipliğini kanıtlayacak kanıtların olmaması sisteme alışmadaki sorunlardan biridir. Doğası gereği, anonimlik kullanması ve yasa dışı işlemlerdeki çekiciliği hem bireyleri hem de yetkilileri ilgilendirmektedir. Kimlik bilgilerinin gizliliği ve herhangi bir kurum tarafından gözetim ve düzenlemeye tabi olmaması, sistemi her türlü hukuka aykırı finansal transfer işlemlerine açık hale getirmektedir. Tek bir merkezden yönetim olmadığı için, bir işleme itiraz edilmesi veya devir yapılması durumunda silme veya iptal mümkün değildir. Her sistemin bir fiyatı vardır. Burada en büyük maliyetler madencilik aşamasında görünüyor. Güç tüketimi ve ilk kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen, toplam maliyet birçok merkez bankasının toplam maliyetinden daha düşüktür.[93] Enerji harcamalarının karşılaştırılabilmesini sağlayan Power Compare platformundan alınan 2019 araştırma verilerine göre Bitcoin madenciliği 159 ülkeden daha fazla enerji tüketmektedir.[94]

Mevcut blok zinciri tabanlı tasarımın en büyük eleştirilerinden biri, sistemin anonim olduğudur. Önerilen anonimlik, siber suçları teşvik etmektedir. Ayrıca, blockchain ve fonksiyonlarını yönetebilmek için ilgili fiyatlandırma maliyetlerini de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.[95]

2016'nın sonunda, her bir işlemin maliyeti yaklaşık 0,20 ABD doları ve yalnızca 80 bayt veri depolayan, saniyede yalnızca yedi işlem gerçekleştirebiliyordu. 2019 yılı sonuna kadar blok ücreti 0,79 dolara ve 10 dakikalık bir süreye yükseltilmişti. Bu durumu bir blockchain problemi olarak işlem maliyetlerinde de görmek mümkündür.

Bitcoin ve diğer blok zinciri uygulamalarında önemli bir zayıf nokta da çoğunluğunun doğru olduğu varsayımdır. Ağa hizmet eden düğüm görevi gören

---

[92] **KIRBAŞ,** İsmail, Blokzinciri Teknolojisi ve Yakın Gelecekteki Uygulama Alanları, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2018, 9.1: 75-82, < http://ismsemp.com/ISMS/gecmis_sempozyum/ISMS_Paris_Sosyal_Bilimler_C_1.pdf >, Erişim Tarihi: 22.08.2022.
[93] **ÇARKACIOĞLU,** a.g.e., s.65
[94] Powercompare (2019), < https://powercompare.co.uk/bitcoin >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.
[95]**ROMANO ve SCHMİD,** a.g.e., s.28

bilgisayarların yarısından fazlası yalan söylüyorsa, yalan gerçek olarak kabul edilir. Bu aynı zamanda %51 saldırısı olarak da bilinir ve Bitcoin'i tanıtırken Satoshi Nakamoto tarafından vurgulanmıştır. Ancak blok zincirindeki blokları değiştirerek %51 saldırısına ulaşmak için önemli kaynaklara ihtiyaç bulunmaktadır.[96]

[96] **BALIGA,** Arati, Understanding Blockchain Consensus Models, Persistent, 2017, s.14. < https://web.archive.org/web/20220121100752id_ >, Erişim Tarihi: 05.03.2022.

# İKİNCİ BÖLÜM

# BLOCKCHAİN VE HUKUKSAL KULLANIM ALANLARI

Blockchain teknolojisine genel bir giriş yapıldıktan sonra öncelikle bu alanda hangi hukuki işlemlerin yapılabileceğinden ve bu teknoloji ile neler yapılabileceğinden bahsedilmelidir. Hızla gelişen bu yeni sistemle ülkeler ve bireyler birçok işini blockchain üzerinde yapmaya başlamış ve bu teknoloji her gün farklı faaliyet alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır.

## 2.1. Blokchain ve Hukuk

Sözleşme hukukunun önemli bir rolü, insanların rızaya dayalı ilişkilerinde bilerek ve bilmeyerek bıraktıkları boşlukları doldurmaktır. Eksik sözleşmeli literatürün çoğu, yasanın bu boşlukları nasıl doldurması gerektiğiyle ilgilenir. Bazı kurallar, taraflar sessiz kaldığında kanunun öngördüğü varsayılan kurallardır. Diğerleri, tarafların tasarımından bağımsız olarak belirli hakları, görevleri ve yükümlülükleri belirleyen değişmez kurallardır. Bununla beraber özellikle blok zincir hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması veya yasal düzenlemelerdeki eksiklikler problemlere neden olabilmektedir.[97]

Blok zinciri 1991 yılında icat edildiğinden itibaren, kripto paraların temelini oluşturmaktadır. Kripto paraların yatırımcının güvenini kazanmasında, blok zincir yapısının önemli katkısı olmuştur. Bu bakımdan blok zincir, hukuki anlamda da, bir güven aracı ve ticari bir ilişkinin konusudur[98].

Blockchain teknolojisi, sıralı olarak formüle edilmiş matematiksel işlemlerden oluşan süreçler temelinde çalışır ve bu işlemler zaman zaman daha karmaşık hale gelebilir.

[97] **DE FILIPPI,** Primavera, **HASSAN,** Samer, Blockchain Technology As A Regulatory Technology: From Code İs Law To Law İs Code, 2018, < https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1801/1801.02507.pdf >, Erişim Tarihi: 13.12.2021.

[98] **KOCAÇINAR,** Aslı, İspat Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler, İstanbul Kültür Üniversitesi Dergisi, 20(2), s.471.

Bu çalışmanın amacı, blockchain teknolojisi ile çalışan avukatlara teknolojiyi anlatmak olduğundan, bu karmaşık işlemler ayrıntılı olarak açıklanmayacak ve bunlarla ilişkili süreç ve işlemler, blockchain teknolojisinin işleyişini kolaylaştıracak kadar basitleştirilecektir. basitleştirilmiş. anlamak için gereklidir. Kripto varlıklar, blok zinciri teknolojisinin tek somut uygulaması olmasa da, blok zinciri teknolojisinin işleyişi kripto varlıkları ve bunun en ünlü örneği olan bitcoin üzerinden anlatılacak, bunun konunun şu şekilde somutlaştırılmasını kolaylaştıracağı düşüncesiyle. yaygınlaşmıştır ve gündelik hayatın bir parçası haline gelmiştir[99].

Blok zincirinde ikinci adım yoktur. Birinci adım her zaman olduğu gibi gerçekleşir. Sonuçta, blok zincirinin sözleşmelerini kodlayan insanlardır ve bu nedenle boşluklar ortaya çıkar. Ancak blockchain dünyasında ikinci adım gerçekleşmez. Akıllı sözleşme tek başına kod olduğundan, bu sözleşme ile ilgili yasal düzenlemeyi gerçekleştirmek zor olmaktadır. Gerçekten de blok zinciri durumu, daha önce hiç sorun yaratmayan bir belirsizliği ortaya koymaktadır. Eksik bir sözleşmedeki boşluk, sözleşmenin hiçbir zaman açıkça değinmediği bir konudur. Blok zincirinde, terimin ikinci anlamında boşluk yoktur. Başka bir deyişle, blok zinciri olumlu bir şekilde izin vermedikçe, blok zincirinde temerrüt yasasına yer yoktur.

Blok zincirin ve sözleşmenin kod üzerinden yürütülmesi, yasal sürece yönelik sıkıntılar meydana getirmektedir. Özellikle kod ile ilgili yasal düzenlemenin gerçekleşmesinde boşluk söz konusu olabilmektedir.[100]

Blok zincir teknolojisi, blok zincirini ifade etmekte olup bu bloklar, işlem verilerini ve bilgilerini içerir. Bu işlemler veya veriler, örneğin doğruluk için ağdaki diğer kullanıcılar tarafından onaylandığında; kullanıcıların %51'inin onayı ile bir önceki blok ile birleşerek Blok zincirin tek, şeffaf, değişmez, sabit ve doğrulanabilir bir zincir olarak ortaya çıkmasını sağlamaktadır[101]. Bu bakımdan blok zincir teknolojisi hem kullanıcıların %51'inin onayını alma zorunluluğu olmasından ötürü bir kısmi kamusal niteliğe, hem de eşsiz bir sonuç ortaya çıkması açısından bir fikir ve sanat

[99] **GÜÇLÜTÜRK,** Osman, Hukukçular için Blokzincir Teknolojisinin Teknik İşleyişi: Bitcoin Örneği, 2021, s.22.
[100] **RODRIGUES,** Usha R. Law and The Blockchain, Iowa L. Rev., 2018, 104: 679, < https://ilr.law.uiowa.edu/assets/Uploads/ILR-104-2-Rodrigues.pdf >, Erişim Tarihi: 15.12.2021.
[101] **TEVETOĞLU,** Mete, Ethereum ve Akıllı Sözleşmeler, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2021, 12(1), 193-208.

eserine benzer niteliktedir. Ancak hukuki müdahale noktası üzerinde tartışmalar devam etmektedir.

Hukuki müdahale noktasının olmaması iki tarafı keskin bir kılıçtır. Blok zinciri, üzerinde kurulan varlıklarına, fiziksel olarak organize edilmiş varlıkların sahip olmadığı bir güç vermektedir. Bu güç örgütsel hukuka başvurmadan ortaklığın tehlikelerinden kaçınma gücüdür. Fiziksel dünyada girişimciler, ortaklık biçiminden kaçınmak için iş birliği yasasını kullanmak için her türlü teşvike sahiptir. Şirketler, LLC'ler ve diğer sınırlı sorumlu kuruluşlar devlete başvurmalı ve ücret ödemelidir. Ancak, bir ortaklık kurmak için olumlu bir şekilde yapılması gereken hiçbir şey yoktur. Hukuki işlemler mümkün olduğu kadar tarafların birbirine güvenme ihtiyacından kurtarılmalıdır. Ancak, gerekli güven asimetrisinin aşılması açısından, kendi kendini gerçekleştiren bir sözleşmenin nasıl ve hangi platformda mümkün olacağı hala belirsizdir[102].

2016 DAO, iki veya daha fazla kişinin ortak sahipler olarak kâr amaçlı bir işletmeyi sürdürdüğü bir birliktir. Resmi olarak herhangi bir devletin yargı yetkisi altında örgütlenmemiştir. Bu nedenle, borçlar hukuku kapsamında bu bir ortaklıktır ve token sahipleri teorik olarak sınırsız sorumlulukla karşı karşıya kalmıştır. Ayrıca, teorik olarak token sahiplerinin alacaklıları DAO'nun varlıkları üzerinde bir hak talebinde bulunabilirler.[103]

Eksik sözleşme literatürü bize tüm sözleşmelerin eksik olduğunu hatırlatır. Varlık yalnızca blok zincirinde mevcutsa, yasa basitçe başarısız olur. Ancak tanımlanabilir bireyler blok zincirindeki varlıkları organize ettiği sürece, blok zincirinin kendisinde değil, blok zincirinin ve maddi dünyanın kesiştiği noktada yasal bir müdahale noktası vardır. Dünyanın dört bir yanındaki egemen devletler, yasal bir müdahale noktası olarak mutlaka bu kesişme noktasına odaklanarak, blok zincirinin nasıl düzenleneceği sorusuyla baş başa kalmaktadır. Menkul kıymetler hukuku, blok zinciri üzerindeki daha doğrusu blok zinciri ve maddi dünya arasındaki böyle bir yasal müdahale noktasında önemli yere sahiptir.

---

[102] **TEVETOĞLU,** a.g.e., s. 196.
[103] **DUPONT,** Quinn, **MAURER,** Bill, Ledgers And Law İn The Blockchain. Kings Review, 2015, s.23.

Şirketler günümüzde sınırlı sorumluluk ve varlık paylaşımı konusuna daha fazla önem vermektedir. 2016 DAO'nun lansmanını, yönetimini ve çözülmesine yol açan "hack" i anlatan hikayesine geçmektedir. Geleneksel bir iş hukuku analizine göre, 2016 DAO'nun açıkça bir ortaklık olduğu sonucuna varıyor. Gerçekten de, ortaklık statülerine rağmen, blok zincirinde organize olan kuruluşlar, sözleşme taleplerinden fiili olarak sınırlı sorumluluğa sahiptir. Kullanılan rumuzlar, şu anda uzak olan haksız fiil iddialarına karşı en azından bir miktar koruma sağlamaktadır.[104]

Borçlunun faaliyetlerini izlemek, herhangi bir kredi düzenlemesinin önemli bir işlem maliyetini oluşturur. Bu nedenle, bankalar ve diğer borç verenler, alacaklıya geri ödeme garantisi verilmesini sağlamak için sözleşmeler, inceleme hakları ve diğer mekanizmalarla kendilerini korurlar. Ancak alacaklı, icra mekanizmalarını doğrudan sözleşmeye kodlayabilirse, izleme çok daha az maliyetli olacaktır. DAO'da kodlanan sözleşme onların çıkarlarını koruyacağından, blok zincirinde alacaklıların varlık seviyelerini korumada önemli olacaktır. Bu anlamda alacaklılar, örneğin anapara iadesi için tetik noktaları oluşturduğu sürece, fırsatçılık riski ve yüksek izleme maliyeti olmadan borç para verebilirler. Örneğin; kod, DAO'nun varlıkları belirli bir miktarın altına düşerse, borcun otomatik olarak aranacağını ve kredinin geri ödeneceğini belirtebilir. Faiz oranları otomatik olarak sıfırlanabilir ve alacaklılar blok zincirinde oylama yoluyla koruyucu sözleşmelerden feragat edebilir.

Genel olarak sanal ortamlarda sözleşme kavramı internetten çok sonra Blok zincir teknolojisi ile gündeme gelmeye başlamış olduğundan, kendi kendini yürüten ve ödeme yapma veya eylem gerçekleştirme yeteneğine sahip sözleşmeli yazılımlardan bahsedilebilir[105].

Sahiplerinin kişisel varlıklarına sahip olma hakkını elde etmede gerçek dünyadaki emsallerini taklit etmek için alacaklıların bu hakkı blok zinciri kodu içinde tesis etmesi gerekir. Aksi takdirde, DAO alacaklıları bu kişisel varlıklara teorik olarak erişme hakkına sahip olsalar da pratikte blok zinciri buna izin vermez. Öte yandan, haksız fiil alacaklıları, belirli bir haksız fiil mağduru olmayı öngören gönülsüz

[104]**RODRİGUES,** a.g.e., s.28.
[105] **TEVETOĞLU,** a.g.e., s. 198.

alacaklılardır. Bu alacaklıların, sözleşme sahibine rücu için sözleşme yapma yeteneği olmayacaktır ve varsayılan kod, gönüllü alacaklılarda olduğu gibi, bireysel hesaplara erişime izin vermeyecektir.

Ticari kuruluşlar yalnızca blok zincirinde var olabilir mi? Eğer öyleyse, açıkça kodlanmadıkça hiçbir yasal müdahale noktası olmayacaktır. Bu tür kuruluşlar için bazı olası yönetim modellerini öngörülmektedir:[106]

Blok zincir teknolojisi aracılığıyla gelişen bir diğer yenilik ise akıllı sözleşmeler olup ilk olarak 90'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. Akıllı sözleşme kavramı, blok zinciri teknolojisi ile uygulanmasının altında yatan güven ve maliyet sorunlarının üstesinden gelmeye başlamıştır. Akıllı sözleşmeler, sözleşme maddelerinin bilgisayar kodu şeklinde hazırlandığı ve koşullar sağlandığında otomatik olarak yürütüldüğü sözleşmeleri tanımlar. Modern uygulamada, akıllı sözleşmeler blok zincirleri üzerine kodlanmış ve kural olarak blok zinciri dışında meydana gelen olaylara karşı duyarsız yazılımlardır[107].

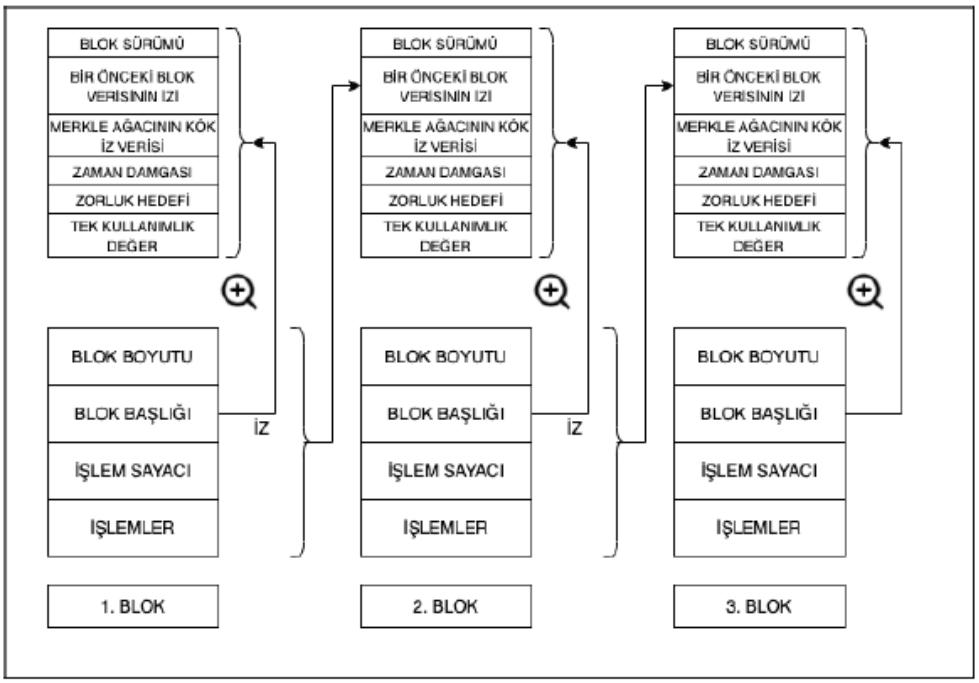
**1. Blockchain Varlığı:**

Yasanın erişiminden kaçmasının en kolay yolu, organizatörlerin kendilerini herhangi bir şekilde blok zinciri varlığıyla ilişkili olarak tanımlamadan tamamen blok zinciri üzerinde örgütlenmek olacaktır.

DAO, devam ederken kendi sözleşmeler bağlantısını yaratan bir organizmaysa, işleyişinde resmi hukuk için çok az yer olabilir. Kendi kurallarını koyabilir ve hatta örgütlenmeyi yapan tanımlanabilir bir birey olmaksızın özerk bir şekilde kopyalayabilir. Sahnede bir kişi olmadan ve yasanın tutunabileceği bir aktör bulunmadan yapabilmektedir. Kod gerçekten yasadır. Hukukun işleyebileceği hiçbir hukuki müdahale noktası yoktur.[108]

[106] **RODRİGUES,** a.g.e., s.29
[107] **KEL,** Habil Arda, Milletlerarası Ticarette Akıllı Sözleşmelerin Uygulanabilirliği, MHFD, 2(1), s. 653.
[108] **WERBACH,** Kevin, Trust, But Verify: Why The Blockchain Needs The Law, Berkeley Technology Law Journal, 2018, s. 492, < https://btlj.org/data/articles2018/vol33/33_2/Werbach_Web.pdf >, Erişim Tarihi: 14.03.2022.

Blok zincirin varlığını ortaya koymak için, öncelikle yapısını ve içerisindeki işlemleri incelemekte yarar vardır. Her ne kadar blok zincir bir soyut sistem içerisindeki işlemleri ifade etse de, hukuki açıdan hem sonuçları, hem de içeriği varlığını işaret etmektedir. Bunun için bir blok zincir içerisindeki işlemlerin dağılımı aşağıdaki şekildeki gibidir.




**Şekil 7. Blok Zincir içerisindeki işlemler ve farklı katmanlarda zincirin varlığı**[109]

Şekilde de görüldüğü gibi, her blok zinciri içerisindeki işlemler ve blok başlığı, bir sonraki blok zinciri ve işlemler ile ilişkilidir. Bu nedenle, blok zincirde her bir aşama için ayrı bir düzenleme ve kodlama, dolayısıyla ayrı birer işlem gerçekleşmektedir. Bu süreçte hem fikir ve sanat eserleri bakımından, hem de derleme ya da işleme eser bakımından blok zincir varlığını ifade etmek mümkündür. Blockchain teknolojisi dağıtık bir veri tabanı yapısında olduğundan, bazı araştırmacılar bunların bilgisayar olduğunu iddia ederken, araştırmacılar onları genel tanıma uygun bir sistemin parçası olarak görmektedir[110].

[109] **GÜÇLÜTÜRK,** a.g.e., s.30.
[110] **AVUNDUK,** Hüseyin ve **AŞAN,** Hakan, Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1), s.374.

## 2. Blockchain Yönetimi Sorunu

Her blok zincir yapısı sadece yazılım ve sistem olarak değil, ortaya çıkan sonuç ve yöntem bakımından da farklılıklar göstermektedir. BitCoin'den sonra en fazla bilinen kripto para birimlerinden Ethereum blok zinciri, Bitcoin blok zincirinden yapısal olarak farklıdır. Turing tabanlı sanal makine, Ethereum blok zincirinde çalışmaktadır ve programların Ethereum blok zincirinde basit hesaplamalar yapmasına izin vermektedir. Böyle bir program, merkezi olmayan özerk yapılardır. DAO'lar, yönetim süreçlerini ve iş etkinliklerini otomatikleştirmenize izin veren akıllı sözleşmelerden oluşur[111].

2016 DAO, blok zincirindeki yönetim sorununu netleştirdi. Ortaya çıkacak tüm sorunları öngörebilecek bir kod olmadığı ifade edilmiştir. 2016 DAO ile ilgili sorun, sözleşme sahiplerinin, bir kez ortaya çıktıktan sonra kusuru gidermek için kodu değiştirmek adına oy kullanmaları için bir mekanizma sağlanmamasıydı. DAO'nun yönetim başarısızlıklarını ele almak için 2016-DAO sonrası dönemde ortaya çıkan üç farklı yönetim modelini açıklayacaktır. Özellikle, bu mekanizmaların her biri bir müdahale noktası yaratır.[112]

İlk olarak, DAOStack, geleneksel bir şirkette hayal bile edilemeyen baş döndürücü bir dizi yönetim seçeneğini göstermektedir. Örneğin, hisse başına oy esasına göre çalışmak yerine, itibar sistemi kullanan bazı hisseleri diğerlerinden daha fazla tartan bir şirket üzerinden gidilebilmektedir. DAOStack, bir DAO'nun, örneğin DAO'ya geçmişteki katkılar veya başarılı teklifler için token sahiplerinin itibar kazanabileceği böyle bir sistem kurmasını sağlar. [113]

## 2.2. Blokchain Aracılığı İle Yapılan Hukuki İşlemler

Blok zinciri ilk olarak Satoshi Nakamoto tarafından elektronik işlemlerde var olan çift harcama problemini çözmek için kavramsallaştırıldı.[114] Blockchain teknolojisi, herhangi bir güvenilir üçüncü taraf olmadan bir P2P ağı üzerinde çalışan dijital bir

[111] **GÜÇLÜTÜRK,** a.g.e., s.61.
[112] **RODRİGUES,** a.g.e., s.30.
[113] **WALCH,** Angela, The Path of The Blockchain Lexicon (And The Law), 2016, s. 12, < https://www.bu.edu/rbfl/files/2017/02/The-Path-of-the-Blockchain-Lexicon-Feb-13-2017-Draft.pdf >, Erişim Tarihi: 29.04.2022.
[114] **NAKAMOTO,** a.g.e., s.4

para birimi olan Bitcoin'in çekirdek sistemini içermektedir.[115] Blok zinciri, bilgilerin ifşa edilmesini ve sorumluluk atfedilmesini sağlayan açık, paylaşılan ve dağıtılmış bir defter anlamına gelir.[116] Tescilli mülkiyetin transferi, erişim kontrolü ve etkinlik günlüğü gibi benzersiz özelliklere sahip blok zincirler, işletmeler arasında ürün ve hizmet akışının izlenmesini sağlar.[117]

Blok zinciri teknolojisi, iş faaliyetlerinin gerçek zamanlı izlenmesini ve kritik güncellenmiş belgelerin senkronizasyonunu sağlarken, blok boyutu, verimlilik, işlem hacmi, gecikme süresi, ölçeklenebilirlik, güvenlik ve gizlilik gibi hala teknik çözümler gerektiren çeşitli sorunlara sahiptir.[118] İş dünyasında, çeşitli danışmanlık raporları, blok zincirlerin ticari sürtüşmeleri ve masrafları azaltmak, işlemlerin verimsizliğini ve savunmasızlığını çözmek ve genel ekosisteme dönüştürmek için kullanılabileceğini öne sürmektedir.[119]

Blok zinciri teknolojisinin umut verici bir uygulaması, birden fazla hissedarın karmaşıklığı ve çeşitliliği ile başa çıkmak için küresel tedarik zincirlerinde ilişki yönetimidir.[120] Blok zincirler, tedarik zinciri boyunca tescilli paydaşlara bağlı yerel veritabanlarında orijinal olarak bulunan kritik verilerin kalibrasyonunu sağlar. Blok zincirleri ayrıca süreçler (üretim, teslimat veya ödeme gibi) sırasında mülkün durumunu izlemede daha iyi şeffaflık ve işletme değeri elde etmek için sermaye kullanımı için daha iyi esneklik sağlamaktadır.[121] Bilgi paylaşımı perspektifinden bakıldığında blok zincirler, değer üretiminden değer gerçekleştirmeye kadar gerekli bilgileri kaydetme yeteneğine sahip benzersiz bir kayıt ortamı olarak kabul edilirler.[122]

---

[115] **PILKINGTON,** Marc, Blockchain Technology: Principles And Applications, 2016, s.9, < https://Ssrn.Com/Abstract=2662660 >, Erişim Tarihi: 11.05.2021.
[116] **PAZAITIS,** Alex, **DE FILIPPI,** Primavera, **KOSTAKIS,** Vasilis, 2017,s.112, < https://base.socioeco.org/docs/peer-to-peer..pdf >, Erişim Tarihi: 26.03.2022.
[117]Ethereum, 2017, Solidity Documentation. Ethereum , < https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/solidity/v0.4.2/solidity.pdf >, Erişim Tarihi: 13.02.2022.
[118] **MOUGAYAR,** William, The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. John Wiley & Sons, New Jersey, 2016.
[119] **CHRISTIDIS,** Konstantinos, **DEVETSIKIOTIS,** Michael, Blockchains And Smart Contracts For The İnternet of Things, Ieee Access, 2016,4:2292-2303, < https://people.cs.pitt.edu/~mosse/courses/cs3720/blockchain-iot.pdf >, Erişim Tarihi:12.04.2021.
[120] **CASEY**, Michael J., **WONG,** Pindar, Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain, Harvard Business Review Digital Articles, 2017.
[121] **SWAN,** a.g.e., s. 28.
[122] **PAZAITIS,** Alex, **DE FILIPPI,** Primavera, **KOSTAKIS,** Vasilis, Blockchain and Value Systems in The Sharing Economy, 2017, s.11, < https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01676881/file/52%20-

### 2.2.1. Dijital Sözleşmeler (Smart Contract)

Szabo'nun akıllı sözleşme kavramı, 1997'de makalesi "*Akıllı Sözleşmeler Fikri*"nin yayınlanmasının ardından daha fazla dikkat çekmiştir. Çalışmasında, Szabo bir otomat makinesinden yapılan satın alma işlemini ilkel bir "akıllı sözleşme" biçimi olarak tanımlamıştır. Önceden belirlenmiş girdinin yani paranın alınması üzerine şekerleme ürününün veya bir kutu içeceğin mülkiyetinin devrini içermektedir. Szabo ayrıca, belirli bir olayın meydana gelmesi üzerine dijital mülkün (hisseler gibi) otomatik transferi de dahil olmak üzere bir dizi potansiyel akıllı sözleşme uygulamasını açıklamıştır. Bunlar motorlu taşıtın sözleşmede belirtilen güvenlik protokolleri yerine getirilmediği sürece aracın çalışmadığı durumlarda hareketsiz hale getirilmesi ve eşler arası mülk kredisi borç alan belirli koşullarda temerrüde düşerse, ödünç verilen mülkün borç verene geri döneceği şeklindedir. Büyük ölçüde Bitcoin ve Ethereum gibi kripto para platformlarının ortaya çıkması sayesinde, bu uygulamalar ve diğerleri artık mümkün olmuştur.[123]

Akıllı sözleşmeler, temel bir kripto para birimi platformu üzerine kuruludur. Bir kripto para, esasen ortak bir küresel defterde sanal para ile etkileşime girmek için merkezi olmayan bir sistemdir. Bu defter, bir bilgisayar ağı tarafından kronolojik olarak içinde kaydedilen işlemler bloklar halinde gruplandırıldığı için "blockchain" olarak adlandırılır. Blok zinciri içindeki katılımcılara verilen isim olan "Madenciler", bu blok zincirine bir işlem göndererek akıllı sözleşmeler oluşturabilir. Bu düzenlemenin benzersiz bir özelliği, işlemlerin herhangi bir merkezi otorite veya güvenilir aracı tarafından doğrulanmamasıdır; bunun yerine, tüm işlemler bir dizi kriptografik tarama prosedürü ile doğrulanır. Bu nedenle, blockchain ağı doğası gereği şeffaftır ve ağ içindeki tüm kullanıcılar tarafından görülebilir. Ağ kullanıcılarının mutabakatı ile kimlik doğrulaması yapıldıktan sonra, işlemler blok zincirine eklenmeden önce algoritmalarla kodlanır, daha sonra belirtilen verileri

%20%282017%29%20Elsevier%20-%20Blockchain%2C%20value%20creation%20and%20Backfeed.pdf >, Erişim Tarihi: 26.01.2022.

[123] **DELMOLINO,** Kevin, Et Al. A Programmer's Guide To Ethereum And Serpent., 2015, s. 22, < https://mc2-umd.github.io/ethereumlab/docs/serpent_tutorial.pdf >, Erişim Tarihi: 11.05.2022.

üretmek için kodu çözülür ve zaman damgası vurulur. Blockchain teknolojisi, bu nedenle, esasen, bir Dağıtılmış Defter Teknolojisi (DLT) biçimidir.[124]

Temel olarak akıllı sözleşme, önceden belirlenmiş olayların meydana gelmesi üzerine şartlarını doğrulayan ve uygulayan bir bilgisayar programıdır. Bir kez kodlanıp blok zincirine girildiğinde, sözleşme değiştirilemez ve programlanmış talimatlarına göre çalışmaktadır. Delmolino, Arnett, Kosba, Miller ve Shi, akıllı sözleşmeye ve amacını gerçekleştirmek için nasıl kodlanabileceğine ilişkin yararlı ve basitleştirilmiş bir örnek sunmaktadır. Bu örnekte, iki taraf; Alice ve Bob spekülatif bir finansal takas gerçekleştirmektedir. Tarafların her biri, gelecekte bir noktada bir borsadaki bir hisse senedinin fiyatı konusunda karşıt bahisler yapmadan önce belirlenen kripto paranın eşit miktarlarını yatırır. Alice, hisse senedinin sağlanan tahminden daha yüksek olacağına inanırken Bob daha düşük olacağını düşünmektedir. Son teslim tarihi geldiğinde, hisse senedi fiyatı bazı harici fiyatlandırma otoritelerine atıfta bulunularak sorgulanır örneğin; ilgili borsanın kendisi, referansı akıllı sözleşmede kodlanmıştır. O andaki hisse senedi fiyatına bağlı olarak, Alice ya da Bob kesin olarak bahis yapılan paranın tamamını alır.[125]

Bu akıllı sözleşmenin, tarafların kimliklerini, üzerine oynanan hisse senedinin değişim fiyatına referans için son tarihi, ön koşulu ve programın yürütülmesi için mantığı ve çerçeveye göre sonucun belirlenmesini sağladığı görülebilir. Bu, finansal veya başka türlü çok sayıda işlemi kolaylaştırmak için akıllı sözleşmelerin nasıl kullanılabileceğinin küçük ölçekli bir örneğidir.

Blok zinciri teknolojisi, aracılar kullanılmadan daha doğrusu, aracılara bağımlılığı azaltarak dijital mülkiyetin güvenli kontrolü ve aktarımı için basit, uygun maliyetli bir mekanizma sağlayarak, ek avantajla bu tür sözleşmelerin verimli bir şekilde çalışmasını sağlar. Blok zinciri teknolojisinin geliştirilmesinden önce akıllı sözleşmeler uygulanabilir bir şekilde işleyemiyordu. Bununla birlikte son on yılda,

---

[124] **PETERS,** Gareth W., **PANAYI,** Efstathios, Understanding Modern Banking Ledgers Through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the İnternet of Money, 2015 s.7, < https://arxiv.org/pdf/1511.05740.pdf >, Erişim Tarihi: 13.03.2022.

[125] **GIANCASPRO,** Mark, Is A 'Smart Contract'really A Smart İdea? Insights From A Legal Perspective. 2017, s.6, < https://daneshyari.com/article/preview/6890642.pdf >, Erişim Tarihi: 06.12.2021.

bu alandaki önemli gelişmeler, blok zinciri (dağıtılmış defter) teknolojisine yönelik olasılıkları ve ağır yatırımları genişletmiştir.

Akıllı sözleşmeleri kullanmanın bazı avantajları vardır. Birincisi, artan verimlilik vaadi sunmaktadır. Bir blok zinciri üzerinde çalışan akıllı sözleşmelerle kolaylaştırılan işlemler, güvenilir bir aracı tarafından değil, ağ kullanıcılarının fikir birliği ile doğrulanır. Anlaşma şartlarına göre mülkün dijital transferini sağlayan bir banka, kredi sağlayıcısı, sigorta şirketi veya benzerleri yerine, akıllı sözleşmenin kodlaması tüm iş özerk olarak yapılır. Blok zincirindeki madencilerin başka bir ifadeyle sözleşme taraflarının yalnızca sözleşmelerinin içeriğine karar vermeleri gerekir ve sözleşme etkin bir şekilde kendini gerçekleştirir. Bu aracısızlaştırma süreci, blok zincirinin kayıt tutmadan denetim, izleme ve uygulamaya kadar işlemin tüm kritik yönlerini ele almasına izin vererek verimliliği artırır. Daha sonra, geleneksel bir aracının işleme izin vereceği ve işlemi gerçekleştireceği önemli bir gecikme süresi olmadığı için, ödemeler çok daha hızlı bir sürede gerçekleşebilir. Blok zincirinde gerçekleşen transferler anında gerçekleşir. Dağıtılmış defter teknolojisinin ve akıllı programlamanın daha da iyileştirilmesiyle, en karmaşık işlemler için bile anında ödeme çok gerçek bir olasılık haline gelmektedir. Ayrıca, bir sözleşmenin ömrü boyunca bir dizi kilit süreci otomatikleştirmek, insan katılımını azaltmak anlamına gelir; bir sözleşme oluşturmak ve yerine getirmek için daha az taraf gerekiyorsa, verimliliğin artması muhtemeldir.

Akıllı sözleşmeler ayrıca işlem ve yasal maliyetlerin azalmasına neden olabilir. Bir blok zincirinde herhangi bir merkezi otoritenin veya güvenilir aracının bulunmaması ve işlem bloklarının madencileri tarafından açıkça doğrulanıp zincire eklenme şekli, normalde aracılık yoluyla ortaya çıkacak çok sayıda işlem ve yasal maliyet anlamına gelir. Bu tür ücretler tipik olarak hizmet veya yönetim ücretleri veya yazılı sözleşmelerin hazırlanması, denetlenmesi ve yürütülmesi ile ilgili yasal maliyetler niteliğindedir. Yaygın bir örnek, kredi kartıyla satın alma yoluyla oluşturulan bir sözleşmedir. Bir tüketici bir satıcıdan bir ürün satın alır ve kredi kartıyla ödeme yapar; satıcı daha sonra bir ek ücret uygular (satıcı için kredi kartıyla ödeme kabul etmenin maliyetini temsil ettiği söylenir); kredi kartı şirketi de benzer şekilde ücretlerini uygular. Tüm bu maliyetler, bir blok zincirinin kullanılmasıyla tamamen önlenebilir. Akıllı sözleşmelerin kullanılmasından elde edilen potansiyel maliyet

tasarrufları, işlemlerin kendisiyle sınırlı değildir. Göreceli basitlikleri göz önüne alındığında, altyapı maliyetlerini önemli ölçüde düşürmeleri muhtemeldir.[126]

Akıllı sözleşmelerin bir diğer avantajı, daha fazla şeffaflık ve anonimliktir. Blok zincirler gibi dağıtılmış defterler aracılığıyla verilerin ademi merkeziyetçiliği ile daha fazla şeffaflık gelmektedir. Tüm işlemleri doğrulayan ve derleyen merkezi bir otorite veya güvenilir aracının olmaması ve blok zincirinin şeffaf yapısı, halka açık bir defterde akıllı sözleşmeler yoluyla yürütülen ticari düzenlemelerin tüm madenciler tarafından görülebileceği anlamına gelir. Bu şeffaflık, bir kullanıcının diğerine güvenebileceği konusunda daha fazla güven sağlamaktadır. Madenciler ayrıca geleneksel ticari işlemlerde kullanmayacakları türden anonimlikten de yararlanırlar. Örneğin; kredi kartı şirketleri gibi birçok yaygın satış anlaşmasını kolaylaştıran güvenilir aracılar, gelecekteki bir ödeme vaadi kabul edilmeden ve işlenmeden önce kimlik kanıtı isterler.[127]

Akıllı bir sözleşme, belirli bir ürünü belirli bir fiyattan ve tüketici garantilerinin de dahil olduğu güvencesi ile satın alınmak üzere programlanabilir. Satıcının, güvenilir bir aracı aracılığıyla alıcının kişisel ve finansal bilgilerine bağlı olması yerine, doğrudan alıcının dijital cüzdanına bağlı olmaları, yani alıcının kimliğinin hiçbir zaman açıklanmamasıdır.

Akıllı sözleşmeler olarak da adlandırılan dijital sözleşmeler, normal ve geçerli bir sözleşmenin şartlarını ve sonuçlarını üretebilmeleri için oluşturulur. Programlanabilir protokoller olarak tanımlanan bu sözleşmeler, fiziki bir sözleşme ile yapılabilecek her türlü sözleşmeyi içermektedir. Ayrıca bu sözleşme, sona erme opsiyonu olmadığı için taraflarca tercih edilmekte ve dünyanın bir ucundan diğer ucuna insanlar arasında fiziki toplantılarda vakit kaybetmeden sözleşme akdedilmesini

[126] **DUDLEY-NİCHOLSON,** Jennifer, Federal Budget 2016: Turnbull Announces Tax Cut OnBitcoin, < https://www.heraldsun.com.au/news/national/federal-election/budget2016/federal-budget-2016-turnbull-announces-tax-cut-on-bitcoin/news-story/45148197bcfc1f287a41b3eb751afd84 >, Erişim Tarihi: 22.05.2022.
[127] **GİANCASPRO,** a.g.e., s. 6.

kolaylaştırmaktadır. Bu, maliyetlerden olduğu kadar güvenlik ve zamandan da tasarruf sağlar.[128]

Blockchain teknolojisi ile programlanabilir herhangi bir işlem akıllı bir sözleşmeye dönüştürülebilir. Örneğin Bitcoin işlemlerinin gerçekleşebilmesi için transferlerin ilgili anahtar ile imzalanması gerekir. Aynı iletim sistemi blok zincirinin izin verdiği birden fazla imzayı kabul edecek şekilde kurulursa artık sözleşmelerin diğer tarafların imzasıyla yürütülmesi mümkün olmaktadır. Çünkü bu sisteme dayalı olarak akıllı sözleşme kavramı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Ethereum'un genellikle akıllı sözleşmelerde Bitcoin yerine kullanıldığını da belirtmek gerekir. Dijital sözleşmeler imzalandıktan sonra her kullanıcının bilgisayarında kalır ve böylece sözleşmelerin sözleşme taraflarının kullanımına açık olmasını sağlar. Örneğin emlak satışları ilk kez blockchain üzerinden gerçekleştirilmiştir.[129]

Kiev'de yaşayan Mark Ginsburg isimli bir kişi, evini 600.000 dolara Michael Arrington isimli bir adama satmıştır. Bu satış, akıllı sözleşme süreci aracılığıyla gerçekleşmiş; hukuki hizmetler vb. fiziki sözleşmelerin maliyetini ortadan kaldırarak mülkiyet devri için çok hızlı bir süreci yöneterek çok daha basit bir süreci mümkün kılmıştır.[130]

Programlama mantığı ile sözleşme anlaşmalarının konuşlandırılmasını ve yürütülmesini sağlayan akıllı sözleşme, blok zincirlerin tasarım ve uygulamasındaki en kritik unsurlardan biridir.[131] Ethereum, akıllı sözleşme uygulamaları için en popüler merkezi olmayan platformlardan biridir. Kullanıcılar, her sözleşmede veri yapılarını ve işlevlerini tanımlayarak sözleşmelerini tasarlayabilir ve ardından sözleşmeyi blok zincirine yerleştirebilir. Sözleşmeler, bireysel Ethereum adresleri ve

---

[128] **ÖZKUL,** Fatma, **ALKAN,** Betül, Dijital Çağda Muhasebenin Dönüşümü:"Blockchain" Teknolojisinde Muhasebe ve Mali Kontroller, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 2020, s.2, < https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1141223 >, Erişim Tarihi: 18.03.2022.

[129] **DÜLGER,** Murat Volkan, Blockchain ve Hukuksal Kullanım Alanları, 2021. s.3, < https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3792194 >, Erişim Tarihi: 03.01.2022.

[130] **DÜLGER,** a.g.e, s.3.

[131] **SWAN,** Melanie, Blockchain: Blueprint For A New Economy, " O'reilly Media, Inc., California, 2015, s.33.

uygulama programlama arayüzleri (API'ler) aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurabilir.[132]

Akıllı sözleşmelerin benzersiz özellikleri, blok zincirlerin özellikleriyle birlikte, iş operasyonlarının ve süreçlerinin senkronizasyonu ve otomasyonu potansiyelini geliştirir. Mülkün değerini artırmak için paketleyici görevi gören akıllı sözleşmeler, blok zincirler veya diğer defter teknolojisi ile eşleştirildiğinde daha fazla potansiyel kazanır.[133] Bu potansiyel, hissedarların anlayış ve niyetlerini temsil eden yasal sözleşmelerin uygulanmasını sağlayacaktır.[134] Bu anlamda ortak, paylaşılan defterler olan blok zincirlerle birleştirilen akıllı sözleşmeler, çeşitli varlık, mülk ve değer sahipliği türlerinin transferini otomatikleştirebilir. Bu da, iş operasyonları için süreç tasarımını kolaylaştıracak ve daha az aracılı bir çalışma planına yol açabilecektir.

Tedarik zinciri operasyonlarını reforme etmede blok zinciri ve akıllı sözleşmelerin faydalarına rağmen, bunların yaygın olarak benimsenmesi için bazı zorluklar devam etmektedir. Bu zorluklar arasında yasal sorunlar, standart ve protokol eksikliği, mahremiyet sorunları ve hataya karşı hoşgörüsüzlük sayılabilir. Akıllı sözleşmelerin tüm tedarik zinciri vakaları için her derde deva olmadığı argümanları, tedarik zinciri süreçlerindeki anlaşma türü, ölçeği ve kapsamı söz konusu olduğunda akıllı sözleşmelerin belirli senaryolara uygulanabilirliğinden şüphe duymaktadır.[135]

Bir sözleşme protokolü çok basit veya çok karmaşık olabilir. Örneğin Bitcoin ağına üye olan bir kişiden başka bir kişiye para gönderme işlemi basit bir işlem olarak ifade edilebilir. Bir blok zinciri ağındaki bir katılımcı, aynı ağda kayıtlı bir sunucudan müzik veya video gibi dijital içerik satın aldığında, bilgisayarına indirdiğinde ve aynı ağdaki dijital para birimiyle ödeme yaptığında, her iki tarafı da ikna eden bir ilişki gelişir. Bu tür sözleşmelerin daha karmaşık örneklerinde, otonom

[132]Ethereum, 2017, Solidity Documentation. Ethereum, < https://media.readthedocs.org/pdf/solidity/v0.4.2/solidity.pdf >, Erişim Tarihi: 23.08.2022.

[133] **TRELEAVEN,** Philip, **BROWN,** Richard Gendal, **YANG,** Danny, Blockchain Technology in Finance, Computer, 2017, 50(9), 14-17, < https://www.reply.com/avantage-reply/en/Shared%20Documents/Blockchain-securitization-RMM-Dec-2020.pdf >, Erişim Tarihi: 23.12.2021.

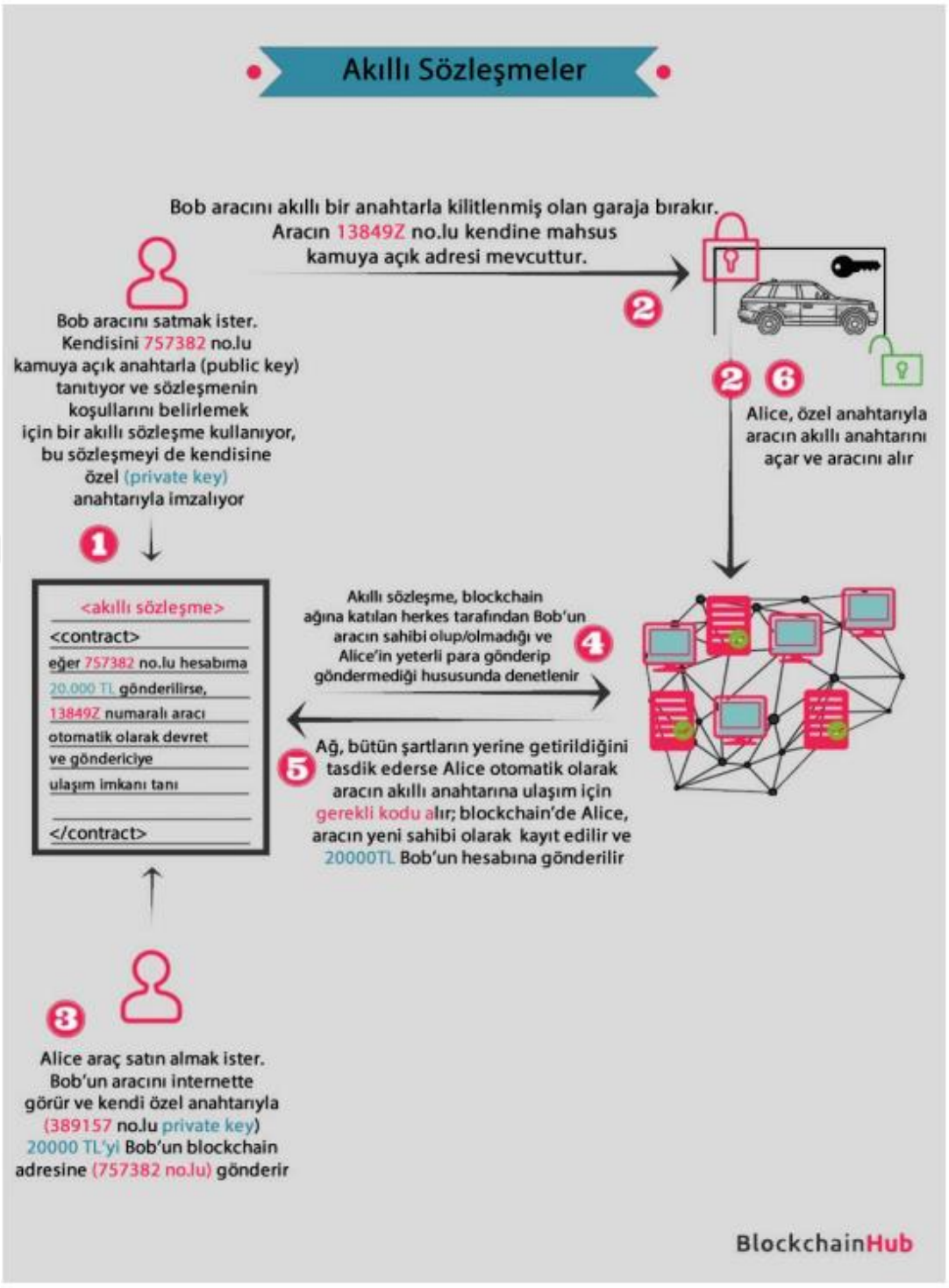
[134] **MAGAZZENI,** Daniele, **MCBURNEY,** Peter, **NASH,** William, Validation and Verification of Smart Contracts: A Research Agenda. Computer, 2017, 50.9, 50-57, < http://www.cs.bath.ac.uk/smartlaw2017/mcburney.pdf >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

[135] **YAVUZ,** Melih, Ekonomide Dijital Dönüşüm: Blockchaın Teknolojisi ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2019, 4.1, 15-29, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/724464 >, Erişim Tarihi: 16.01.2022.

araçlar, paketlerini ödeme yapan ağ katılımcılarına dağıtır, araçlarını şarj istasyonlarında otonom olarak şarj eder ve otoyol kullanımı için gerekli ödemeleri yapar. Şu anda en karmaşık akıllı sözleşme biçimi, özerk dağıtılmış bir şirketin (Decentralized Autonomous Organization-DAO) bir örneğidir. 2016 yılında Christopher Jentsch tarafından yayınlanan bir teknik incelemede, sorumlu kişi DAO'yu şu şekilde tanımlamıştır: Ethereum blok zinciri ağında programlanan koda göre, sermaye esas olarak ağ katılımcılarından toplanır. Bir kuruluşa Ether adlı bir para birimi gönderen kişiler, karşılığında token alır ve onlara sahiplik ve oy hakkı verir. Organizasyonu başlattıktan sonra, her token sahibi toplanan fonların nasıl kullanılacağına dair tavsiyelerde bulunabilir ve belirli bir çoğunluğa ulaşıldığında, program otomatik olarak katılımcılar tarafından kabul edilen amaçlar için toplanan fonları kullanmaya başlayacaktır. Jentzsch daha sonra toplam 160 milyon dolar toplayıp tarihteki en büyük kitle fonlaması projesini tamamlamıştır. Son olarak, sözleşme yazılımı olarak bilinen yazılım kodu, yapay zeka düşünülerek geliştirilirse, algoritmalar karmaşık işlemleri insan müdahalesi olmadan tamamen otonom olarak gerçekleştirebilir.[136]

Aşağıdaki görselde akıllı sözleşme örneği yer almaktadır. Akıllı sözleşmenin genel işleyiş durumu açıklanmıştır.

[136] White Paper, < https://Download.Slock.İt/Public/Dao/Whitepaper.Pdf>, Erişim: 23.08.2022.




**Şekil 6. Akıllı Sözleşme Örneği[137]**

[137] Block Chain Hub, < https://Blockchainhub.Net/Smart-Contracts/ >, Erişim: 23.08.2022.

### 2.2.2. Akıllı Sözleşmeler ve Sözleşme Hukukuna Uygunluk

Akıllı bir sözleşmenin taraflarının birbirleri tarafından bilinmeyebileceği göz önüne alındığında, reşit olma yaşına ulaşmış bir tarafın, internetin anonimliği tarafından gizlenmiş bir reşit olmayan kişiyle istemeden sözleşme yapması büyük bir risk oluşturur. Bu durum, anlaşmanın uygulanabilirliğini tehdit etmektedir. Bir blok zincirine bir işlemin girişinden önceki yaşı belirlemek için ayrıntılı tarama prosedürleri gerekli olabilir ancak, bunların kamu otoritesi tarafından görülmesi zor olabilir. Ayrıca, böyle bir sözleşmenin bağlayıcı olup olmayacağı, oluşturulduğu yargı yetkisine/bölgelerine ve o bölgedeki diğer sözleşmelere yönelik yasal düzenlemelere bağlı olmaktadır. Bir sözleşmenin zorunlu ihtiyaçlar için olup olmadığı da konunun içeriğine bağlı olacaktır.[138]

Dijital teknolojiler aracılığıyla finansal hırsızlık ve kimlik sahtekarlığının gerçekleştirilebileceği potansiyel kolaylık göz önüne alındığında, akıllı sözleşmelerle kolaylaştırılan birçok işlemin yasal uygulanabilirlik eksikliği nedeniyle iptal edilmesi gibi gerçek bir risk vardır.

İki veya daha fazla meşru taraf arasında bir akıllı sözleşmenin kurulduğunu varsayılsa dahi, akıllı sözleşmenin bir veya daha fazla tarafın zarar görmesiyle sonuçlanan bir kodlama hatasına maruz kalması durumunda kim sorumlu olacaktır? Klasik sözleşmeler ve hatta dijital formda yani bilgisayarda depolanan word belgelerinde yazıya indirgenmiş sözleşmeler bile kendilerini değiştiremezler ancak, teorik olarak akıllı bir sözleşmenin kodu kendiliğinden değişebilir ve dolayısıyla çalışma şeklini etkileyebilir. Bir çözüm olarak akıllı sözleşmenin, her iki tarafın da hatası olmaksızın başlangıçta öngörüldüğü gibi fonksiyonunu yerine getirilmesinin imkansız hale gelmesi nedeniyle geçersiz olduğunu varsaymak olabilir. Bu durumda, sözleşme bütünüyle feshedilecek ve taraflar gelecekteki yükümlülüklerden kurtulacaktır. Bununla birlikte, içeriğin kendiliğinden bozulması, geleneksel dijital olmayan sözleşmelerde tamamen bulunmayan bir risktir.[139]

---

[138] **FAIRFIELD,** Joshua At. Smart Contracts, Bitcoin Bots, And Consumer Protection. Wash.&Lee L. Rev. Online, 2014,71, 35, < https://scholarlycommons.law.wlu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer&httpsredir=1&article=1003&context=wlulr-online >, Erişim Tarihi: 27.03.2022.

[139] **GİANCASPRO,** a.g.e., s.6.

Geleneksel sözleşmelerde, yani münhasıran teknoloji yoluyla gerçekleşmeyen sözleşmelerde, tüm ilgili koşullar ile birlikte tarafların sözlerini ve davranışlarını inceleyerek bir teklifin ne zaman yapıldığını ve kabul edildiğini belirlemek nispeten kolaydır. Bu konudaki istisna, kabulün posta yoluyla gönderildiği durumlardır. Bu durumda kabul genelikle icapta bulunan tarafından alındığında yürürlüğe girer Bununla birlikte, bir sözleşme teklifi yapıldığında ve görünüşte teknoloji aracılığıyla kabul edildiğinde analiz daha zor hale gelir. Bu gibi durumlarda, e-posta ve yazılı mesajlaşma gibi teknolojilerin anlık doğası göz önüne alındığında, belirsizlik, kabulün gerçekleştiğinin varsayıldığı noktayı belirler.

Bir müteakip sözleşmede, yalnızca görünüşte birincil sözleşmede mevcut olduğu için yasal niyetin var olduğunun varsayılıp varsayılamayacağı kesinlikle tartışmalıdır. Açıklanan niyete müteakip, özerk olarak oluşturulan sözleşmelerde niyetin varsayılamayacağını belirleyebilir. Benzer şekilde, tarafların müteakip sözleşmeleri yasal güce sahip olmak ve onları bağlamak için niyet edip etmediklerini ve dolayısıyla bu sözleşmelerin gerekli rızadan yoksun olduğunu kanıtlamaya çalıştıkları durumlarda, hukuka göre önemli ispat sorunları ortaya çıkabilecektir.

### 2.2.3. Ticari İşlemlerde Blokchain ve Hukuksal Düzenlemeler

Blok zinciri yoluyla ödeme araçları oluşturulabilir. Kişiler arası para transferleri çok daha hızlı ve ucuz olduğu için tercih edilmektedir. Günümüzde bireyler arasındaki bu işlemleri gözlemleyen bankalar kendi iç kurallarını onlara dayandırmaya başlamışlardır. Örneğin Rusya'da Sberbank blok zinciri tabanlı bir ödeme sistemi kurmuştur. Dolayısıyla bu işlemlerin bankalarda daha hızlı, daha şeffaf ve güvenli bir şekilde işlenmesi sektörün bu alana yönelmesinde temel etkendir.[140]

Avusturya'da BitcoinBank, insanları Bitcoin alım-satım ile işlemlerde desteklemek ve insanların sorularına cevap vermek için kurulan ilk Bitcoin bankası olarak tarihe geçmiştir. Ayrıca üç yıl önce Avusturya'da Bitcoin özellikli ATM'ler kuruldu ve bu teknoloji yakından takip edilmektedir. Tüm bu bankacılık işlemlerine ek olarak, Viyana'daki birçok kafe, restoran ve barda Bitcoin ödemeleri kabul edilmektedir.

[140] **UZUN,** Hülya, İşletmelerin Blok Zinciri (Blockchain) Uygulamalarında Ticari Birliklerin Rolü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2020, 5(1), 88-109, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1091062 >, Erişim Tarihi: 11.02.2022.

Bitcoin ile ödeme, 1 Nisan 2017'den beri Japonya'da resmileştirildi ve uygulandı. Ancak burada belirtelim ki Bitcoin bir para birimi olarak zihnimizde canlanırken Japonya onu para değil bir ödeme aracı olarak kabul etmiştir.[141]

### 2.2.4. Elektronik Kimlik Kartının Çıkartılması

Birinin kimliğine erişilebildiğinde ne yapacağımızı biliyoruz. Islak imzalı ve soğuk damgalı kimlik kartı yerine blok zinciri kullanılarak, dijital kimlik kartı verilmesi ve böylece kimlik tespiti gerektiren tüm yasal sürecin kontrol edilmesi mümkündür. Bu uygulamayı ilk benimseyen ülke Avusturya oldu. İsviçre'de en kısa sürede dijital kimlik uygulamasına geçilmesi planlanmaktadır. Geçmişe bakacak olursak, merkezi mimari olan veri tabanından 50 milyon kişinin kimlik bilgilerinin çalınmasıyla ülkemiz de sarsılmıştır. Blockchain tarafından tutulacak bu kayıtların insanların hayatını kolaylaştırdığı ve güvenli bir ortam sağladığı bu süreçte, ülkelerin çıkardığı bu düzenlemeler tamamen yerindedir ve Türkiye'nin bir an önce böyle bir çalışmaya başlaması gerekmektedir.[142]

## 2.3. Blockchain Aracılığıyla Yapılması Muhtemel Hukuki İşlemler

Blockchain veri tabanı ile oluşturulan programlarla işlem yapmak oldukça mümkündür. Ancak bunu yapmak için ülkelerin mevzuatlarını bu yeni teknolojiyi yansıtacak şekilde değiştirmeleri ve güncellemeleri gerekmektedir.

### 2.3.1. Oy Kullanabilme

Demokratik toplumlarda oy kullanmak vatandaşların hem görevi hem de hakkıdır. Maalesef Türkiye'deki şartlar düşünüldüğünde seçimlerde oy kullanmak ayrı bir konu ve seçim sonrası sayımlar ayrı bir kaosa ve tartışmaya neden olmaktadır. İnsanların mevcut sisteme olan güveni kırılmıştır. Seçimler için kağıt maliyetleri, vatandaşların istihdamı ve bu güne özel olarak yapılan ülke çapında düzenlemeler göz önüne alındığında, blockchain üzerinden oy kullanma imkanı da oldukça avantajlı olacaktır.[143]

---

[141] **DÜLGER,** a.g.e., s.4.
[142] **DÜLGER,** a.g.e., s.5.
[143] **DÜLGER,** a.g.e., s.6.

Herhangi bir soruna yanıt olarak, seçim sonuçlarıyla ilgili şüpheleri ortadan kaldırmak için blok zinciri tabanlı programların oluşturulması ile oy kullanmak sistemin doğası gereği, belirli verilerin işlendikten sonra değiştirilememesi yani istenilen sonuçları doğru bir şekilde alarak mümkün olacaktır.[144]

### 2.3.2. Noterde Yapılması Öngörülen Hukuki İşlemler

Hukuk sistemimiz, bazı hukuki ilişkilerin daha sağlam bir zemine oturtulabilmesi için noter ile iş yapma ihtiyacını karşılamaktadır. Buradaki temel ilke, taraflar arasında bir uyuşmazlık olması durumunda delil elde etmek ve işlemin bir kopyasının tarafsız bir kurumda saklanması olduğundan, blockchain uygun çözümdür. Ayrıca Bitcoin, blok zinciri tabanlı bir noter sistemi geliştirmiştir. Ancak bu noter hizmeti, Bitcoin kullanıcıları arasındaki işlemlerle sınırlıdır ve herhangi bir yasal dayanağı bulunmamaktadır[145]

### 2.3.3. Blockchaın Teknolojinin Kullanılmasıyla Hukuka Aykırı Eylemlerin Gerçekleştirilmesinin Kolaylaştırması

Elbette tüm bu olumlu sonuçların yanı sıra blockchain teknolojisini kullanmanın bazı olumsuz sonuçları da vardı. Her şeyden önce, işlemi kimin yaptığı konusunda şüpheler olacaktır. Ayrıca tarafların ticari faaliyeti nedeniyle vergilendirme ayrı bir tartışma konusudur.

ABD İç Gelir Servisi'nin (IRS), vergi kaçakçılığını önlemek için Bitcoin işlemlerini izlemek için 2015'ten beri Chainalysis girişimiyle çalıştığı biliniyordu. Blockchain üzerinden vergi kaçakçılığının kuru bir iddiadan kaynaklandığını ileri sürerek sistemi karalamak yerine, bu noktadan hareketle ülkelerin vergi takip birimlerinde teknik olarak gelişmiş personelin görevlendirilmesi ile bu durumun önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

Özellikle Bitcoin kullanımı ile kanunda tanımlanan suçlar birden fazla şekilde mümkün hale gelmiştir. Kanunda öngörülen genel suç durumu dışında, cezai suçların bilişim sistemleri yardımıyla işlenmesi örneğin; dolandırıcılık cezayı artıran bir durum yaratmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilgisayar

[144] **YAVUZ,** a.g.e., s.17.
[145] **DÜLGER,** a.g.e., s.7.

suçlarının sayısı önemli ölçüde artmıştır. Üstelik sanal para söz konusu olduğunda, bu suçların işlenmesi çok daha kolay olacaktır.

Ayrıca Bitcoin doğası gereği anonim olduğundan ve kaynağı belirlenemediğinden, buradan alınan paranın nereden geldiğini bilmek neredeyse imkansızdır. Bu kapsamda malvarlığı aklama suçlarını işlenme riski çok yüksektir. Ancak, şunu da eklemek gerekir ki Birleşik Krallık Hazine Bakanlığı tarafından Ulusal Suç Kurumu raporuna atıfta bulunularak hazırlanan Para Politikası Raporu, Bitcoin'in Suç Gelirlerinin Aklanması (NCA) için çok uygun bir araç olmadığını vurguladı. Maliye Bakanlığı Devlet Müsteşarlığı da yüksek değerli işlemlerde kara para aklamanın hiçbir zaman gerçekleşmediğini açıkça belirtmiştir.[146]

Başka bir seçenekte Bitcoin gibi sanal para birimleri üzerinden alınması veya satılması yasa dışı olan ürün veya işlerin işlenmesi çok daha kolay olacaktır. Tüm bu suç unsurlarına ek olarak, ticari sırların güvenliği ve kişisel mahremiyetin gizliliği ile ilgili birçok konunun olması muhtemeldir. Sağlanacak hukuki korumada bu hukuka aykırı eylemlerin pragmatik bir yaklaşımla önüne geçilebilecek şekilde olmalıdır.[147]

Öncelikle blockchain teknolojisinin kullanımı ile ne tür düzenlemeler yapıldığını açıklamaya çalıştım. Bu sistemlere geçebilmek için elbette ulusal yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Böylece ülkelerin hukuk sistemlerine uygun olarak hazırlanması gereken programları hazırlamak ve uygulamak mümkün olacaktır. Teknolojinin gelişmesini engellemeye, kullanımını yasaklamaya çalışmak yerine, pragmatik bir yaklaşım benimsemeli ve onu hayatımıza ve hukuk sistemimize dahil etmeliyiz. Çünkü artık ihtiyaçlar geleneksel sistemin boyutunun çok ötesine geçmektedir.[148]

İki örnek olarak; Blockchain bazında oy kullanmanın veya noterde yapılan işlemlerin bu sistem üzerinden işleme koyulabilmesinin mümkün olduğunu ve buna göre yasal kullanım alanlarının oluşturulması gerektiğini düşünmekteyim. Çünkü, hem

[146] **DÜLGER,** a.g.e., s.8.
[147] **YAVUZ,** a.g.e., s.17.
[148] **UZUN,** a.g.e., s.90.

Türkiye'de hem de dünyada bu iki konu hakkında devam eden tartışmalar var. Ancak henüz yasal bir düzenleme yapılmamıştır.[149]

## 2.4. Uluslararası Ticarette Akıllı Sözleşmeler

### 2.4.1. Güncel Uygulamada Akıllı Sözleşmeler

Uluslararası iş süreçleri, birden fazla aktörü örneğin; ihracatçı, ithalatçı, sigortacı, banka, gümrük idaresi, lojistik vb. içermesi ve mal, para, veri ve belge gerektirmesi nedeniyle hem zaman hem de para açısından ciddi maliyetler doğurmaktadır. Bu maliyetleri düşürmek isteyen taraflar gelişen ve değişen teknolojiye kayıtsız kalamazlar. Bu kapsamda hem blockchain teknolojisi hem de akıllı sözleşmeler uluslararası ticarete taraf olan işletmeler tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, Rotterdam Limanı, ABN AMRO ve Samsung ile ortak yürütülen bir proje kapsamında, Güney Kore'den hareket eden bir konteyner blockchain teknolojisi ile takip edilerek Rotterdam limanına gerçekleştirilen ilk sevkiyat olarak kayıtlara geçmiştir.[150]

Bu kapsamda Rotterdam Limanı'nda Akıllı Liman projesi ile blockchain teknolojisi ve akıllı sözleşmeler deniz taşımacılığına entegre edilerek malların taşıma durumu, kalkış ve varış bilgileri paylaşılmaya başlandı. İlgili taraflara şeffaf, hızlı ve güvenilir bir şekilde hizmet sunuldu. Benzer şekilde Antwerp Limanı, blockchain start-up şirketi T-Mining ile geliştirdiği bir proje kapsamında menşe sertifikaları ve belge akışları gibi belgelerin akıllı sözleşmeler aracılığıyla transferini blockchain teknolojisi ile otomatikleştirmeyi planlamaktadır.[151]

Akıllı sözleşmelerin kullanıldığı bir diğer örnek olan teknoloji devi IBM ve denizcilik devi Maersk tarafından hayata geçirilen blockchain tabanlı küresel ticaret platformu TradeLens projesidir. Bu kapsamda kullanıcılar, uluslararası ticarette

[149] **DÜLGER,** a.g.e., s.10.
[150] **ÖZYÜKSEL,** Suna, **EKINCI,** Mustafa, Blockchain Teknolojisinin Dış Ticarete Etkisinin Örnek Projeler Çerçevesinde İncelenmesi, İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 2020, 3.1: 82-101, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/933301 >, Erişim Tarihi: 28.05.2022.
[151] Antwerp Blockchain Pilot Pioneers With Secure And Efficient Document Workflow, 2018, < Https://Www.Portofantwerp.Com/En/News/Antwerp-Blockchain-Pilot-Pioneers-Secure-Andefficient-Document-Workflow > Erişim Tarihi : 28.05.2022.

kullanılan belgeleri dijital ortama aktarabilmekte, sisteme yükleyebilmekte ve paylaşmaktadır.[152]

Ödeme sistemleri, uluslararası ticarette önemli konular olan blockchain teknolojisi ve akıllı sözleşmelerin etkisini hissetmeye başlamıştır. Bu kapsamda blockchain üzerinde yaygın olarak kullanılan bir ödeme yöntemi olan akreditifin hayata geçirilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Akreditif, uluslararası ticaretin doğasından kaynaklanan ödeme ve teslimat risklerini en aza indirse de evrak işlerinin yoğunluğu ve uzunluğu nedeniyle karmaşık hale gelmekte ve benzeri olmayan risklere yol açmaktadır. Akreditif sürecinde yer alan risklerin blok zinciri teknolojisi ve akıllı sözleşmelerin kullanılmasıyla azaltılabileceğine ve taraflar arasında işlemlerin eş zamanlı ve daha hızlı, daha güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebileceğine inanılmaktadır. Nitekim 2018 yılında ilk kez blockchain teknolojisi ile akreditif işlemi gerçekleştirilmiştir. Adı geçen akreditif, küresel gıda şirketi Cargill tarafından Arjantin'den Malezya'ya soya fasulyesi sevkiyatı için HSBC tarafından düzenlenmiştir. Akreditif işlemine taraf olan HSBC ve ING Bank yetkilileri, genellikle beş ila on gün arasında süren işlemin blok zinciri teknolojisi sayesinde 24 saat içinde tamamlandığını söylemişlerdir.[153] Ülkemizdeki bankalar da blockchain teknolojisini kullanarak dış ticarette ödeme garantisi vermeye başladılar. Ülkemiz bankacılık sektöründe blockchain teknolojisinin kullanılmasında öncü olan banka, 2020 ve 2021 yıllarında gerçekleştirdiği işlemler için akıllı sözleşmeler ile dış ticarette ödeme garantisi sağlamıştır. Ticaret finansmanında blockchain kullanımı kapsamında bankalar sadece bireysel işlemlerle yetinmemekte, kendi aralarında çeşitli platformlar kurarak süreci hızlandırmaya ve kolaylaştırmaya çalışmaktadırlar. Bu platformlara kendilerini temsil eden bankalar aracılığıyla üye olan ihracatçı ve ithalatçılar işlemlerini blok zincirine kaydetmekte, akıllı sözleşmelerle ödemeleri garanti altına almaktadır.[154]

---

[152] **SANNE** Wass, Maersk And Ibm Go Live With Global Blockchain Trade Platform Tradelens, Global Trade Review, 2018, < https://researchapi.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/59756388/549901_Thesis_2018.pdf >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

[153] **BROWNE,** Ryan "Hsbc Says İt's Made The World's First Trade Finance Transaction Using Blockchain", Cnbc, 2018, < https://Cutt.Ly/Pkf8gwd >, Erişim Tarihi 03.05.2022.

[154]İş Bankası, <https://www.isbank.com.tr/Bankamizi-Taniyin/İs-Bankasi-Blockchainteknolojisiyle-Dis-Ticarette-Odeme-Garantisi-Veren-İlk-Turk-Bankasi-Oldu >, Erişim Tarihi: 13.05.2022.

### 2.4.2. Akıllı Sözleşmelerin Uluslararası Ticarete Etkileri ve Geleceği

Blockchain teknolojisinin ve dolayısıyla akıllı sözleşmelerin yaygınlaşacağını söyleyenlerin argümanlarından biri, üçüncü şahısların işlem güvenliğini sağlama ihtiyacını ortadan kaldıracağı ve sistemin sağladığı güven ortamının da aracılara izin vermeyeceği yönündedir. Aslında birçok kişi, blockchain teknolojisi ve akıllı sözleşmelerin yaygınlaşması nedeniyle bankalar, noterler veya avukatlar gibi aracılara olan ihtiyacın ortadan kalkacağını düşünmektedir.[155]

Akıllı sözleşmeler blok zinciri teknolojisi üzerinde çalışır ve yalnızca blok zincirinde depolanan verileri otonom olarak algılayabilir ve işleyebilir. Diğer bir deyişle, tarafların dış dünyaya yaptıkları bir işlem sanal ortamda bir akıllı sözleşmeyi tetiklemeyecek ve dolayısıyla otomatik olarak bir işlemin gerçekleşmesine neden olmayacak ve gerekli müdahale olmadıkça sözleşme taahhütlerini otomatik olarak yerine getirecektir. Dış dünyadan olmayan blok zincirine yerleştirilmiş bir veri aracılığıyla yapılacaktır. Konsolidasyon için, ithalatçı firma tarafından bir bedel ödendikten sonra ticarete konu mallara ilişkin belgelerin değişimini öngören akıllı sözleşme örnek olarak düşünülebilir. Ödemenin bankacılık sistemi üzerinden yapılması durumunda tüm bankacılık sistemi blok zincirine aktarılmayacak ve bu ödeme blok zinciri üzerinden tanınmayacak ve bu nedenle akıllı sözleşmeler tetiklenmeyecektir.[156] Akıllı bir sözleşmeyi tetiklemek için haberci olarak tanımlayabileceğimiz blockchain dışı müdahale gerekli olacaktır. Bu müdahale hakkının ithalatçı veya ihracatçıya verilmesi, klasik yöntemlerle yürütülen söz konusu sözleşme ilişkisinde yeniden yaşanabilecek bir güven sorunu yaratacağından bankalara veya diğer herhangi bir aracı kuruma tamamlanması gerekmektedir.

Örnekte bankacılık sistemindeki blok zincirine bilgi aktarılarak sorunun aşılabileceği düşünülebilir. Ancak, bilindiği gibi blockchain teknolojisi kural olarak tüm kayıtların tüm katılımcılara dağıtıldığı bir sistemdir. Bu durumda, tüm banka kayıtlarının blok zincirine taşınması hem ticari sır hem de kişisel veri olan finansal verilerin aynı bankacılık sistemini kullanan herkes tarafından erişilebilir ve incelenebilir olacağı anlamına gelecektir. Blok zinciri teknolojisinin altında yatan kriptografi nedeniyle

[155] **CHRISTIDIS ve DEVETSIKIOTIS,** a.g.e., s. 2296
[156] **ÇUBUKÇU,** Damla Beril, Teknik ve Hukuki Yönleriyle Akıllı Sözleşmeler, Yetkin Yayınları, Ankara, 2021, s. 104.

hesap sahiplerinin kimlik ve finansal bilgilerinin tespit edilemediği iddia edilebilirken, gelişen teknoloji karşısında bu anonimliğin ne kadar süreceği de tartışılması gereken bir diğer konudur. Diğer bir çözüm olarak ise ödeme yükümlülüklerinin kripto paralar şeklinde belirlenmesi ve bu sayede işlemlerin blok zincirinden çıkmadan gerçekleştirilebilmesi önerilebilir. Ancak kripto para birimleri, yetkili bir merkez bankası gibi ulusal bir kurum tarafından yasal olarak ihraç edilmediğinden ve ulusal para birimlerine çevrilemez olduğundan para olarak kabul edilmemektedir. Kripto paralar her an değişen ve herhangi bir para birimine karşı takası yapılmayan, kendilerine özel borsalarda serbest piyasa koşulları kapsamında işlem görmektedir. Karşılaştırma yaparak açıklamak gerekirse, bir kripto para birimi ile yapılan bir sözleşmenin değerinin belirlenmesi, borsalarda işlem gören hisse senetleri ile mal alımı ile karşılaştırılabilir. Büyük hacimlerin işlem gördüğü uluslararası ticarette, kontrat fiyatlarının bu kadar değişken fiyatlarda gösterilmesi, telafisi mümkün olmayan zararlara ve kayıplara neden olabilir. Örneğin, sözleşme sırasında performans karşılığı olarak belirtilen kripto para biriminin nominal para eşdeğerinin 100 milyon dolar olduğu bir sözleşmenin ödemesi sırasında, sözleşmede kararlaştırılan kripto para birimi miktarı 1 milyon dolar veya 100 dolar olabilir. Hiçbir ithalatçı veya ihracatçının bu kadar yüksek bir risk almayacağı düşünüldüğünde bu çözüm önerisinin de yararsız olacağı kabul edilir.[157]

Tüm bunlara rağmen aracılık kavramı ortadan kalkmayacak, bahsi geçen engeller kaldırılsa bile gelişen teknoloji sayesinde sadece farklı unvanlara sahip yeni aracılar sürece dahil olacaktır. Başka bir deyişle, uygun bir blok zinciri sistemi mevcutsa bankalar sürecin dışında kalabilir ancak, bu akıllı sözleşmeler durumunda yetkin mühendislerin ve avukatların katılımını gerektirecektir. Akıllı sözleşmelerin blok zincirinde geri dönülmez bir şekilde işlendiği göz önüne alındığında, bu alanda ne kadar daha yetkin aracılara ihtiyaç duyulacağı bir kez daha görülecektir.[158]

Blockchain teknolojisinin ve akıllı sözleşmelerin uluslararası iş uygulamalarında devrim yaratmasının önündeki bir diğer engel de yasal düzenleme eksikliğidir. Bilindiği üzere uluslararası ticaret günümüzde bankalardan devlet kurumlarına kadar

[157] **TURANBOY,** Asuman, "Kripto Paraların Ortaya Çıkmaları ve Hukukî Nitelikleri", Banka ve Ticaret Hukuku Dergisi, C. 35, s. 3, 2019, s. 48.
[158] **ARAALAN,** Cemal, "Akıllı Sözleşmeler", Terazi Hukuk Dergisi, C. 15, s. 163, 2020, s. 513.

birçok farklı katılımcı tarafa sunulan belgeler üzerinden ilerlemektedir. Gerekli yasal değişiklik ve düzenlemeler yapılıncaya ve ilgili süreçlerin sanal ortamda yürütülmesi mümkün olmayana kadar akıllı sözleşmelerin yaygınlaşması pek mümkün görünmemektedir. Ayrıca, akıllı sözleşmelerin beklenen etkin ve yaygın kullanımı için yasanın küresel olarak tek tip olması gerekir; Aksi takdirde, her ülkenin davranışı farklılık gösterecek ve dolayısıyla akıllı sözleşmelerin yaygınlaşması engellenecektir.[159]

[159] **YAVUZ,** a.g.e., s. 27.

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

# TÜRK HUKUKUNDA BLOCKCHAIN SÖZLEŞMELERİ

## 3.1. Borçlar Kanunu Açısından Değerlendirme

Blockchain teknolojisi ve bu teknoloji kullanılarak uygulanan akıllı sözleşmeler, borçlar kanunun en temel ilkelerine meydan okumaktadır. Aslında birbirine veya tek taraflı olarak borçlu olan insanlar için en önemli unsur kişinin iradesidir. Özellikle yapay zekaya dayalı akıllı sözleşmelerle bu iradenin arka plana itildiği ortaya çıkmaktadır[160]. Hukuk sisteminde sakatlanan iradenin düzeltilmesi adına bazı seçenekler söz konusuyken, bu seçeneklerin blockchain sisteminde nasıl kullanıldığına dair sorunlar söz konusudur.

### 3.1.1. Sözleşmenin Kurulması

Kripto para birimini kullanan blok zinciri, ademi merkeziyetçilik kavramı nedeniyle veri depolama, alma ve doğrulama yolunda bir paradigma kaymasıdır. Bu paradigma, herhangi bir projede kritik verilerin güvenliğini sağlamak için gereklidir. Blok zincirine akıllı bir sözleşme eklemek, çeşitli süreçleri otomatikleştirmeyi kolaylaştıracaktır. Bu nedenle, akıllı sözleşmeyi kullanan kripto para birimi blok zinciri, birçok endüstrinin ekosistemi için uygun bir platform olarak kabul edilebilir[161].

Blockchain ağına akıllı bir sözleşme kurmak için önce bir teklife ve bir kabule, yani bir niyet mektubuna ihtiyaç vardır. Blokchain'de taraflar genellikle

[160] **BİLGİLİ** Fatih ve **CENGİL** M Fatih, Blockchain ve Kripto Para Hukuku, Dora Yayınları, İstanbul, s.2.
[161] **IBRAHIM,** Rowaid, **HARBY,** Ahmed Alaa, **NASHWAN,** Mohamed Salem Nashwan, **ELHAKEEM,** Ahmed, Financial Contract Administration in Construction via Cryptocurrency Blockchain and Smart Contract: A Proof of Concept, Buildings, 2022, 12, s.1.

bulunmadığından, irade bulunmayan taraflar arasında sözleşmeler yapılır. Bu nedenle niyet beyanı olarak teklif verme ve karşı tarafa ulaşma anı incelenmelidir.[162]

**a. Beyanın Yapılması**

Kripto para birimlerinde, işlemler göndericiden alıcıya tek taraflı olarak verilir. Bir banka hesabına havale yapmak gibi, alıcının makbuzu onaylamasını gerektirmez. Ancak söz konusu sözleşmeler olduğunda, iki kişi arasında yapılmış bir sözleşme olsa bile tek yönlü bir işlem yeterli değildir, çünkü her iki tarafın da onayı gerekir. Üç veya daha fazla taraf söz konusu olduğunda, onay onayı süreci daha da karmaşık hale gelir[163].

Mevzuatta açık bir kural olmamakla birlikte, irade "beyan sahibinin, kendi hayat tecrübesine ve belirli bir olayın şartlarına göre ifadeyi karşı tarafın dikkatine sunmak için üzerine düşeni yapar" şeklinde tanımlanmaktadır. Öte yandan, bir ağ katılımcısı kendisine atanmış özel bir anahtarla bir işleme izin verir vermez akıllı sözleşmeler müzakere edilmiş olarak kabul edilmektedir.[164]

**b. Beyanın Varması, Sözleşmenin Kurulması ve Hüküm Doğurması**

Bir niyet mektubunun blok zinciri ağındaki karşı tarafa ne zaman ulaştığı sorusu ciddi soruları gündeme getirmektedir. Bu bağlamda, Blockchain'e bağlantı anında uygun operatörü içeren bloğun baz alınması önerilmektedir. Bu değerlendirme akıllı sözleşmeler bakımından tam anlamıyla karşılamamaktadır. Aslında, blok zinciri ağındaki bir teklif, kullanıcının özel anahtarıyla bir sözleşme protokolü imzalamaktan ibarettir, ardından kullanıcının teklifini kabul ettiği beyanı diğer tarafın özel anahtarı tarafından onaylanır ancak, bu aşamadan sonra tüm işlem tamamlanır. Dolayısıyla bu bağlamda niyet beyanı, sözleşme ve sözleşme aşamaları arasında bir ayrım yapılmalıdır.

---

[162] **KOCAYUSUFPAŞAOĞLU** Necip, **HATEMİ** Hüseyin, **SEROZAN** Rona, **ARPACI** Abdülkadir, Borçlar Hukuku Genel Bölüm, (1. cilt, 7. baskı) Filiz Kitabevi, İstanbul, 2017.

[163] **WATANABE,** Hiroki, **FUJİMURA,** Shigeru, **NAKADAİRA,** Atsushi, **MİYAZAKİ,** Yasuhiko, **AKUTSU,** Akihito, **KİSHİGAMİ,** Jay. (2015). Blockchain contract: A complete consensus using blockchain, s.577.

[164] **HECKELMANN** Martin, 'Zulässigkeit Und Handhabung Von Smart Contracts' (2018), 8 Njw 504 vd. Hofert E, Blockchain-Profiling 2017, < https://www.forschungsstelle-legal-tech.de/wp-content/uploads/07-nov-2018.pdf >, Erişim Tarihi: 05.12.2021.

İrade beyanı, ilgili kişinin kendi özel anahtarı ile hukuki işlemi onaylaması halinde yapılmış sayılır. İlgili özel anahtar sözleşme protokolü onaylandıktan ve ağ katılımcılarına iletildikten sonra sözleşmenin artık tüm ağ katılımcılarına açık olması da mümkündür. Bu nedenle, bir halka arzın varlığına rağmen bu teklifin karşı tarafa ağ katılımcılarından biri tarafından kabul edildiği yani bu kişinin işlemi kendi özel anahtarıyla onayladığı andan itibaren ulaştığı unutulmamalıdır. Bu aşamada sözleşmenin yapılıp yapılmadığı henüz netlik kazanmamıştır. Netlik kazanması için, ilgili işlemin tüm ağ katılımcıları, yani hash tarafından onaylanması gerekir. Yeni bir blok oluşturulmalıdır. Yukarıdaki açıklamalar dikkate alındığında, tüm ağ katılımcılarından yapılan işlemler havuzlanırsa yani, daha önce kullanılmamış bir hash ile yeni bir blok oluşturulursa ve söz konusu blok ağ katılımcılarının çoğunluğu tarafından onaylanırsa veya bireyler tarafından onaylanırsa gerçekleşmiş olur. Dolayısıyla yeni bir blok oluşturma anı, sözleşmenin imzalanma anı olarak kabul edilebilir[165]. Bununla birlikte, bazı durumlarda bir blok oluşturulur, ancak zincir çoğu ağ katılımcısı tarafından kabul edilmediğinden başka bir blokta devam eder. Bu gibi durumlarda söz konusu blok geçersiz hale gelir. Bir kabul gönderme, örneğin karşı tarafın özel anahtarı ile işlemin onaylanması bir sözleşme akdetmek için yeterli olmayıp, ilgili işlemin ağ katılımcılarının çoğunluğu tarafından onaylanması, geçerli bir blok oluşturulabilmesi veya yetkili kişilere yetki verilebilmesi için gereklidir.[166]

Akıllı sözleşme yürütülürken taahhüt, katı ve resmi bir programlama dili kullanan bir koda yerleştirilir. Kişinin sözleşmeyi yerine getireceğine dair güven yoktur. Sözleşme bir algoritmaya dayanmaktadır. Performans, blok zincirindeki veriler tarafından yönlendirilebilir[167].

Sözleşmenin oluşturulma zamanlaması, çoğunluk veya iktidar tarafından yeni bir bloğun yaratılmasıyla belirlenir ancak, TBK m. 11 f. 1 gereği, 1. paragraf uyarınca kabul beyanının, yani sözleşmenin gönderilmesiyle sonuçlandırılır. Özel anahtarla kabul onayı gereklidir. TBK m. 11 f. 1'e benzer geriye dönük bir sonuç öngörmeyen

---

[165] **KNIRSCH,** Fabian, **UNTERWEGER,** Andreas, **ENGEL,** Dominik, Implementing a blockchain from scratch: why, how, and what we learned, Knirsch et al. EURASIP Journal on Information Security (2019) 2019:2, s.1.
[166] **HECKELMANN,** a.g.e., s.5.
[167] **PHILIPPE,** Denis, Blockchain and Smart Contract: Lex Cryptographia? Philippe and Partners, < https://philippelaw.eu/wp-content/uploads/2018/12/BLOCKCHAIN-AND-SMART-CONTRACT.pdf >, Erişim: 22.08.2022.

Alman hukukunda ise, bir işlemin, sözleşmenin akdedilmesi ile geçerliliği arasında, işlemin gerçekleştiği zamana kadar askıya alınmış ve etkisiz olarak kabul edilmesini öngörmektedir.

### 3.1.2. İrade Sakatlıkları

Mevcut hukuk sisteminin varsayımları ile blockchain teknolojisinin tekniklerinin çatıştığı bir diğer nokta ise yetersizliktir. Zira insan iradesine dayalı hukuk sistemim söz konusu sözleşmeyi feshetme veya bu iradedeki bir hataya dayalı sözleşmelerde sözleşme değişikliği talep etme hakkını tanımaktadır. Bununla birlikte iradesi yanlışlıkla veya istemeyerek ihlal edilen bir tarafın gönülsüz müdahalesi söz konusu olabilir[168]. Yapılan sözleşme geriye dönük olarak hükümsüz hale gelebilir veya tarafların iradesi veya yargının müdahalesi ile sözleşmenin içeriği değiştirilebilir.

Akıllı bir sözleşmenin temel amacı, belirtilen koşullar yerine getirildiğinde bir sözleşmenin şartlarını otomatik olarak yürütmektir. Bu nedenle akıllı sözleşmeler, bir sözleşmenin şartlarını uygulamak ve yürütmek için güvenilir bir üçüncü taraf gerektiren geleneksel sistemlere kıyasla düşük işlem ücretleri vaat etmektedir[169].

Ancak bir sözleşmeyi geriye dönük olarak feshetmek, blockchain teknolojisinin en temel unsurlarından biri olan değişmezlik ilkesini ihlal eder. Daha önce belirtildiği gibi blok zinciri ağındaki her katılımcı, tüm işlemleri kapsayan blok zincirine sahiptir. Yeni bir işlemin onaylanabilmesi için önce o işlemi içeren bloğun onaylanması gerekir. Ancak yeni blok, eski blokların devamı ve blok zincirinin yeni bir üyesi olduğundan, diğer tüm katılımcıların mevcut bilgileriyle karşılaştırılabilmesi ve doğrulanabilmesi için tüm bloklarla ilgili bilgiler geçmişte değişmeden kalmalıdır. Ancak iş göremezlik sözleşmesinin geriye dönük olarak feshi, önceki bloklarda yapılan ve onaylanan işin iptali veya değiştirilmesi ile sonuçlanacaktır. Ağ katılımcılarından biri bunu yaparsa, içerdiği bilgiler diğer ağ katılımcılarının verileriyle eşleşmeyecek ve bu nedenle eylemleri geçersiz olacaktır. Blok zinciri ağında işlenecek bir sözleşmeyi feshetme veya düzenleme gibi

[168] **KIYAK,** Yavuz Selim, **COŞKUN,** Özlem ve **BUDAKOĞLU,** Işıl İrem, Blokzinciri, Akıllı Kontratlar ve Sağlık Alanındaki Üç Uygulama Örneği, Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2019; 22(2), 457-466, s.459.

[169] **ALHARBY,** Maher, **MOORSEL** van Aad, Blockchain-Based Smart Contracts : A Systematic Mapping Study, AIS, CSIT, IPPR, IPDCA, 2017, s.127.

değişiklikler için katılımcıların %51'inden fazlası için böyle bir değişikliğin yapılması gerekiyor ki bu şu anda yalnızca bir blok zinciri katılımcısı için bu durum mümkün değildir.[170]

Bu nedenle hukuk düzeni, sözleşmelerin düzeltilememesi nedeniyle geriye dönük olarak sözleşmelerin iptali gibi olasılıkları kabul etmektedir ancak, teknik açıdan bunlar blok zinciri ağına aktarılamaz gibi görünmektedir. Bu durum hukuk dünyası ile gerçek dünya arasında ciddi bir çelişkiye yol açmaktadır.

### 3.1.3. Sözleşmenin Dili

10 Nisan 1916 tarih ve 805 sayılı İktisadi Müesseselerde Mecburi Türkçe Kullanılması Hakkında Kanun m. 1'e göre "Türk uyruklu her nevi şirket ve kurumların her nevi muamele, mukavele, muhabere, fatura ve defterleri, Türkçe tutmağa mecburdurlar." Aynı şekilde adı geçen Kanun 4. maddesine göre 1. maddede belirtilen şirket ve kuruluşlar faaliyetlerini Türkçe olarak yapmadıkça, yukarıdaki sözleşme ve herhangi bir belge için başvuruda bulunamazlar, şeklinde ifade edilmiştir.

Dil bakımından literatürde akıllı sözleşmenin birçok farklı tanımı tartışılmıştır. Tüm tanımlar Akıllı Sözleşme Kodu ve Akıllı Hukuk Sözleşmesi olmak üzere iki kategoride gruplandırılmıştır. Akıllı sözleşme kodu, bir blok zincirinde depolanan, doğrulanan ve yürütülen kod anlamına gelmektedir[171].

Akıllı bir yasal sözleşme temelde, akıllı sözleşme kodu ile geleneksel hukuk dilinin birleşimidir. Akıllı sözleşme, bunun bir blok zinciri platformunda bilgisayar tarafından anlaşılabilir bir dilde yapılıp yapılmayacağını belirten bilgisayar kodudur. Doğrulandıktan sonra, meydana gelen bir tetikleyici olayı tespit ederek ve varlıkları buna göre harcayarak işlemektedir. Sözleşmelerde de, bu durum sözleşme dilini etkilemektedir[172].

Bu açıklama göz önüne alındığında, öncelikle bir blok zinciri ağı üzerinde çalışan bir akıllı sözleşmenin içeriğini incelemek gereklidir. Daha önce de belirtildiği gibi, blok

[170] **KOCAYUSUFPAŞAOĞLU vd.,** a.g.e., s.12.
[171] **ALHARBY vd,** a.g.e., s.127.
[172] **DUROVIC,** Mateja ve **JANSSEN,** Andre, The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law, European Review of Private Law 6, 2019, s.756.

zinciri ağında girilen sözleşmeler çoğunlukla yazılım kodlarından oluşur. Kod dilleri farklı olmakla birlikte Türkçe olarak nitelendirilemezler. İlk bakışta, sözleşmenin etkisiz hale gelme riski bu nedenle, en azından ekonomik kurumlarla ilgili olarak öne çıkabilir[173].

Akıllı sözleşme yürütülürken taahhüt, katı ve resmi bir programlama dili kullanan bir koda yerleştirilir. Kişinin sözleşmeyi yerine getireceğine dair güven yoktur. Sözleşme bir algoritmaya dayanmaktadır. Performans, blok zincirindeki veriler tarafından yönlendirilebilir[174].

Sözleşmenin konusunu program koduyla sınırlamak yerine bu noktada program kodunu sözleşmenin ifası bağlamında ele almak daha uygun olacaktır. Yani teşhirdeki eşyanın altında belirtilen fiyat, satıcının sözlü ve fiili olarak bu ürünü bu fiyata satmak istiyorum dediği anlamına gelmemekte ancak, bu satıcının eylemi hukuk sisteminde anlaşılırsa yüklenici programlama, blok zinciri ağının sözleşme koşullarının yerine getirilmesi, bir programlama dili kullanılarak bir niyet beyanının sunulması gereklidir. Bu nedenle doğru çözüm, tarafların iradesinin program kodu dışında kararlaştırıldığını ve bu nedenle sözleşmenin içeriğinin sadece program kodu ile sınırlı olmadığını, bunun ötesinde tarafların anlaştığını varsaymak olacaktır.

### 1.3.4. Sözleşmenin Şekli

Sözleşmenin dili gibi sözleşmenin şekli de yeni teknolojiler karşısında ciddi sorunlar doğurabilmektedir. Öte yandan Türk Borçlar Kanunu m. 12 f. 2'de bir şartın ihlalinin sözleşmenin hükümsüzlüğüne yol açtığı kanaatindeyse[175], şekil şartı daha da önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, özellikle işlem kasıtlı olduğunda, tarafların şekil şartının amaçlarından biri olanını yeniden gözden geçirme ve şekil şartı hükümlerini uyumlaştırma işlevini yerine getirmek için gerekli tedbirlerin alınması kaçınılmaz olacaktır.

---

[173] **TANRIVERDİ** Mustafa, **UYSAL** Mevlüt, **ÜSTÜNDAĞ** Mutlu Tahsin. Blokzinciri Teknolojisi Nedir ? Ne Değildir ?: Alanyazın İncelemesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 12(3), s.211.
[174] **PHILIPPE,** a.g.e., s.10.
[175] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.

Şekli olarak, yaraflar yine iradelerini bir sözleşmeye girerken ifade ederler ve eylemlerinin sonucuna bağlı kalırlar. Ek olarak, sözleşme hukuku, sonuç anında hemen imzalanan belirli türdeki anlaşmaları tanır[176].

Her ne kadar bu sözleşmeler yeni teknolojiler olarak lanse edilse de, mevcut yasal kurallar, kavramlar ve doktrinler çoğu zaman tüm bu yeni teknolojilerin yapısını çözmede yeterlidir. Başka bir deyişle, genellikle yeni teknolojilerden kaynaklanan yasal sorunları çözmek için yeni hukuk kuralları veya yaklaşımlar yerine, mevcut sözleşme şekilleri uygulanabilir[177].

Sözleşme şeklen otomatik olarak yürütülse bile, bir noktada tarafların bir bilgisayar formalitesi yoluyla veya bir protokol üzerinde anlaşarak rızalarını beyan etmiş olmaları gerekir. O zaman yasal olarak geçerli bir sözleşme yürürlüktedir. Onayın geçerli bir şekilde elektronik olarak verilebileceğini ifade etmek mümkündür[178].

Şekil olarak deterministik bir akıllı sözleşme, yürütülmesinde harici bir taraftan herhangi bir bilgi gerektirmeyen akıllı bir sözleşmedir. Deterministik olmayan bir akıllı sözleşme, harici bir taraftan gelen bilgilere dayanan bir sözleşmedir[179].

### 1.3.5. Borçların İfası/İfa Engelleri

Akdedilen sözleşmeden borçların ödenmesi aşamasında mevcut hukuk düzeni ile birçok çelişki ortaya çıkabilmektedir. Aslında blockchain teknolojisine dayalı akıllı sözleşmelerin en büyük avantajlarından biri de borç geri ödeme aşamasında sundukları kolaylıktır. Spesifik olarak, her iki tarafa da borç yükleyen bir sinalagmatik ilişkisinde, taraflardan biri borcunu yerine getirirse, diğerine taleplerini sistem üzerinden alma fırsatı verilir. En basit örnek, blok zinciri ağı üzerinden bir ev kiralayan ve ödeme yapan ve ardından belirli bir otel odasına girmek için bir şifre alan bir kişidir. Kiracı zamanında ödeme yapmazsa kendisine atanan şifre silinecek ve erişim yetkisi geri alınacaktır. Bir diğer önekte ise akıllı sözleşme ile araç satın

[176] **DUROVIC ve JANSSEN,** a.g.e., s. 756.
[177] **KARAMANLIOĞLU,** Argun, Hukuki Yönden Akıllı Sözleşme (Smart Contract) Kavramı, KOSBED, 2018, 35(1), s.30.
[178] **PHILIPPE,** a.g.e., s.12.
[179] **ALHARBY ve**, **MOORSEL**, a.g.e., s.128.

alan bir kişi, aracı otoparka götürmekte ve kendisine gönderilen şifre ile kullanmaya başlayabilmektedir.

İlk bakışta blok zinciri ağına dayalı otomatik borç düzenlemesi, sözleşmeye bağlı borçların yerine getirilmesinde zamandan ve paradan tasarruf sağlıyor gibi görünse de, böyle bir yaklaşım borç yasalarının sağladığı faiz eşitleme ve risk paylaşımına aykırı olacaktır. Bu tür faiz tazminatına sadece birkaç örnek vermek gerekirse: Türk Borçlar Kanunu m. 136 f. 1'e göre, borçlunun sorumlu olmadığı nedenlerle borcun ödenmesi imkansız hale gelirse, borçlu borcundan kurtulur[180]. Borç alan borcundan kurtulsa bile değişmezlik ilkesine göre bu değişikliğin blockchain ağına yansıtılması gerekir. Dolayısıyla, ehliyetsizlik durumunda olduğu gibi, icrayı önleme aşamasında hukuki durum ile fiili durum arasındaki farklılıklar kaçınılmazdır. Burada da kira sözleşmesinden doğan yükümlülüğünü zamanında yerine getirmeyen kiracı Türk Borçlar Kanunu m. 315 f. 1 hükümleri altında ev sahibi bir son tarih belirlemeli ve süre belirlenmesine rağmen kiranın ödenmemesi durumunda sözleşmenin feshedileceğini belirtmelidir[181].

Borç ifasının ardındaki temel fikir, yükümlülüklerin yerine getirilmesi ve değerlendirilmesinin bilgisayar programları tarafından gerçekleştirilmesi için sözleşmeleri donanım ve yazılıma yerleştirmektir. Akıllı sözleşme fikri, yükümlülüklerin yerine getirilmesinde insan müdahalesi olmaksızın risklerin ve işlem maliyetlerinin azalacağı beklentisine dayanmaktadır[182].

Yukarıda bahsi geçen iki örnek, yasa koyucunun akit tarafların menfaatlerini ve sözleşme türünün özelliklerini dikkate alan birçok alanda farklı düzenlemeler getirdiğini göstermektedir. Belirli koşulların yerine getirilmesi veya karşılanmaması veya sözleşme taraflarının belirli haklarının geri alınması durumunda, bu hükümlere bakılmaksızın sözleşmenin otomatik olarak ifası yürürlükteki hukuk sistemine uygun değildir. Ancak, farklı ağlar ile farklı sözleşme seviyelerinin tutulması teknik olarak mümkünse, zincirin belirli yasal gerekliliklere göre sağlanması mümkün olacaktır.

[180] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.
[181] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.
[182] **KARAMANLIOĞLU,** a.g.e., s.31.

Bu nedenle blockchain teknolojileri geliştirilirken hukuk sisteminin gerekliliklerinin dikkate alınması son derece önemlidir.

### 3.2. Veri Koruma Hukuku Açısından Değerlendirme

Blockchain teknolojisinin ve ilgili akıllı sözleşmelerin bir asır önce kabul edilen Borçlar Yasası'nın hükümlerine uymaması makul görünebilir. Söz konusu teknoloji, insanları dijital gelişmelerin tehlikelerinden korumayı amaçlayan veri koruma kanunu hükümleriyle de çelişmekte ve görece yeni bir alan olarak nitelendirilebilmektedir. Verilerin merkezi bir noktada toplandığını ve farklı amaçlar için işlendiğini varsayımı özellikle hükümlerin yeniden belirlenmesi aşamasında kritik bir öneme sahip olmaktadır[183]. Bu kurum da kendi takdirine bağlı olarak verileri yok etmeye yetkili olduğundan, ilgili kişi veri sorumlusunun kanunen sahip olduğu hakları kullanabilir. Ancak, merkezi bir otoriteye sahip olmayan kriptografi tabanlı bir blok zinciri ağı, bahsedilen temel veri güvenliği varsayımlarıyla çelişir[184]. Bu nedenle söz konusu teknolojinin veri koruma kanunu kapsamında kontrol edilmesi gerekmektedir.

#### 3.2.1. Kişisel Veri

Öncelikle blockchain ağında bulunan bilgilerin kişisel veri olup olmadığı netleştirilmelidir. Daha önce de belirtildiği gibi, blockchain teknolojisinin dayandığı ilkelerden biri şifrelemedir. Bu nedenle, oluşturulan her işlem, oluşturulan her blok şifrelenir, bu da gizliliği sağlar. Blok parmak izi olarak adlandırılabilecek olan hash, önceki bloğun hash'ini ve özellikle blok üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin hash'lerini içerir. Burada işlem tutarı, tarih ve kullanıcının kullandığı açık anahtar hakkında bilgi alınabilir. Öte yandan, tüm bu bilgiler sadece sayı ve harflerden oluşmaktadır. Bu nedenle blok zinciri ağında doğrudan kişisel adlar, soyadlar, kimlik bilgileri, sağlık bilgileri veya konum bilgileri yoktur[185].

---

[183] **GÜÇLÜTÜRK,** Osman Gazi, Blokzincir Üzerinde Depolanan Verilerin Kişisel Veri Niteliği ve Silinemezlik, Yok Edilemezlik Sorunu, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 1(2), s.36.

[184] **AJAO** Lukman Adewale, **AGAJO,** James, **ADEDOKUN,** Emmanuel Adewale, **KARNGONG,** Loveth, Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry, J Multidisciplinary Scientific Journal, 2(1), s.301.

[185] **SCOTT,** Michael, The essence of the blockchain, <https://miracl.com/assets/pdf-downloads/block.pdf >, Erişim: 22.08.2022.

Akıllı sözleşmelerin hukuki anlamda bir sözleşme olarak hukuki niteliği tartışmalıdır. Öncelikle akıllı, akıllı veya yapay zeka ile eş anlamlı değildir, ancak diğer kullanıcılarla bağlantı kurma ve veri paylaşma yeteneğini işaret eden bir anlamda kullanılır ve bilgi paylaşımı bu nedenle, bu sözleşmelerde tartışma konusudur[186].

Kişisel veriler, 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ("KVKK") (Madde 3 b. d) paragrafına göre kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgi olarak tanımlanmıştır[187]. Bu tanıma göre blockchain ağında saklanan bilgiler sadece kimliği belirlenebilir bir kişi hakkında bilgi olabilir. Bununla birlikte, bir bireyin tanımlanabileceği koşullar da tartışmalıdır. Bu bağlamda mutlak ve göreli tanımlanabilirlik konusunda görüşler ileri sürülmüştür. Mutlak tanımlanabilirlik kavramına göre, veri sorumlusunun kimliği ve veriyi hangi amaçla işlediği önemli olmayıp, kişinin kimliğinin tespitinde kullanılabilecek üçüncü kişilerden elde edilen bilgilerin de dikkate alındığını, kimin verileri işlenir. Göreceli tanımlanabilirlik için yalnızca işlemcinin kimliği ve bilgileri kullanılır. Avrupa Adalet Divanı, dinamik IP adreslerinin kişisel veri olarak nitelendirilmesine ilişkin Breyer kararında, dinamik IP adresinin sahibinin kendisi hakkında bir ISS ile iletişim kurma fırsatına sahip olması durumunda IP adreslerinin de kişisel veri olarak kabul edilebileceğine karar vermiştir[188].

Bu bağlamda blockchain ağının genel mi yoksa özel mi olduğunu ayırt etmek mantıklıdır. Bir blok zinciri ağına katılmak için belirli bir konum gerektiğinde veya bireylere veya kuruluşlara genel ve özel anahtarlar atandığında, o kişiyi tanımlayabilecek bilgilere sahip olabilirler. Ancak genel ağlarda durum farklı değildir. İlk olarak, bir ortak anahtar kullanmak aynı zamanda bir bireyin tanımlanmasına da neden olabilir. Özellikle büyük veri analitiği uygulamaları, birçok farklı kaynaktan gelen verileri birleştirerek kapalı ağlardaki bireylerin belirlenmesini mümkün kılmaktadır. Ancak, olayın özel koşullarını dikkate almak önemlidir.

---

[186] **KARAMANLIOĞLU,** a.g.e., s.33.
[187] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[188] **ZÜMBÜL,** Hatice 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Çerçevesinde "Kişisel Veri" Kavramı, <https://www.zumbul.av.tr/tr/makaleler/ki-isel-veri-kavram#:~:text=Avrupa%20Adalet%20Divan%C4%B1%2C%2019%20Ekim,olarak%20de%C4%9Ferlendirilmesi%20gerekti%C4%9Fi%20sonucuna%20ula%C5%9Fm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r>, Erişim Tarihi: 21.08.2022.

Bu bağlamda, blok zinciri ağına katılan ancak ticari olarak kullanılmayan düğümlerin veri koruma düzenlemelerine tabi olup olmadığı da tartışılmaktadır. Blok zinciri ağının üyeleri "node" olarak tanımlanmaktadır. Fransız veri koruma otoritesi (CNIL), bir katılımcının gerçek bir kişi olduğunu ve işlemeye dahil olduğunu tespit etmekte böylece bir katılımcı, blok zincirine ilişkin görüşüyle bağlantılı olarak bir veri denetleyicisi olarak nitelendirmektedir. Bir profesyonel veya ticari veri öznesine veya iki blok zinciri ağına kaydolma hakkını talep eden bir tüzel kişinin kişisel verilerine kaydolması şartı aranmaktadır[189]. Bu beyan, diğer şeylerin yanı sıra, Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzük'ü ("GDPR") 32. maddesine dayanmaktadır. Tıpkı KVKK 28 f. 1 b. a maddesinde belirtildiği üzere[190], ilgili kişinin kişisel verileri kendisini veya aynı hanede yaşayan aile bireylerini tamamen etkileyen bir faaliyet bağlamında işlemesi durumunda yasal hükümler uygulanmaz[191]. Ancak, bu görüş haklı olarak eleştirilmiştir. Çünkü veri koruma düzenlemelerinin uygulanabilmesi için söz konusu faaliyetin ticari veya profesyonel bir bağlamda gerçekleşmesi gerekmemektedir. Başka bir deyişle, kendisiyle veya aynı evde yaşayan aile üyeleriyle tamamen bağlantılı olmayan herhangi bir faaliyetin ticari veya profesyonel bir faaliyet olması gerekmez. Aksine, Avrupa Adalet Divanı Lindqvist, Satamedia ve Yehova'nın Şahitlerinin[192] kararlarında, söz konusu hükmün dar yorumlanması gerektiğine ve özellikle bilginin ortamda serbestçe erişilebilir olduğu durumlarda bu sorumluluk reddinin geçerli olmadığına karar vermiştir. Bu nedenle ticari veya mesleki amaçlarla blok zinciri ağına katılan düğümlerin yasa veya yönetmelik hükümlerinden muaf tutulması gerektiği konusunda anlaşmaya varılamaz. Buna karşılık, blok zinciri ağı içinde gerçekleştirilen işlemlerle ilgili bilgilerin ağın tüm katılımcılarına açıklanması, işlemi kendisiyle veya aynı hanede yaşayan aile üyeleriyle ilgili faaliyetler kapsamı dışında bırakmaktadır.

---

[189] **İNAN,** Salih, Kişisel Verilerin Korunması Kapsamındaki Yaptırımlara Karşı Yargısal Başvuru Yolları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 3(2), s.58.

[190] **ERKAL,** Atilla, Avrupa Genel Veri Koruma Düzenlemesi Bağlamında Memurların Kişisel Verilerinin Korunması Hakkı, Anayasa Yargısı, 2020, s.209.

[191] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

[192] **DÜLGER,** Murat Volkan, GDPR'da Bulunan Ancak KVKK'da Yer Verilmeyen Bir Kavram: Ortak Veri Sorumlusu Kavramı ve Güncel Kararlar Işığında Değerlendirilmesi, <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3792323 >, Erişim Tarihi: 24.08.2022.

Dolayısıyla şifreleme, blockchain teknolojisinin en önemli unsurlarından biri olsa da, Avrupa Adalet Divanı içtihatları ve son zamanlarda yaygınlaşan büyük veri analizi talepleri sayesinde veri sahiplerinin kimliğinin tanımlanabilir hale gelmiştir.

### 3.2.2. Veri Sorumlusu

Blockchain ağında kaydedilen verilerin kişisel niteliği tartışmalı olsa da yukarıdaki açıklamalar çerçevesinde bir çözüm bulunması mümkün görünmektedir. Söz konusu teknolojinin yürürlükteki hukuk düzeninin varsayımlarıyla çeliştiği temel noktalardan biri de kuşkusuz denetleyicinin tanımıdır. Veri koruma yasasının çoğu hükmü, birden fazla kişiden veri toplamak ve işlemek için merkezi bir organ veya aracı gerektirir. Bu nedenle KVKK madde 3b geçerlidir[193]. Adı geçen düzenlemeye göre veri sorumlusu, kişisel verilerin işlenme amaç ve vasıtalarını belirleyen ve veri kayıt sisteminin kurulmasından ve yönetilmesinden sorumlu olan gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanmaktadır. Veri sorumlusu bu kişi, Veri Koruma Kurulu'nu ilgilendirmektedir ve son olarak yasadan kaynaklanan yükümlülüklerle o kişiye yöneliktir[194]. Bu kavram çerçevesinde verilerin sahibi kim ise, verilerin hukuka uygun kullanımından da sorumludur. Başka bir deyişle, hesap verebilir olmak için veri üzerinde güç, komut verme, verinin kaderini belirleme yeteneği olmalıdır. Blockchain ağında dağıtılmış veriler olmasına rağmen, veriler merkezi olarak toplanıp işlenmez, tüm katılımcılar arasında dağıtılır.

Bir blok zinciri ağında bir veri denetleyicisi atamak için, önce blok zinciri ağındaki çeşitli katılımcılar tanımlanmalıdır. Bu katılımcılar, kodu kodlayan kişiler, ağı hayata geçiren kişiler, ağ üzerinde çalışan sözleşme tarafları, blok zincirini bilgisayarlarına veya cep telefonlarına indiren herhangi bir düğüm veya yeni bir veri madenciliği yaratan veri madencileridir[195].

Bir programcı, genel ve özel blok zinciri ağları arasında ayrım yaparak, genel ağlarda kod yayınlayarak güvenlik gücünü artık kaybetmez. Bu kişi, yazılım geliştiricisi gibi,

---

[193] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

[194] KVKK, Kişisel Verileri Koruma Kurulu İlke Kararları, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/7a2f2dc1-b656-4325-9249-73e350c3ea57.pdf>, Erişim: 18.09.2022.

[195] **GÜVEN,** Özgür, Dijital Dönüşümde Blokzincir Teknolojisi ve Bıtcoın'in Ekonomiye Etkisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonomi Ve Finans Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.16.

yazılımın kullanıcıları tarafından oluşturulan verileri imha etme yetkisine sahip değildir. Bu bağlamda, programı yazan kişinin ağa yapılan bir saldırı sonrasında yazılım geliştirebilmesinin tek başına veri sorumlusu unvanını kazandırmadığı vurgulanmaktadır. Katılımcıların yeni yazılımı onaylamalarına gerek yoktur. Bu nedenle, programcının bu insanlar üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Örneğin, blok zinciri ağı vesilesiyle, "Merkezi Olmayan Otonom Organizasyon" adlı bir kitle fonlaması projesi, blok zinciri yazılımını geri yüklemeye çalışan bilgisayar korsanları tarafından çalınan kripto fonlarında birkaç milyon dolar toplamıştır[196].

Veri madencileri de blok zinciri ağını kullanırken, verilerin içeriği üzerinde hiçbir yetkileri veya etkileri yoktur. Veri madencilerinin işledikleri verilerin içeriğinden sorumlu tutulamayacakları ve barındırma sağlayıcılarının sağladıkları verilerin içeriğinden sorumlu olmadığı belirtilmektedir[197].

Bu nedenle veri denetleyicisi olarak ağa üye olan ve ağda işlem yapan her düğüm öne çıkmaktadır. Çünkü her başarılı işlem, blok zinciri ağına veri göndermeyi, o ağda mevcut olan bilgileri eşleştirmeyi ve ağı değiştirmeyi gerektirir. Katılımcı böylece ağın bir parçası olur. Kritik veriler toplanır, kaydedilir, saklanır ve iletilir. Bu nedenle, düğüm adlı ağ katılımcısı, kişisel verilerin işlenme amaçlarından ve araçlarından sorumludur ve bu nedenle GDPR m. 4, f. 7 anlamında bir denetleme işleviyle görevlendirilir. Avrupa Adalet Divanı da Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein kararında[198] veri sorumlusu hakkında kapsamlı bir açıklama yapmış ve veri sorumlusu olabilmek için üçüncü bir kişinin verileri işlemesine izin verilmesinin yeterli olduğuna karar vermiştir. Türk hukukunda KVKK'nın 3/b maddesine göre veri sorumlusu[199], kişisel verilerin işlenme amaçlarını ve vasıtalarını belirlemekle sınırlı olmayıp, veri kayıt sisteminin kurulması ve yönetilmesinden de sorumludur. Ancak blockchain ağı yukarıda anlatıldığı gibi aynı ellerde kurulmaz ve yönetilmez,

---

[196] GSG Hukuk, Akıllı sözleşmeler ve merkezi olmayan otonom organizasyonlar ("DAOlar") ve Türk hukukundaki yeri, <https://www.gsghukuk.com/tr/bultenler-yayinlar/makale-yazilar/akilli-sozlesmeler-ve-merkezi-olmayan-otonom-organizasyonlar-turk-hukukundaki-yeri.html>, Erişim: 19.06.2022.

[197] **HORASAN,** Alparslan, **PURA** Turgut, **SÖNMEZ** Ferdi, Yeni Nesil Veri Güvenliği Bağlamında Dağıtık Sistemler Üzerinde Blockchaın Kullanımı Ve Bıtcoın Uygulaması, FBU-DAE 2021, 1(2), s.111.

[198] **ÇEKİN,** Mesut Serdar, Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var Mı?, İstanbul Hukuk Mecmuası, 2019, 77 (1), s.334.

[199] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

dağıtılmış bir ağ sistemi oluşturulur. Ancak, GDPR ile karşılaştırıldığında Türk veri koruma kanununda ortak veri sorumlusu bulunmadığından, tüm taraflar ortak veri sorumlusu olarak nitelendirilemez.

Blok zinciri ağı halka açık değilse, ağa katılımı kontrol eden veya ağı işleten kişi veya kuruluş, veri denetleyicisi unvanına sahiptir. Bu nedenle tapu, sicil dairesi veya diğer tescil işlemlerinin devlet tarafından blockchain ağı üzerinden gerçekleştirilmesi veya ödeme sisteminin bankalar tarafından blockchain ağı üzerinden tanıtılması durumlarında devlet veya bankalar veri sorumlusu olarak nitelendirilebilmektedir[200].

GDPR'de veri denetleyicilerinin geniş tanımı nedeniyle, düğümleri veri denetleyicileri olarak tanımlamak yanlış değildir, ancak Türk hukukunda da bir veri kayıt sisteminin kurulması ve yönetilmesi için şartlar aranmaktadır. Sistemi halka açık bir blok zinciri sistemi üzerine kuran programcı, yani kodu yazan kişi, yayınlandıktan sonra, sisteme yazmak için herhangi bir veri kaydedemez. Düğümlerin sonraki değişikliklerine katılması gerekmez. Düğümler ise sistemi bağımsız olarak yapılandırma ve yönetme yeteneğine sahip değildir[201]. Bu nedenle, kamu blok zinciri ağlarında veri denetleyicisinin tanımına ilişkin olarak Türk hukukunda şu anda bir açıklık bulunmamaktadır.

### 3.2.3. Veri İşleme Faaliyetinin Hukuki Dayanağı

Veri koruma hukukunun değişmez temel ilkelerinden biri, kişisel verilerin işlenmesinin genel olarak yasaklanmış olması ve ancak ilgili kişinin açık rızasıyla veya kanunla izin verilebilmesidir. Bu nedenle, öncelikle blok zinciri ağında kişisel verilerin işlenmesinin yasal dayanağı incelenmelidir[202].

[200] **ÜNAL,** Gökhan ve **ULUYOL,** Çelebi, Blok Zinciri Teknolojisi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(2), s.169.
[201] **ÇELİKEL,** Serdar, Kişisel Verilerin İşlenmesinde, Açık Rıza Hukuka Uygunluk Nedeninin, 95/46 Sayılı Direktif ve GDPR'la Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 9(17), s.162.
[202] **DEMETOĞLU,** Gizem Öz, Türk ve Avrupa Birliği Veri Koruma Hukuku Bağlamında Blok Zincir Teknolojisinde Unutulma Hakkı, Marmara Üniversitesi Avrupa Araştırmaları Enstitüsü Avrupa Birliği Hukuku Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.18.

**a. Açık Rıza**

KVKK madde 3 b'ye göre belirli bir konuda, bilgi ve özgür iradeye dayalı olarak açık rıza verilmelidir[203]. Bu nedenle açık rıza ile teklifte bulunabilmek için ilgili kişinin yeterince bilgilendirilmesi ve verilen bilgilerin özet ve basılı metinlerle, özellikle de kanunun tekrarı ile sınırlı olmaması gereklidir. Bunun yerine, kişisel verilerin işlenme amaçları ve bilgilerin bir parçası olarak kimlerle paylaşıldığı hakkında özel bilgiler verilmelidir. Aksine, blockchain ağındaki verileri kimin işlediği bilinmemektedir. Dağıtılmış veri sisteminin amacı internette anonim kalmak olduğundan, blok zinciri ağında verilerin kim tarafından işlendiği ve kime iletildiği hakkında bilgi elde etmek imkansız görünmektedir. Gelecekte ağa kimin katılacağı belli olmasa da, üyelerin farklı yetki alanlarına girmesi de olasıdır. Bu nedenle, tüm bu belirsizlikler göz önüne alındığında, herhangi bir konuda ve blockchain ağındaki bilgilere dayanarak açık bir anlaşmaya varmanın mümkün olmadığı tartışılmaktadır[204]. Ayrıca, açık rızanın geri alınması durumunda, ağ genelinde mevcut olan kişisel verilerin silinmesi mümkün değildir. Geçmiş işlemlerin değiştirilmesi mümkün olmadığından, açık rızanın geri alınması nedeniyle ilgili kişinin kişisel verilerinin silinmesi sistem ilkelerine aykırıdır.

b. Kanunda Öngörülen Diğer Hukuka Uygunluk Sebepleri

İlgili kişinin açık rızası olmasa dahi, kanunda açıkça öngörülen hallerde kişisel verilerin işlenmesi mümkündür. Bu kapsamda KVKK m. 5 f. 2 b. C. ve b. F. söz konusu olacaktır[205].

KVKK m. 5 f. 2 b. c. 'ye göre kişisel veriler, sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olmak kaydıyla, sözleşme taraflarının kişisel verilerinin işlenmesinin gerekli olması halinde açık rıza olmaksızın işlenebilecektir[206]. Söz konusu hükmün, özellikle blok zinciri ağı üzerinde yürütülen akıllı sözleşmeler dikkate alındığında, kişisel verilerin işlenmesi için yeterli bir temel oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Ancak kanunun lafzına göre sözleşme taraflarının kişisel

[203] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[204] **YENER,** Emre, Dijital Girişimcilikte Blok Zincir Teknolojilerinin Rolü Ve Bir Model Önerisi: Blok Zincir Tabanlı İkinci El Araç Alım Satım Platformu (Sechandchaın), İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
[205] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[206] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

verilerinin işlenmesi esas alınır. Blok zinciri ağında, tüm katılımcıların tüm işlemleri halka açıktır ve her yeni işlem, geçmiş işlemlerle karşılaştırılarak onaylanır. Bu nedenle kişisel veriler yalnızca sözleşme düğümleri tarafından değil, tüm düğümler ve veri madencileri tarafından da işlenir. Dolayısıyla söz konusu hükmün blok zinciri ağına dayalı akıllı sözleşmelere hukuki dayanak oluşturabilmesi için hükmün metninin genişletilmesi ve işlenen kişisel verilerin sadece sözleşmenin taraflarına ait olanlarla sınırlı kalmaması gerekmektedir.

KVKK m. 5 f. 2 b. 'ye göre, işlemenin kontrolörün meşru menfaatlerini korumak için kesinlikle gerekli olması ve veri sahibinin temel hak ve özgürlüklerinin ihlal edilmemesi halinde, kişisel veriler açık rıza olmaksızın işlenebilir[207]. Bu nedenle, verilerin işleme faaliyetinde bulunmayan kişiler tarafından işlenmesi halinde ilgili hüküm geçerli olabilir. Ancak aşağıda detaylı olarak açıklandığı üzere blockchain teknolojisinde veriler sistem tamamen silinene kadar var olmaktadır. Bu nedenle, kişisel veriler artık ihtiyaç duyulmasa bile sistemde kalır. Yeni işlemlerde yer almayan kişilerin verilerinin sistemde sonsuza kadar kalması için yasal bir sebep bulunmamaktadır. Bu nedenle ilgili hükmün hukuki dayanak olarak değerlendirilmesi uygun görülmemektedir.

### 3.2.4. İlgili Kişinin Hakları

Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, yalnızca kişisel verilerin işlenme koşullarını tanımlamakla kalmayıp, veri sorumlularına yükümlülüklerini yerine getirip getirmemelerine göre belirli haklar da vermektedir. Nitekim KVKK'nın 11. maddesine göre, ilgili kişinin kişisel verilerin işlenmesine ilişkin olarak sorumludan bilgi talep etmesi, kişisel verilerin aktarıldığı üçüncü kişiler hakkında bilgi edinmesi, yanlış veya eksik işlenmiş olması, bunları düzeltmesi, silmesi veya yok etmesi gerekmektedir[208]. Veri kişisel verilerin merkezi bir kurum tarafından işlenmesine dayanan bu sistem, dağıtık bir ağ ve değişmezlik mantığına dayanan blok zinciri teknolojisine karşı çıkmaktadır. Öte yandan, yukarıda belirtildiği gibi, bu sistemde veri sorumlusunun tespit edilmesi zordur.

#### a. Bilgi Talep Hakkı

[207] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[208] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

KVKK m. 11 f. 1 a ve b bendi uyarınca ilgili kişi, kendisine ilişkin kişisel verilerin işlenip işlenmediği ve bu bilgilerin içeriği hakkında bilgi talep edebilir. İtiraz hakkının kimde olduğu sorusunun dışında, blockchain teknolojisi temelinde oluşturulan ağ zaten şeffaf olduğu ve herkesin her türlü veriye erişimi olduğu için veri sahibi her zaman neler olduğunu görme fırsatına sahiptir. Kendisinden alınan kişisel veriler işlenecektir. Ancak, halka açık blockchain ağlarında ağ katılımcılarının listesi merkezi bir kayıt sistemi tarafından tutulmadığından, kişisel verilerin kimlere veya hangilerine iletildiği veya yurt dışına aktarılıp aktarılmadığı hakkında bilgi vermek mümkün değildir.

**b. Düzeltme Talebi**

Kendileri hakkında işlenen kişisel verilerin yanlış veya eksik olduğuna inanan ilgili kişi, KVKK m. 11 f. 1 b, d'ye göre bir düzeltme talep edebilir[209]. Elektronik olarak kaydedilen verilerin düzeltilmesi genellikle bir sorun değildir. Bununla birlikte, daha önce de belirtildiği gibi, blok zinciri teknolojisinin temel ilkelerinden biri değişmezliktir. Dolayısıyla işlem geçmişinde ve dolayısıyla sistemde kaydedilen verilerde yapılacak herhangi bir değişiklik zincir kırılmasına yol açar ve değiştirilen verilerle çalışmak imkansız hale gelir. Bu çerçevede, ters işlemler adı verilen ters işlemlerin yapılabileceği ve bu sayede ağdaki değişikliklerin yapılabileceği görüşü benimsenmekte, bu çerçevede işlemin kendisi değiştirilmemekte, sadece varlıklar geri yükleniyormuş gibi geri yüklenmektedir[210]. Yani restore edilmiştir. İşlem hiç gerçekleşmemiş olarak görülebilir.

**c. Silme/Unutulma Hakkı**

KVKK m. 11 f. 1 b., e maddesi uyarınca ilgili kişi, kişisel verilerinin silinmesini veya yok edilmesini talep etme hakkına sahiptir. Bunun için m. 7'de belirtilen koşullar karşılanmalıdır. Kişisel verilerin işlenmesini gerektiren sebeplerin ortadan kalkması halinde, KVKK m. 7 uyarınca resen veya ilgili kişinin talebi üzerine silinmesi veya yok edilmesi gerekir. Kişisel veriler m. 8 f. 1'de 'de kişisel verilerin hiçbir şekilde ilgili kullanıcıların kullanımına sunulmaması ve daha sonra kullanıma

[209] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[210] **TAŞ,** Oğuzhan, **KİANİ,** Farzad, Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırılar Üzerine bir İnceleme, Bilişim teknolojileri Dergisi, 11(4), s.377.

uygun hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. İlgili verilere erişimin kısıtlanması bu nedenle silme kriteri için yeterli olacaktır. İmha, m.9 f.1'ye göre kişisel verilerin hiç kimse tarafından ve hiçbir şekilde erişilemez, geri alınamaz ve tekrar kullanılabilir hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır[211]. Bu nedenle, bir bahsi bozmadan oynamak için verilerin kaydedildiği ortamı imha etmek gerekir.

Her şeyden önce KVKK m. 7 açısından, blok zinciri ağı üzerinden akıllı bir sözleşmenin, sözleşme yükümlülüklerinin tam olarak yerine getirilmesinden sonra sözleşme ilişkisi olarak sona erdiği ortaya çıkmaktadır[212]. Sözleşmenin yerine getirilmesi ve yükümlülüğün tam olarak yerine getirilmesiyle, kişisel verilerin blok zinciri ağına kaydedilmesi ve herkes tarafından erişilebilir hale getirilmesinin yasal dayanağı artık geçerli değildir. Şüphesiz sistemin bir bütün olarak çalışabilmesi için verilerin değişmeden kalması kaçınılmazdır. Ancak gelecekteki sözleşmelerin sağlıklı bir şekilde ifa edilebilmesi için geçmiş sözleşmelere ait kişisel verilerin kalıcı olarak katılımcılara açık olması, silme hakkı ile çelişmekte ve özellikle unutulmuş görünmektedir[213].

Kişisel verilerin silinmesi ve yok edilmesi, Türk ve AB hukukunda verilen unutulma hakkı ile de doğrudan ilişkilidir. Yargıtay, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu 51'in yürürlüğe girmesinden önceki dönemde unutulma hakkına ilişkin kararında hükümlere yer vermiştir.

Unutulma hakkına gelince; unutulma ve kişisel verilerin gerekli olduğu ölçüde ve mümkün olan en kısa sürede muhafaza edilmesi veya muhafaza edilmesi hakkı, fiili kişisel verilerin korunması hakkının temelini oluşturur. Her iki hakkın da temeli, kişilerin kişisel bilgilerini özgürce yok etmelerini engellemek, geçmişe takılıp kalmadan geleceği planlamak ve kişisel bilgilerin bir bireye karşı kullanılmasını engellemektir. Unutulma hakkı, kişinin geleceğinin kendi iradesine veya üçüncü bir kişinin neden olduğu bir olaya bağlı olmamasını sağlar. İnsanın, geçmişinin olumsuz sonuçlarından kurtularak geleceğini şekillendirebilmesinin hem kendisine hem de toplumun kalite ve gelişmişlik düzeyini yükseltmesine fayda sağladığı yadsınamaz.

---

[211] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[212] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.
[213] **DİRİ,** Nurcan ve **YALÇINKAYA** Bahattin, Blokzincir Uygulamalarında Kişisel Veri Problemi: Depolama Riskleri ve Öneriler, Bilgi Yönetimi Dergisi, 5(1), s.47.

Bu hak, bir yandan kişiye geçmişini sorgulama hakkı, belirli vakaların geçmişinden silinmesini ve artık anılmamasını talep etme hakkı vermekle kalmaz, aynı zamanda geçmişini kontrol etme hakkını da içerir. Bir kişi hakkındaki belirli bilgilerin üçüncü şahıslar tarafından kullanılmasını veya saklanmasını önlemek için taraflar bu bu haklarını kullanmaktadırlar.

Aynı şekilde, Anayasa'nın 17/2. maddesi, veri sorumlusunun, ilgili kişinin kamuya açık kişisel verilerinin silinmesini talep etmesi durumunda, verileri işleyen herhangi bir kişiye bildirimde bulunmasını zorunlu kılmaktadır.

Görüldüğü gibi bu hak sadece bireysel açıdan değil, toplumsal açıdan da büyük önem taşımaktadır. Ancak veri koruma hukuku kapsamında oldukça önemli olan unutulma hakkı, blockchain teknolojisinin değişmezlik ilkesiyle çelişmektedir[214].

Bu bağlamda ortaya çıkacak en büyük sorun kuşkusuz bu talebin muhatabı olacaktır. Çünkü dağıtık veri ağını kontrol eden merkezi bir kurum olmadığı için her düğüm diğerlerinden bağımsız olarak kendi blockchain yazılımını tutmaktadır. Bir düğüm tarafından yapılan değişiklik diğer düğümü etkilemez. Bu nedenle, verilerin silinmesi, her düğümün kendi cihazındaki yazılımda değişiklik yapmasına ve ilgili verileri silmesine bırakılır. Düğümler arasında herhangi bir iletişim veya yönlendirme yoktur, belirli verilere erişimi engelleme veya düğümlerde bulunan verileri silmek için talimat verme zorunluluğu yoktur ve düğümler nodeların talimatına uymak zorunda değildir.

Ek olarak, veriler silindikten veya yok edildikten sonra, geçmiş işlemlere ilişkin veriler silindiğinde değişmezlik sisteminin nasıl çalıştığı hakkında sorular ortaya çıkmatadır. Bu konuda çeşitli çözümler önerilmiştir. Örneğin, sıfır bilgi ispat süreci olarak bilinen bir süreçte, işlemlerin içeriği, sadece taahhüt edilmiş olsun veya olmasın kayıt altına alınmaz ve özellikle kullanıcılarla ilgili bilgiler sisteme kaydedilmez. Diğer bir öneri, işlemin içeriğinden ziyade işlemi kimin yaptığını belirleyen açık anahtar verilerini anonim hale getirmektir. Ayrıca ağa katılımın veya ağın işleyişinin merkezi bir kurum tarafından yönetildiği iddia edilmektedir. Tüm bu yöntemler şeffaflığı azaltırken merkezi kuruma da yetki vermekte, aynı zamanda

[214] **DİRİ ve YALÇINKAYA,** a.g.e., s.49.

sistemin güvenilirliğini de etkilemektedir. Sonuç olarak, değişmezlik ve şeffaflık ilkelerine dayanan blok zinciri teknolojisi, klasik veri koruma gereksinimlerine tatmin edici cevaplar sağlayamaz.

### 3.3. Türk Vergi Mevzuatı Açısından Değerlendirme

#### 3.3.1. Vergilendirme Sürecine İlişkin Etkileri

Vergilendirme prosedürü VUK kapsamında tarh (m.20), tebliğ (m.21), tahakkuk (m.22), tahsilat, (m.23) gibi aşamalardan oluşmaktadır. Blockchain süreci uygulanırsa bu sürecin de etkileneceği açıktır. Akıllı sözleşmeler ve dijital finansal sistemler tarafından sağlanan verilerin devreye girmesiyle birlikte, blok zinciri sistemi üzerinden işlemleri değerlendirmeye başlamak mümkündür. Özellikle beyanname sonrası tahakkuk yönteminde (VUK m.25-28), mükellef veya mükelleflerin vergiye tabi işlem ve beyannameleri akıllı sözleşmeler aracılığıyla sistem tarafından otomatik olarak oluşturulmaktadır[215]. Aynı zamanda beyannameye girilen bilgilerin eksik veya yanlış iade edilmesi sağlanmaktadır. Olası bir yanlış giriş durumunda, blok zinciri sisteminin işleyişi, sistem tarafından yetkilendirilmemiş bir zorunlu veya isteğe bağlı sonuçlanacaktır.[216]

Sistem üzerinden bir ekonomik faaliyet, belge transferi gerçekleşmesi ve ödemelerin de kripto paralar ile blockchain sistemi üzerinden yapılması durumunda, her ödeme sistem tarafından kayıt altına alınır. Sistem ve yönetim bilgilerine anında dahil edilebilir. Bu, re'sen değerlendirmenin yeniden tanımlanmasına yol açabilir ve re'sen değerlendirme için farklı nedenlerin veya doğrulama yöntemlerinin tanımlanması gerekebilir

Belirli prosedürlerle uygulanan raporlama açısından bakıldığında, elektronik raporlamanın gelecekte merkezi raporlama prosedürü olacağı rahatlıkla söylenebilir. Aslında, Türkiye'deki e-posta bildirimlerinin sayısı 2016'da 4,4 milyondan 2019'da 17,4 milyonun üzerine çıkmıştır. Bildirimin elektronik olarak gönderilmesi, blok zincirinin inşası için önemli bir temel oluşturmaktadır. Bu, elektronik işlemleri

[215] VUK, Vergi Usul Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.213.pdf>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.
[216] Reuters, <https://www.reuters.com/article/us-eu-cryptoassets-idUSKBN2692CP >, Erişim Tarihi: 24.03.2022.

kullanmaya başlayan vergi mükelleflerinin blockchain sistemine uyum sağlamasını kolaylaştırmaktadır. Öte yandan, diğer raporlama kanalları aracılığıyla devlete zaman ve para israfı önlenir ve bu sistemin kullanılması anketin maliyet etkinliğini ve verimliliğini sağlar. Raporda blok zinciri sisteminde uygulanacak dağıtık defter teknolojisi sayesinde mükellef veya vergi memuru rapor anında bilgilendirilir ve belirlenen kişiler işlemleri anında görebilir. Bu nedenle idare, kontrol süreçlerindeki işlemleri blockchain üzerinden raporladığında, teslimat veya değişim sorunu olmadan bildirimler kolaylıkla alınabilmektedir. Blok zinciri sistemi üzerinden raporlama yapılırken mükellefin, mükellefin ve bireyin bu aşamada kanunun kendisine tanıdığı hakları kullanmasını sağlayan ve bir süre sonra erteleme aşamasına geçişi sağlayan yasal ve teknik bir yapı oluşturulmalıdır.

Öte yandan blockchain sisteminin en etkin olduğu yönetim süreci ise borç tahsilat sürecidir. Zira dijital finans sistemine geçişle birlikte sistem içi finansal işlemlerden vergi kesintisi yapılması veya doğrudan idareden tahsil edilmesi veya sistemden otomatik olarak hesaplanarak kasa hesabına aktarılması mümkün olacaktır. Kamu Alacaklarının takip ve tahsili 6183 Sayılı Kamu Alacaklarının Tahsil Usulü Kanununa (AATUHK) tabidir. Ödeme kanallarından (AATUHK, m.37-39) ödeme kurallarına (AATUHK, m.40-42) kadar tüm ödeme yöntemleri kanunla düzenlenir[217]. Yaygın bir ödeme yöntemi olarak kabul edilen nakit tahsilat, blockchain sisteminin ilk uygulama alanı olan kripto paralar sayesinde çok daha hızlı ve verimli bir şekilde uygulanmaktadır. Hatta vergi kesintisi şeklindeki gelirler sistem üzerinden anında devlet hazinesine aktarılabilmektedir. Kesinti ve netleştirme yoluyla ödeme de sistem üzerinden hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

### 3.3.2. Mükellefin Ödevleri Bağlamında Blok Zincir

VUK'un 153-257. maddeleri mükellefin vergi hukuku kapsamındaki yükümlülükleri konusu, vergi hukukunun en önemli ve kapsamlı alanlarından biridir. VUK kapsamında muhasebe ve belge sistemine dayalı vergi düzenlemeleri nedeniyle, sistemin sorunsuz işlemesi ve kayıt dışı işlemlerin azaltılması için önemli

[217] AATUHK, 6183 Sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun (AATUHK), <https://www.alomaliye.com/2015/01/02/amme-alacaklarinin-tahsil-usulu-hakkinda-kanun-aatuhk-6183-sayili-kanun/>, Erişim Tarihi: 22.08.2022.

sorumluluklar mükelleflere devredilmiştir. Bu başlık altında, blok zinciri sistemi aracılığıyla vergi yükümlülüğünü etkileme olasılığı vurgulanmaktadır[218].

VUK'un mükelleflere yüklediği önemli yükümlülüklerden ilki raporlamaya ilişkindir. İşe alma (VUK, Md. 153), fesih (VUK, Md. 161), adres değişikliği (VUK, Md. 157) gibi bildirim yükümlülükleri, mükelleflerin doğru ve zamanında hesap verebilmesi için çok önemlidir[219]. Blockchain sisteminin gelişiyle birlikte iş başlama ve bitiş gibi temel bildirimler sistem üzerinden kolaylıkla yapılabilecektir. Akıllı sözleşmeler sayesinde mükellefler, fesihlerini derhal hükümete bildirmekte ve işlerinden ve yükümlülüklerinden anında ayrılabilmektedir. Akıllı sözleşme ilişkisini sona erdiren taraflar, bu bildirim sayesinde vergi yükümlülüklerinin hızlı bir şekilde ortadan kaldırılmasını sağlayabilirler. Böylece idare, mükellefin sistem içinde işlem yapabilmesini kısıtlayabilecektir. Örneğin, sistem üzerinden iptal bildirimi gönderildikten sonra, sorun yönetime anında bildirilerek fiili iptalin gerçekleştirilebilmesi ve daha sonra yapılabilecek gizli işlemlerin önüne geçilebilmesi sağlanmaktadır. İşe başlama bildirimi ise karşı tarafa sistem üzerinden belge düzenleme ve işine devam etme yetkisi verir. Bu durum mükellefin yaptığı işlemlerden her zaman haberdar olan idareye birçok avantaj sunmaktadır. Diğer bildirimler de bu kapsamda verimli ve hızlı bir şekilde kullanılmaktadır.

Dijitalleşmenin getirdiği bazı değişiklikler vergi kanunlarına dayanak oluşturan belge ve defterleri de etkilemektedir. Elektronik dönüşüm sırasında değişen defterler ve belgeler, blok zinciri sisteminde daha da büyük değişiklikler olduğunu göstermektedir. Yeni dijital dünyada blok zincirinin en etkili olduğu alan şüphesiz defterlerdir. VUK çerçevesinde mükellefler tarafından gerçekleştirilen işlemlerin göstergesi olan muhasebenin temelini oluşturan defter ve belgelere ilişkin çok önemli yükümlülükler bulunmaktadır. Kayıt tutma yükümlülüğü hem VUK'da[220] hem de 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu'nun (TTK) 39. maddesinde açıklığa kavuşturulmuş

[218] VUK, Vergi Usul Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.213.pdf>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.
[219] VUK, Vergi Usul Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.213.pdf>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.
[220] VUK, Vergi Usul Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.213.pdf>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.

bir yükümlülüktür[221]. KVK'nın muhasebe ofisi 171-214 için kurallar yine öne çıkmaktadır[222]. Vergi açısından bakıldığında, vergi kanunlarına göre tutulan ticari defterler çoğunlukla delil niteliğindedir. Ticaret Kanununa göre defter tutma, her tacirin ticari işlemlerini ve işinin ekonomik ve mali durumunu, borç ve kredi ilişkilerini ve bunların sonuçlarını belirlemek için kullanılır.

Mükellefin yaptığı her işlem blockchain sistemine kaydedildiğinden, kişilerin muhasebe kayıtlarının tutulması sorumluluğunun tamamen olmasa da kısmen ortadan kalkması beklenmektedir. Blockchain aslında bir dijital defterdir. Defter adı verilen dağıtık defter teknolojisi sayesinde, tarihsel olarak elle ve kağıt üzerinde muhafaza edilen belgeler, çok yakında tarihin tozlu raflarındaki yerini alacaktır. Öyle ki, her işlem blok zincirinde kayıt altına alınır ve değişmez yapısı sayesinde olası birçok sorun ortadan kalkar. E-fatura, e-fatura, e-arşiv, e-bildirim gibi alanlarda zaman damgalı ve güvenli kaydedilebilir blockchain teknolojisi sayesinde verimlilik artışı beklenebilir. Madalyonun diğer yüzü olan vergi dairesi, bu defter ve belgelere hemen inceleme yapabilmektedirler. İzlenebilir sistem sayesinde vergi idaresinin kuralları ve değişiklikleri bilinir. Bu, etkili bir kontrol sistemine doğru çok önemli bir adımdır.

Günümüzde defter ve belgelerle pek çok işlem elektronik imza kavramı kullanılarak yapılsa da asıl sorun gizli veya anlaşılmaz işlemlerin engellenememesidir. Blok zinciri yapısında özel ve açık anahtarlara sahip olan katılımcılar, istedikleri işlemi gerçekleştirebilirler. Bu kırılması zor özel anahtarlarla yapılan işlemler bir kilitleme sistemine kaydedilir. Bu şekilde, altta yatan gizli anlaşma veya gizleme probleminden kaçınılabilir ve böyle bir potansiyel işlemin keşfinden anında haberdar olunabilir. Öte yandan akıllı sözleşmelerin izlenebilirliği sayesinde, düzenlenen belgeler ve muhasebe kayıtlarında bilerek ve isteyerek yapılan işlemler, hesap ve belgelerdeki hukuka aykırı işlemler, içerikleri nedeniyle yanlış ve yanıltıcı belgeler düzenlenerek ortaya çıkarılabilir. Çok daha kolay, daha hızlı ve anında tespit edilebilme durumu söz konusu olmaktadır.

Blockchain teknolojisi, vergi beyannamelerinin tamamen dijital bir ortamda iletilmesini kolaylaştıracaktır. Her işlem için vergi kaynağında indirilebilir ve

[221] TTK, Türk Ticaret Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6102.pdf>, Erişim: 18.09.2022.
[222] KVKK, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

Hazine'ye ödenebilir. Bu bağlamda, blockchain sisteminin vergi mükelleflerinin vergi beyannamelerini idareye sunma, vergi ödeme ve bilgi saklama şeklini değiştirmesi muhtemeldir. Eşler arası iletişim yani kullanıcıdan kullanıcıya kavramı blok zinciri yapısında vergi sistemine entegre edildiğinde, taraflar vergi yöneticisi ve mükellef olmaktadır. Mükellef, işlemlerini dijital kayıtların anahtarları ile yürütülmektedir. Vergi dairesi, sistem tarafından onaylandıktan sonra veri girişinin doğruluğunu onaylar. Blok zinciri sistemine veri girişi hızlıdır, bloklar uçtan uca bağlanır ve bir zincir oluşturur. Bu nedenle dağıtık defter ile hazırlanan veriler esas alınarak vergi beyannameleri hazırlanır ve bu beyannameler üzerinden vergi matrahı hesaplanabilinir.[223]

Blok zinciri sistemi sayesinde uygulama görevinin çok daha hızlı atanması ve hatta sistemdeki kitap ve belgelerdeki bilgilerle entegre edilerek otomatik olarak oluşturulması mümkündür. Mükellefin sadece onay verdiği ve vergi dairelerinin maaş bordrosuna doğrudan dahil edildiği bir sistem ile beyanname verme yükümlülüğü hızlı bir şekilde karşılanabilmektedir. Vergi mükellefi detaylarının ve vergi beyannamesi detaylarının blok zinciri sistemi aracılığıyla otomatik olarak doldurulduğu Belçika ve Hollanda gibi ülkeler vardır. Bu sayede idare, beyannamede yer alan bilgilerin doğruluğundan emin olabilmekte ve sisteme uyulmaması durumunda anında karar verebilmektedir. Bu şekilde denetim hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlanır.

Bugün yönetim e-kitapları ve belgeleri görememektedir ancak, yönetim kitap referansları ve mali mühürler istemektedir. Teslim olmama, gizleme suçu olarak kabul edilebilir. Blok zinciri sisteminde saklanacak defter ve belgeler yönetim tarafından anında görülebiliyorsa, önceki yıllardan gelen bloklar doğrulanabilir. Sisteme giriş yapmak için yönetim gerekli cüzdan kodunu sağlamalıdır. Her işlemin zaman damgalı olması, blok zinciri Merkle ağaçları sayesinde vergi makamlarına geniş bir perspektiften bakma fırsatı vermektedir. Anlık izlenebilirlik sayesinde mükellefler sürekli kontrol altındadır. Sistemin yönetimle paylaşılması ve mevcut

[223] **DEMIRHAN,** Habip, Effective Taxation System By Blockchain Technology. In: Blockchain Economics And Financial Market Innovation. Springer, Cham, 2019, s. 347-360, < https://www.academia.edu/68868297/Effective_Taxation_System_by_Blockchain_Technology >, Erişim Tarihi: 14.12.2021.

bilgilere erişim sağlanması söz konusu olduğunda, saklama ve saklamanın rolü yeniden gözden geçirilmelidir.

### 3.4. Ceza Kanunu Açısından Değerlendirme

Blockchain ağlarında işlemlerin aracısız olarak yapılabilmesi, kamu kurumlarının kontrolünü önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Çünkü düzenleyiciler genellikle bankaların para transferleri hakkında kendilerini bilgilendirmelerine izin verir ancak, bir bankaya ihtiyaç duymadan kripto paraların başka bir dijital cüzdana gönderilebilmesi, yetkililerin bilgi edinme kabiliyetini sınırlandırmaktadır. Bu, devlet yetkililerinin dikkatini çekmeden yasa dışı olarak kazanılan geliri kullanmak için mal ve hizmet satın almanın yaygın bir yoludur. Büyük miktarda kara para aklamak, pahalı mal ve hizmetlerin satın alınması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, kripto para piyasalarının genel değeri geleneksel piyasalara kıyasla oldukça küçük kalmaktır. Bu nedenle kripto para birimleri büyük miktarlarda suç gelirlerini aklamak için kullanılamaz[224]. Bununla birlikte, gelecekte kripto para piyasasının olası büyümesi durumu değiştirebilir.

Kripto para piyasalarının aşırı oynaklığı nedeniyle suç gelirlerinin değeri düşebilir. Bu, kara para aklama suçluları için sorun yaratır. Kripto para para transferleri, kara para aklayıcılar için faydalı olan blok zinciri ağında işlendiği için geri alınamaz veya silinemez. Çünkü ödeme yaparken aldatılma olasılığı pratikte imkansızdır.

Kripto para birimlerinin ulusal sınırları tanımadan uluslararası para akışına izin vermesi, soruşturmalarda ve davalarda farklı devletlerin yargılanmasına yol açabilir. Bu da çeşitli yargı anlaşmazlıklarının ortaya çıkarması mümkündür. Kripto para birimleri sayesinde uluslararası ödemeler yapmanın hızlı yolunun yanı sıra, düşük ücretler aynı zamanda küçük miktarlarda para aklamaya çalışan insanları da cezbetmektedir.

Ayrıca maksimum anonimlik sağlayan gizlilik paraları (privacy coins) vardır. Bu tür kripto para biriminin sıfır bilgi kanıtı özelliği vardır. Bu özellik sayesinde blockchain

[224] **ÖZKUL,** Fatma Ulucan ve **BAŞ,** Ece, Dijital Çağın Teknolojisi Blokzincir ve Kripto Paralar: Ulusal Mevzuat Ve Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Mali Yönden Değerlendirme, Muhasebe ve Denetime Bakış, 60(1), s.59.

üzerinde işlem yapılırken işlemin gerçekleştiği dijital cüzdanlar görünmemektedir. Böylece kripto cüzdanlarında saklanan herhangi bir kripto para, bu gizli kripto paralar ile takas edilebilmekte ve kara para aklama adımlarından biri olan layering adımı rahatlıkla uygulanabilmektedir. Çünkü o zaman paranın neden ve nereden geldiği bilenmemektedir. Büyük kripto para borsaları, gizlilik endişeleri nedeniyle kripto para birimlerini kendilerine karşı hükümet yaptırımlarına yol açabileceğinden korktuklarından, ticaret listelerinden kaldırmaya başlamışlarıdır[225].

Blockchain teknolojisinin aracılık işlemleri hızlı ve ucuz para transferleri, uluslararası ödemeler gibi özellikleri kara para aklamaya katkı sağlamaktadır. Ancak, bu nedenle kripto para birimlerine ve/veya blok zincir teknolojisine karşı topyekün bir savaş başlatmak tamamen akıllıca değildir. Çünkü her teknoloji kullanım amacına göre faydalı ve/veya zararlı olabilir. Şunu da belirtmek gerekir ki; suç gelirlerini aklamak isteyenler, hızlı ve kolay büyük paralar kazanmak için suç işleyenlerdir. Amacı, suç gelirlerini yasal olarak sergilemek, kullanmak ve harcamaktır. Her şeyden önce, suçlardan elde edilen gelirleri nominal paraya (örneğin ABD doları, Türk Lirası) dönüştürmeye çalışır. Kripto paraları itibari paraya çevirmenin yolu kripto para borsalarını kullanmaktır. Birçok kripto para borsası, müşterilerinin ticaret yapmadan önce kendilerini doğrulamasını gerektirir. Halka açık blok zincirlerde, kripto cüzdanlar bireylerin kimliği hakkında herhangi bir bilgi içermez, bu nedenle cüzdanın sahibi tespit edilemez. Ancak, suç gelirlerini ülke parasına dönüştürmek isteyen bir kişi, yalnızca kripto cüzdanları ile kimlik doğrulaması yaparak değişim gerçekleştirebilir. Bu durumda, dijital cüzdanın sahibi ortaya çıkar ve o cüzdandan yapılan işlemlerin zinciri, halka açık blok zincirlerinde izlenebilir. Dolayısıyla teorik olarak kara para aklamada kripto para kullanımının az olacağını söylenebilir. Ancak gizlilik paraları bu durumunun dışında kalmaktadır.

[225] **YARDIMCIOĞLU,** Mahmut, **ŞERBETÇİ** Gamze, Bıtcoın'in Yapısı Ve Yasa Dışı Kullanımı, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/606149 >, Erişim: 12.07.2022.

### 3.5. Özel Hukuk İlişkin Olarak Ortaya Çıkan Sorunlar

#### 3.5.1. Akıllı Sözleşmenin Kurulması

TBK md. I'e göre sözleşme, tarafların birbirine uygun irade beyanlarının değiş tokuş edilmesiyle meydana gelen bir hukuki işlemdir. Bir sözleşmenin hukuken geçerli olabilmesi için üç şartın gerçekleşmesi gerekir. İlk olarak, sözleşmenin borçlar hukuku ilkelerine uygun olarak kurulması gerekir. Bu çerçevede karşılıklı irade beyanlarından bahsedildiği için iki geçerli irade beyanının olması gerekir. Günümüzde ulusal ve uluslararası anlaşmaların çoğu, teklif-kabul modeline göre irade beyanlarının değiş tokuşuyla oluşturulmaktadır. Ayrıca, genel işlem şartları genellikle bir sözleşmenin kurulması sürecine dahil edilir.

İkinci olarak, taraflar sözleşmenin nesnel ve öznel temel noktaları üzerinde anlaşmalıdır. Tarafların iradesinin belirlenmesi bağlamında, irade beyanlarının yorumlanması önemlidir.

Son olarak, sözleşme geçerli olmalıdır. Bu çerçevede, nitelik ve şekil gereklerinin yerine getirilmesi, temsil kurallarına uyulması, konuya ilişkin kanunda öngörülen sınırlara uyulması yani, herhangi bir gerekçe bulunmaması ve herhangi bir irade sakatlık olmamalıdır.[226]

#### 3.5.2. Akıllı Sözleşmeler ile Geçerli Bir İrade Beyanında Bulunulması Sorunu

##### 3.5.2.1. Akıllı Sözleşmelerde Kullanılan Dil

Akıllı sözleşmeler, veriye dayalı sözleşmelerdir. Bu tür sözleşmelerde taraflar, sözleşmelerinin bir kısmını veya tamamını bilgisayar sistemleri tarafından gerçekleştirilmek üzere sunarlar. Böylece akıllı sözleşmelerde sözleşme yükümlülüklerini belirlemek için Türkçe, İngilizce ve Almanca gibi doğal diller değil veriler kullanılır.

Akıllı sözleşme, çalışmamızda birkaç kez açıkladığımız gibi bir bilgisayar programıdır. Tarafların yapmak ve vasiyet beyan etmek istedikleri işlemler, önceden

[226] **AKSOY,** Pınar, Çağlayan, Akıllı Sözleşmelerin Kuruluşu ve Geçerlilik Şartları, On İki Levha Yayıncılık, 2021, s. 110.

programlanmış koşulların yerine getirilmesiyle akıllı sözleşme tarafından otomatik olarak ortaya çıkar. Akıllı sözleşmelerin oluşturulmasında kullanılan programlama dili, genellikle konusunda uzman kişiler dışında sadece bir bilgisayardan okunabilmektedir.

Programlama dili, klasik sözleşme hukukunda kullanılan doğal dillerden farklıdır. Kullanıcılar tarafından okunabilen kurallar "*wet code*" olarak ifade edilmektedir. Wet code, insan beyni tarafından yorumlanabilir, değişik şekillerde anlaşılabilir ve farklı yerlere çekilerek kötüye kullanılabilir. Bununla birlikte bu özellikleri wet code'un daha esnek olmasını sağlar. Bilgisayar kodu ve bilgisayar tarafından okunabilen dosyalar ise "*drycode*" olarak nitelendirilmektedir. Dry code, daha katı ve deterministik bir yapıya sahiptir. Akıllı sözleşmelerle, "wet code", "dry code"a çevrilmektedir.[227]

Akıllı sözleşmelerde, akit taraflar doğal diller kullanmadan sadece programlama dilinde anlaştıkları için, taraflar arasında borçlar hukuku ilkelerini dikkate alacak şekilde geçerli bir sözleşmenin kurulduğunu kontrol etmek gerekir.

Sözleşmeler hukukunun temel ilkelerinden olan iradenin özerkliği ve sözleşme özgürlüğü ilkeleri, sözleşme dilinin seçimini de içerir. İradenin özerkliği ilkesine göre herkes hukuki ilişkilerini kendi iradesine göre şekillendirmekte özgürdür. Buna göre sözleşmeler yabancı dilde, hatta ölü dillerde de yapılabilir. Taraflar mutabık kaldığı takdirde, sözleşme metninde harfler yerine işaret, sembol veya şifrelere yer verilmesi de mümkündür. Daha sonra teorik olarak taraflar yasal ilişkilerini şekillendirmek için bir programlama dili kullanabilirler, yani sözleşme hükümlerini programlama dilinde yazabilirler. Hukuk sistemi, sözleşmenin istenilen dilde yapılmasına izin verdiği sürece, akıllı sözleşmenin hükümleri taraflar için bağlayıcı olacaktır.[228]

#### 2.5.2.2. Sözleşme Kurma Ehliyeti

Akıllı sözleşmenin tarafları, birbirlerini kimliği belirlenebilir bir kişi olarak değil, bir adres olarak görürler. Akıllı sözleşme kullanıcısının sözleşmenin diğer tarafı

[227] Unenumerated, < https://unenumerated.blogspot.com/2006/11/wet-Code-And-Dry.html >, Erişim Tarihi: 27.2.2022.
[228] **AKSOY,** a.g.e., s.114.

hakkında sahip olduğu bilgiler bir dizi sayı ve harften oluştuğu için bu kişinin gerçek kimliğine ilişkin bilgi elde edilmesi mümkün değildir. Başka bir deyişle, akıllı sözleşmenin tarafları yalnızca dijital olarak izlenebilir. Bu anlamda, blokzincirine katılım psödonim (bir kişi veya grubun kendi gerçek adı dışında belirli bir amaç için kabul ettiği farklı bir ad) bir nitelik arz etmektedir.

Özel blok zincirlerde, katılımcılardan kimlik bilgilerini talep etmek ve bu bilgilere dayanarak blok zincirine katılıp katılamayacaklarını belirlemek mümkündür. Bununla birlikte, herhangi bir kamu blok zinciri platformunda, akıllı sözleşme taraflarının işlem yapıp yapamayacağına dair herhangi bir keşif veya sorgulama yoktur. Bu nedenle yasal işlem kapasitesi olmayanların blok zinciri üzerinde hesap açıp işlem yapmaları mümkündür. Örneğin; yaşının küçük olması nedeniyle yasal işlem yapma ehliyetine sahip olmayan kişiler için blok zincirinde özel anahtar veya sanal para birimi bulundurmanın önünde herhangi bir engel bulunmamaktadır. Benzer şekilde alkol veya uyuşturucu maddeyi ayrımcı güçlerini yok edecek düzeye taşıyan veya ciddi bir akıl hastalığı bulunan kişiler de dijital ortamda akıllı sözleşme kurabilirler. Bu gibi durumlarda akıllı sözleşmelerin hukuki akıbeti değerlendirilmelidir[229].

### a.Anonim veya Psödonim Kişilerle Sözleşme Kurulup Kurulamayacağı Problemi

Akıllı sözleşme tarafları birbirleriyle (genel) bir anahtarla iletişim kurar. Bu çerçevede sadece karşı tarafa ait işlem verilerini görebilirler. Bu veriler açık anahtar, tarih ve miktar gibi bilgilerdir. Taraflar birbirlerinin kimliklerini görmek isterlerse, bunu ayrı ayrı manuel olarak açıklamaları gerekir. Taraflar ancak bu şekilde neyle uğraştıklarını anlayabilirler. Açık anahtar şifreli olduğu için karşı tarafın kimliğini bilmenin başka bir yolu yoktur. Bu nedenle akıllı sözleşmelerin doğası gereği anonim olduğu söylenir. Akıllı sözleşmelerin bu özelliği blok zincirinin teknik altyapısından kaynaklanmaktadır.

Unutulmamalıdır ki, blok zincirinde yapılan işlemler aslında tamamen anonim değildir. Çünkü her bir işlemin miktarı ve gerçekleşme zamanı blok zincirine

[229] **KARAHAN,** Çetin ve **TÜFEKÇİ,** Aslıhan, Blokzincir teknolojisinin dijital kimlik yönetiminde kullanımı: bir sistematik haritalama çalışması, Politeknik Dergisi, 23(2), s.484.

kaydedilir. Zira her işlemin miktarı ve gerçekleştirildiği zamana ilişkin veriler blokzincirinde kayıt altına alınmaktadır. Bu nedenle bu özellik daha çok, "psödonim" olma şeklinde anlaşılmalıdır. Taraflar zincir dışı akıllı sözleşmeler kurduklarında, tarafların kim olduğu, doğal dildeki sözleşme metninden veya sözleşme görüşmesini gösteren belgelerden çıkarılabilir. Ancak zincir üstü akıllı sözleşmelerde tarafları belirlemek çok zordur.

Bu bağlamda, sözleşmeyi feshedebilme başlığı altında değerlendirilmesi gereken bir diğer husus, bu kişilerle yapılacak bir sözleşmenin, taraflardan birinin veya her ikisinin de anonim veya takma isimli olduğu durumlarda geçerli olup olmayacağıdır. Aslında açık anahtar kullanılarak yapılan işlemlerde karşı taraf bir takma isme maruz kaldığı için beyan sahibinin kimliği dolaylı olarak takip edilebilmektedir. Ancak konuyu titizlikle değerlendiren bazı yazarlar, taraflardan birinin diğerinin kim olduğunu bilmemesi veya en azından bilecek durumda olmaması durumunda sözleşmenin geçerli sayılamayacağını savunmaktadır. Ayrıca bazı durumlarda, özellikle tüketicilerle yapılan işlemlerde, sözleşmenin kurulması sırasında kişinin kimliğini karşı tarafa ifşa etme yükümlülüğü getirilebilir.[230]

Özel hukukta iradenin özerkliği ilkesinin benimsenmesiyle birlikte taraflara hukuki ilişkilerini diledikleri gibi şekillendirme imkânı verilmiş ve bu özgürlük nasıl kullanılacağı açısından geniş ölçüde takdir görmüştür. Buradan hareket eden teorideki bir başka görüşe göre, sözleşme özgürlüğünün bir parçası olan sözleşmenin karşı tarafını seçme özgürlüğü çerçevesinde birbirini hiç tanımayan kişiler, başka biriyle sözleşme yapmasına izin verilmelidir. Sözleşmenin taraflarının talebin yapılmaması gerektiğini belirlemesi şartı, tanınabilir olması için yeterlidir. Teknolojideki ilerlemeler, dijital imzalar ve kriptografik şifreleme gibi araçlar kullanılarak, sözleşme yapan tarafların gerçek dünyadaki kimliklerinin ifşa edilmediği işlemlerin yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu işlemlerde karşı tarafın gerçek kimliğinin bilinmesi sözleşme tarafları için anlamını yitirmektedir. Örneğin, akıllı sözleşmeler klasik sözleşme hukukuna alternatif olan ve sözleşmenin diğer tarafına duyulan güveni blok zinciri tabanlı uygulamaya olan güven ile değiştiren teknoloji tabanlı bir uygulama mekanizması sağlar. Bu durumda bu mekanizmayı

[230] **AKSOY,** a.g.e., s.124.

kabul eden ve işleyişine dahil olan taraflar, kendilerini dijital ortamda sunarak blok zinciri üzerinde ancak takma adla işlem yapabilirler. Ayrıca sözleşme özgürlüğünün bir diğer parçası olan maddi özgürlük kapsamında taraflara teknik yaptırım araçları üzerinde anlaşma imkânı sağlanmaktadır.[231]

### b. Tarafların Bir Bilgisayar Programı ile İrade Beyanında Bulunmaları

Akıllı sözleşmelerin sözleşme olarak nitelendirilmesi için tarafların karşılıklı olarak uygun irade beyanlarını buluşması gerekir. Çünkü, borçlar hukukunda sözleşmeye dayalı irade beyanı kavramı vardır. Akıllı bir sözleşmenin bir sözleşme kurma veya yürütme aracı olarak kullanılabilmesi için, sözleşmenin taraflarının akıllı sözleşme ile sözleşme kurmaya veya sözleşmeyi ifa etmeye istekli olduklarını ifade edebilmeleri gerekir.

Blok zinciri üzerinde gerçekleştirilen işlemlerde taraflar interaktif olarak etkileşime girme imkanına sahip değildir. Bu nedenle akıllı sözleşmeler ile yapılan işlemler dolaylı irade beyanları içermektedir. Buna göre akıllı sözleşmelerle yapılan irade beyanları, dolaylı irade beyanlarının bulunduğu yasal rejime göre değerlendirilmelidir.[232]

Robotlar veya yazılımlar gibi elektronik temsilciler hukuken kişi olarak kabul edilmese ve bu nedenle meşru irade beyanlarına şüpheyle bakılsa da sözleşmelerin bu irade beyanları sonucunda oluştuğu bir gerçektir. Aslında otomatlar, robotlar veya yazılımlar gerçek veya tüzel kişilerin hukuki durumlarını yaptıkları işlemlerle etkileyebilmektedir. Bu kişiler için hak ve yükümlülükler doğabilir. Otomatlar, robotlar veya bilgisayar programları tarafından ifade edilen bu tür irade beyanlarına Automatisierter Willenserklärung denilmektedir. Otomatik irade beyanlarında, ilk insan tarafından manuel olarak girilen veriler sonucunda bilgisayar yazılımı

[231] **AKSOY,** a.g.e., s.124.
[232]Rethinnovativ, < https://rechtinnovativ.online/ri-02-2019-otto-conrad-smart-contracts-alles-nur-science-fiction >, Erişim Tarihi: 15.01.2022.

tarafından otomatik olarak bir irade beyanı oluşturulur. Akıllı sözleşmeler de bu kapsamda değerlendirilmektedir.[233]

### 2.5.2.3. Akıllı Sözleşmelerde İrade Beyanı

Otomatik irade beyanlarında, bilgisayar programı sadece irade beyanının nesnel unsurunu yani beyan unsurunu yerine getirir. Vasiyetnamenin sübjektif kısmı olan vasiyetin ne olduğu, zaten insanlar tarafından ilgili parametrelerin bir kısmının bir bilgisayar programına kodlanmasıyla yapılır. Beyanın sübjektif durumunun gerçekleşmesi için vasiyetnamenin beyanına esas teşkil eden bazı parametrelerin/sınırların insan iradesinden kaynaklanmış olması yeterlidir. Bu durumda otomatik irade beyanının içeriği, tespit anında belirlenmektedir. Bu nedenle, iradenin otomatik beyanlarında, öznel koşulun en azından ilk önce yerine getirilmiş olduğu kabul edilmektedir.

Aslında bir elektronik bilgi işlem merkezinden gelen her mesajın arkasında somut bir insan arzusu yoktur. Ancak, veri işleme merkezini otomatik olarak vasiyet beyan edebilecek şekilde programlayan ve işleten kişi, eylem iradesini hukuki tespitlerini ve beyanını önceden açıklamalı ve normal olarak yapılmış sayılan bu davranışa eşlik etmektedir. Bu bağlamda, işlemin karşı tarafının kimliğinin bilinmemesi bu aşamada önemli değildir.

Blok zincirine kurulan akıllı sözleşmelerin ürettiği irade beyanları incelendiğinde, sistemin işleyişinden hareket etme iradesinin var olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Kullanıcı, vasiyetname açıklandığında otomatik olarak işleme katılmadığından, ilk bakışta vasiyete atıfta bulunmak mümkün değildir. Ancak, kullanıcının sistemi kurarken/başlatırken genel iradesi ve anlayışı, iradenin otomatik beyanını kullanıcıya atfetmek için yeterlidir. Özellikle taraflar sözleşmenin dilinin programlama dili olduğu konusunda anlaştıklarında, akıllı sözleşme yazılımının program kodundan sözleşmenin kurulmasına yönelik niyet beyanı çıkarılabilir. Harekete geçme isteği, kullanıcının bir irade beyanı oluşturmak için bilgisayarı kullanma isteğinden çıkarılır. Beyan, ilgili veriler girildikten sonra elektronik sistemin kasıtlı olarak etkinleştirilmesiyle anlaşılabilir. Yürütmenin bir kısmı sisteme bırakılsa da kullanıcı,

[233] **AKSOY,** a.g.e., s.130.

sistemin nasıl çalışmasını istediğine dair bazı tespitler yapmıştır ve sistemi çalıştırırken bilinçli olarak bazı yasal sonuçların olmasını istemektedir. Tüm bunları göz önünde bulundurarak, blok zincirine akıllı bir sözleşme yüklemek, bir irade beyanı olarak nitelendirilebilinir.[234]

### 3.6. Akıllı Sözleşmelerin Hükümsüzlüğü

#### 3.6.1. Akıllı Sözleşmelerin Kesin Hükümsüzlüğü (Butlanı)

Özel hukukta, iradenin özerkliği ilkesinin sözleşme hukukundaki yansıması olan iradenin özerkliği ilkesi ve sözleşme özgürlüğü ilkesi benimsenmiştir. Sözleşme özgürlüğü ilkesi, birden fazla özgürlüğü içeren çerçeve bir kavramdır. Buna göre herkes sözleşme yapıp yapmamak, kiminle sözleşme yapacağını, sözleşmenin içeriğini ve şeklini belirlemek, sözleşmeyi dilediği gibi iptal etmek veya değiştirmekte özgürdür.

Maddi bağımsızlık, tarafların sözleşmenin içeriğini bağımsız olarak belirleyebilmeleri anlamına gelir. Bu özgürlüğün bir diğer boyutu da tür özgürlüğü olup, taraflar kanunda öngörülen sözleşme türlerinden bağımsız olarak diledikleri her türlü sözleşmeyi kabul edebilirler. Bununla birlikte, içerik serbestisi, sadece kanunda öngörülen sınırlar içinde geçerlidir. Bu bağlamda, TBK m. 27 hükmü, içerik serbestisine getirilen sınırları düzenlemektedir:

Bu çerçevede, kurulduğu anda edimin ifası objektif olarak imkânsız olan, konusu, mevcut içerikle kararlaştırılması veya dolaylı amacı emredici objektif, özel hukuk veya kamu hukukunda yazılı veya yazılı olmayan bir hukuk kuralına aykırı olan; içerdiği yükümlülüğün konusu veya içerdiği aşırı yükümlülükler nedeniyle kişilik haklarına aykırı olan; belli bir toplumda esas alınan genel ahlâk kurallarına aykırı bir içeriğe veya amaca sahip olan ve kamu düzenine aykırı olan sözleşmeler, TBK m. 27 hükmü uyarınca kesin hükümsüzdür.[235]

[234] **AKSOY,** a.g.e., s.139.
[235] **AKSOY,** a.g.e., s.261.

TBK m. 27 kapsamında sözleşmenin hükümsüzlüğü geçmişe etkilidir, yani sözleşme yapıldığı andan itibaren hiçbir sonuç meydana getirmez[236]. Bu durum hâkim tarafından re'sen dikkate alınabilir ve herkes tarafından ileri sürülebilir. Sözleşmenin kendiliğinden hükümsüz olduğu bu durumlarda, ayrıca dava açılmasına ya da herhangi bir beyanda bulunulmasına gerek yoktur. Kesin hükümsüzlük hâlinde, sözleşme kurulmadan önceki durumun (status quo ante) yaratılması gerekir. Bu nedenle taraflar karşılıklı olarak sözleşme kapsamında ifa etmiş oldukları edimlerin iadesini sebepsiz zenginleşme veya istihkak davası hükümlerine göre isteyebilirler.[237]

Sözleşmenin tamamı olmasa da bazı hükümleri bakımından geçersizlik için herhangi bir sebep varsa, kısmi hükümsüzlük söz konusudur. Bunun için sözleşmenin hükümsüzlüğün nedenini içeren ve içermeyen bölümlere ayrılabilmesi gerekir, TBK m. 27, f. 2'ye göre sözleşmenin sadece belirli hükümleri için hükümsüzlük nedeni bulunması halinde, sadece o hükümler geçersiz sayılır[238]. Maluliyet sebebini içermeyen hükümler geçerliliğini korur. Geçersiz hükümler kaldırıldıktan sonra sözleşmeden anlamlı bir bütün yoksa örneğin; ana edim yükümlülüklerinden biri geçersizse, kısmi geçersizlik uygulanamaz. Ayrıca, geçersiz sebep hükümleri olmaksızın sözleşmeyi yapmayacakları tarafların hayali iradelerinden anlaşılırsa, sözleşmenin tamamı geçersiz olacaktır. Tarafların hayali iradeleri belirlenirken, batıl hükümler olmasa dahi, onların yerine dürüst, makul ve orta derecede zeki kişilerin sözleşme yapıp yapmayacakları belirlenmelidir.[239]

### 3.6.2. Akıllı Sözleşmelerin İrade Sakatlığı Nedeniyle İptali

İrade sakatlıkları TBK m. 30 vd. hükümlerinde düzenlenmiştir. İrade sakatlığı, irade ile beyan arasında taraflarca istenmeden ortaya çıkan bir uygunsuzluğu ifade etmektedir[240]. İrade sakatlıklarının söz konusu olduğu hâllerde, ya iradenin oluşumunda bir sakatlık vardır, yani iradenin kendisi yanlış oluşmuş (saik hatası,

[236] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.
[237] **TERCİER,** Pierre, **DEVELİOĞLU,** H. Murat, **PİCHONNAZ,** Pascal, Borçlar Hukuku, Genel Hükümler. On İki Levha, İstanbul, 2020, s.794.
[238] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.
[239] **AKSOY,**a.g.e., s.261
[240] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.

temel hatası, aldatma, korkutma) veya irade düzgün bir şekilde oluşmuş fakat bunun beyan edilmesi sırasında bir sakatlık söz konusudur (beyan hatası). İrade sakatlıkları yanılma, aldatma ve korkutma olmak üzere üç farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır.[241]

Geleneksel sözleşmelerde tarafların tam olarak anlaşamadığı kavram veya şartların sözleşme metninde yer alması yaygın bir durumdur. Benzer şekilde akıllı sözleşmelerde akıllı sözleşme kodu tarafların iradesini doğru bir şekilde yansıtmayabilir. Bu çerçevede geleneksel sözleşmelerde olduğu gibi akıllı sözleşmeler kurarken de bir irade eksikliği ile karşılaşmak mümkündür.

Yanılmanın söz konusu olabilmesi için, yanıldığını iddia eden kişinin, farkında olmadan bir konuda yanlış tasavvura sahip olması gerekir. Eğer bilinçli bir bilgisizlik söz konusu ise, yanılmadan bahsedilemez. Zira bu durumda, beyanda bulunan kişi hataya düşme riskini kasten veya ihmal sonucunda göze almıştır ve onun bu kayıtsız tavrı, hataya düştüğü konunun, sözleşmenin kurulması bakımından zorunlu bir şart olmadığını göstermektedir.[242]

Bildirim hatalarında vasiyet gereği gibi yapılır, ancak bu iradenin dış dünyaya yansıması ve açıklanması ile ilgili bir hata vardır. Burada, aşağıda inceleyeceğimiz motif hatasından farklı olarak, vasiyetin yapılmasında değil, tecelli aşamasında meydana gelen bir hata söz konusudur. Beyan hatalarını, beyan fiilinde hata ve beyan içeriğinde ortaya çıkan beyan hatası olarak ikiye ayırmak mümkündür. Beyan fiilinde hata, beyanda bulunan kişinin, istediğinden farklı bir beyanda bulunması durumunda söz konusu olmaktadır. Örneğin; böyle dedim, ama aslında böyle demek istememiştim gibi. Bir kişi kendisine isnat edilen beyanda bulunmak istemediyse, kelimeleri karıştırdıysa, kendini açıklama iradesi olmamasına rağmen açıklamada bulunduysa, yollamak istemediği belgeleri gönderdiyse veya istediği içeriği yansıtmayan belgeleri imzaladıysa, beyan fiilinde hataya düşmüştür.

---

[241] **AKSOY,** a.g.e., s.262.

[242] **TEMTE,** Morgan N., Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts. Wyo, L. Rev., 2019, 19: 87, < https://scholarship.law.uwyo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1409&context=wlr >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

TBK m. 32'ye göre, saik hatası her zaman esaslı hata değildir. Saik, sözleşme taraflarından yalnızca birini sözleşmeye dayalı bir ilişkiye girmeye teşvik eden hususlara atıfta bulunmaktadır[243]. Bu hususlar sözleşmenin konusu, sözleşmenin diğer tarafı veya sözleşmenin dışındaki şartlarla ilgili olabilir. Hukuki işlem isteğinin yanlış veya eksik varsayımlara dayanmasından kaynaklanmaktadır. Kural olarak, basit bir güdü hatası temel bir hata değildir. Sözleşmeyi feshetme saikindeki bir hatanın temel bir hata niteliğinde olması gerekir. Güdüdeki bir hatanın temel bir hata düzeyine yükselmesi ve sözleşmenin feshi ile sonuçlanması için temel bir hataya yol açması gerekir.[244]

## 3.7. Kripto Paraların Hukuki Niteliği

### 3.7.1. Kripto Paranın Para Niteliği Taşıyıp Taşımadığı Sorunu

TCMB tarafından hazırlanan Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanımına İlişkin Yönetmelik 16 Nisan 2021 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe girmiştir ve bu yönetmelik kripto paralara ilişkin ilk kanun olma özelliğini taşımaktadır. Yönetmelikte kripto para birimlerinin hukuki niteliğinin tartışılmasına rehberlik edebilecek bazı kurallara yer veriliyor. Yönetmeliğin 3/1. maddesinde, Yönetmeliğin uygulanmasında kripto varlık, dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlıklar olarak ifade edilmiştir. Bu tanım, Yönetmelik'in uygulama alanı ile sınırlıdır ve tüm hukuk düzenini bağlayan genel geçer bir tanım olarak düşünülmemesi gerekmektedir.

Türkiye'de TCMB'nin yetki alanına giren ödemelerle ilgili konularda çıkarılan bir düzenlemeden ziyade kripto paraları düzenler. Düzenleme, kripto varlıklarının bir ödeme aracı olarak doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmasını ve kripto varlıklarının bir ödeme aracı olarak kullanılması için doğrudan veya dolaylı hizmetlerin sağlanmasını yasaklamayı amaçlamaktadır. Yönetmelikte kripto para kavramı değil, kripto varlık kavramı kullanılmaktadır. Kripto varlıkları söz konusu

[243] TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.
[244] **AKSOY,** a.g.e., s.268.

olduğunda, kripto para birimleri de dahil olmasına rağmen, kripto varlıkları daha geniş bir kavramdır.

Tanımın yönetmelikte oluşturulan kısmında, öncelikle kripto varlıkların yasal olmadığını belirttikten sonra maddi olmayan duran varlıkları düzenlemektedir. Düzenleme kapsamındaki kripto varlıklar, hukuki nitelikleri itibariyle menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı niteliği taşımayabilir. A) itibari para b) kaydi para c) elektronik para d) ödeme araçları e) menkul kıymetler olarak ayrılmıştır. Tanım olarak, kripto varlıklarının teknik özellikleri göz önüne alındığında; dağıtılmış defterler veya benzer teknoloji olarak kullanılan, sanal olarak oluşturulan ve dijital ağlar üzerinden dağıtılan öğeleri içerdiği anlaşılmaktadır[245].

Kripto paraların yasal anlamda para olarak kabul edilip edilemeyeceği tartışmalı bir konudur. Yukarıda belirtildiği gibi, para, mal ve hizmetler karşılığında ödeme yapmak için kullanılan bir araçtır. Para aynı zamanda bir değişim aracıdır. Ancak kripto para birimlerinin her durumda bu imkanı sağladığını söylemek mümkün değildir. Tekdüzeliği sağlamak için bir para biriminin değeri hemen hemen her ülkede uluslararası olarak ifade edilmelidir. Kripto paraların bilinen tüm para birimlerine karşı konvertibl bir ticaret değerine sahip olup olmadığı değerlendirilirken kripto paraların bu özelliğinin onları para birimi haline getirmek için yeterli olmadığı gözlemlenmiştir.

Tüm hukuk sistemlerinde paranın meşru olabilmesi için ulusal merkez bankaları tarafından basılması ve ülkenin egemenliğini ifade etmesi gerekmektedir. Kripto paraların para olarak kabul edilmemesinin temel nedeni, kripto paraların bir devlet tarafından devletin resmi para birimi olarak çıkarılmaması, tüm toplum tarafından bir değişim aracı olarak kabul edilmemesi ve günümüzde de sınırlı bir şekilde kullanılmasıdır. Kripto varlıkların ödemelerde kullanılmasına ilişkin yönetmeliğin 3 üncü fıkrasındaki tanım dikkate alınarak, tanım gereği kripto varlıklar; İtibari paranın para ve ödeme aracı niteliği taşımadığı ve kripto varlıkların ödeme aracı olarak kullanılmasının yasak olduğu göz önüne alındığında, kripto para birimlerinin yasal olarak uygulama alanında olmadığı söylenebilinir. Çünkü öncelikle ödeme aracı

[245] **ÇETİNKAYA,** Şahin, Kripto Paraların Gelişimi ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile İncelenmesi, Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 2(5), s.12.

niteliğinde olmayan bir varlık, parasal değeri olsa dahi hukuken para niteliği kazanamaz.[246]

Kripto para birimleri elektronik para değildir. Zira 6493 sayılı Kanundaki elektronik para tanımından da anlaşılacağı üzere kripto paralar elektronik para özelliği taşımamaktadır. Çünkü kripto paralarda ihraççı olma şartı ve alacak karşılığında elektronik para ihraç etme şartları söz konusu değildir. Bu nedene dayalı olarak kripto paraların elektronik para olarak kabul edilemeyeceği görüşündedir. Ancak bunun aksini düşünenler de vardır.[247]

Tüm bu tartışmalara ek olarak kripto para birimlerinin fiziksel bir değere sahip olması, bireyin varlıklarını içermesi, piyasada talep görmesi ve bazı çevreler tarafından en azından kısmen değişim aracı olarak kullanıldığı düşünülürse, mutlak bir hakkın olmadığı durumlarda veya kripto para birimleri üzerinde göreceli otorite kabul edilirse, bu değerin nasıl korunacağı sorusuna cevap vermek gerekecektir. Kapancı, teorisinde sanal para birimlerinin yasal anlamda para niteliği taşımadığını, maddi varlıkları olmadığı için mal olarak değerlendirilemeyeceğini, dolayısıyla bunlar üzerinde hiçbir haklarının olmadığını iddia edilmektedir. Yazara göre kripto paralar ile ilgili olarak güvenlik ihtiyacı hissedildiğinde haksız fiilden korunma araçlarından yararlanmak mümkündür.[248]

### 3.7.2. Kripto Paraların Sermaye Piyasası Aracı Olarak Kabul Edilip Edilemeyeceği Sorunu

Kripto para birimlerinin yasallaştırılması sürecindeki bir diğer tartışma ise bunların sermaye piyasası aracı olup olmadıklarına odaklanmaktadır. Öyle ki PayPal gibi uluslararası şirketler, kullanıcılarına altın gibi değerli metallerin aksine kripto paralarla ödeme yapma, aracı kuruma ihtiyaç duymadan transfer yapma ve depolama sorunu yaşamama fırsatı sunacak ve böylece kripto paralar daha yaygın hale gelecektir. Her geçen gün ilgilileri artan talep ile artmaktadır. Kripto para sayısındaki önemli artış, bireysel ve kurumsal yatırımcıları da kripto paralara yöneltmektedir. Kripto para birimlerinin mevcut ekonomik sistemde bir yatırım aracı olarak değer

[246] **TURANBOY,** a.g.e., s.48.
[247] **GÜÇLÜTÜRK,** a.g.e., s.400.
[248] **KAPANCI ve BERG,** a.g.e., s. 121.

kazanması, bu değerlerin 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında sermaye piyasası aracı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği sorusunu da gündeme getirmektedir. Çünkü, kripto paralar bir sermaye piyasası aracı olarak değerlendirilirse bölgedeki kripto paraların ihracı, alımı, satımı ve diğer tüm işlemleri sermaye piyasası kanunu hükümlerine tabi olacaktır.

6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nun 3. maddesinde sermaye piyasası aracı kavramı tanımlanmıştır. Bu maddeye göre sermaye piyasası araçları; menkul kıymetler ve türev araçlar ile yatırım sözleşmeleri de dahil olmak üzere Kurulca bu kapsamda olduğu belirlenen diğer sermaye piyasası araçları anlamına gelmektedir[249]. Bu alandaki uluslararası uygulamalara bakıldığında, ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu'nun (SEC) 22 Aralık 2020 tarihinde Ripple (XRP) isimli kripto parayı çıkaran Ripple Labs Inc. isimli bir teknoloji şirketine, şirketin yönetim kurulu başkanına ve genel müdürüne karşı New York Güney Bölgesi Federal Mahkemesi'nde açtığı davadaki argümanları dikkat çekmektedir[250]. Anılan dava sadece yukarıda adı geçen şirket, bu şirketin yöneticileri, hissedarları ya da yatırımcıları için değil aynı zamanda bu şirketin ürettiği XRP isimli kripto para biriminin Türkiye'deki ve dünyadaki sayısız kullanıcısı ve de gerek Amerikan ve gerekse uluslararası kripto para sektörü için çok büyük bir önem arz etmektedir.

Kripto paraları 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'na göre değerlendirmek için ise, öncelikle SPK'daki menkul kıymet tanımına bakılması gerekmektedir. Sermaye piyasası araçlarından biri olan menkul kıymetler SPK'nın tanımlar başlıklı 3. maddesinin (o) bendinde tanımlanmıştır[251]. Bu hükme göre menkul kıymetler, …Para, çek, poliçe ve bono hariç olmak üzere; paylar, pay benzeri diğer kıymetler ile söz konusu paylara ilişkin depo sertifikalarını, borçlanma araçları veya menkul kıymetleştirilmiş varlık ve gelirlere dayalı borçlanma araçları ile söz konusu kıymetlere ilişkin depo sertifikalarını… ifade etmektedir. Maddede yer alan "…Kurulca belirlenen kıymetli evrak…" ibaresi ve SPK'nın 128. maddesinin 1 fıkrasının (e) bendinde Sermaye Piyasası Kurulu'na sermaye piyasası aracı belirleme

[249] SPK, Sermaye Piyasası Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6362.pdf>, Erişim: 12.06.2022.
[250] **ÜZÜMCÜ,** Rabia ve **YILDIRIM**, Yasin, Kripto Paraların Hukuki Statüleri Ve Sözleşmeler İçerisindeki Yerleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 2022, 13(33), s.276.
[251] SPK, Sermaye Piyasası Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6362.pdf>, Erişim: 12.06.2022.

yetkisi verilmiş olması menkul kıymetlerin SPK madde 3'te sayılanlarla sınırlı olmadığını, Sermaye Piyasası Kurulu'nun yeni menkul kıymet düzenlemesi ile sayılarının artabileceğini göstermektedir.[252]

6362 sayılı SPK'da menkul kıymetlerin tamamını kapsayacak şekilde bir tanımlama yapılmamış olmakla birlikte, 2499 sayılı eski Sermaye Piyasası Kanunu'nda yapılan menkul kıymet tanımı hala geçerli olarak kabul edilmektedir.[253] Öyle ki; Kripto Paraların Ortaya Çıkmaları ve Hukukî Nitelikleri, sayılı Kanun'un "Tanımlar" başlıklı 3. maddesine göre menkul kıymet; "*...Ortaklık veya alacaklılık sağlayan, belli bir meblağı temsil eden, yatırım aracı olarak kullanılan, dönemsel gelir getiren, misli nitelikte, seri halinde çıkarılan, ibareleri aynı olan ve şartları Kurulca belirlenen kıymetli evrak..."* olarak ifade edilmiştir. Bu tanımdan hareketle; menkul kıymetin özellikleri; ortaklık ve alacak hakkı sağlama, belirli bir para miktarını temsil etme, gelir elde etme amacı ile yatırım aracı olarak kullanılma, dönemsel olarak yani belirli aralıklarla gelir getirme, ibareleri aynı olma, seri olarak çıkarılma, misli nitelikte olma ve kıymetli evrak niteliğinde olma olarak sıralanabilir.[254] Ancak tüm bu terimlerin toplu olması gerekmez; Çünkü kripto paralar alıcıya ortaklık veya kredi hakkı vermediği gibi sabit bir meblağı temsil ettiğini söylemek de mümkün değildir. Kripto para birimlerinin sabit bir değeri yoktur ve fiyatları/değerleri piyasa koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca kripto para birimlerinin dönemsel bir gelir özelliği de bulunmamaktadır. Bu nedenle kripto paraların 2499 sayılı Kanundaki tanım kapsamında menkul kıymet olarak değerlendirilmesi mümkün değildir.

SPK'nın "*Sermaye Piyasası Araçlarının Kaydileştirilmesi*" başlıklı 13. maddesine göre sermaye piyasası araçları elektronik ortamda muhafaza edilirler[255]. Dolayısıyla menkul kıymetlerin senetten bağımsız olarak bir değer ifade ettiği ve senetten bağımsız, elektronik belgelere dayalı bir sistem benimsenmiştir.[256] Bu sistem ile

---

[252] **MEMİŞ,** Tekin, **TURAN,** Gökçen, Sermaye Piyasası Hukuku, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2020, s. 60.
[253] **TURANBOY,** Asuman, 6362 Sayılı Sermaye Piyasası Kanunu Açısından Sermaye Piyasası Aracı ve Menkul Kıymet Kavramları. Prof. Dr. Sabih Arkan'a Armağan, On İki Levha Yayıncılık, İstanbul, 2019, s.55.
[254] **ADIGÜZEL,** Burak, Sermaye Piyasası Hukuku. Adalet Yayınevi, 2019, s. 146.
[255] SPK, Sermaye Piyasası Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6362.pdf>, Erişim: 12.06.2022.
[256] **MEMİŞ ve TURAN,** a.g.e., s.61.

"kıymet hakları veya kıymetli haklar" kavramlarının beraberinde getirildiği kabul edilmektedir. Bazı kaynaklarda ise senet olmadan çıkarılan menkul kıymetler için varakasız (senetsiz) kıymetli evrak kavramı kullanılmaktadır. Sermaye piyasası araçlarının, Merkezi Kayıt Kurumu tarafından 7.8.2014 tarih II-13.1.c sayılı Tebliğ hükümlerine göre de kayıt altına alınacağı kabul edilmiştir. Mevcut menkul kıymet düzenlemesine bakıldığında, kaydi sistem ile elektronik ortamda muhafaza edilen menkul kıymetlerin kripto paralar ile benzerlik gösterdiği düşünülebilir. Ancak menkul kıymet ile kripto para kavramları arasında da önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Kripto paraların sermaye piyasası aracı olan yatırım sözleşmeleri kapsamında değerlenip değerlendirilemeyeceğini belirlemek için öncelikle yatırım sözleşmeleri kavramının dikkate alınması gerekmektedir. Yatırım sözleşmesi kavramı SPK'da tanımlanmamıştır[257]. ABD Yüksek Mahkemesi'nin 1946 tarihli Howey kararında ise yatırım sözleşmesi, statik bir değerden ziyade esnek hale bulunan, başkalarının parasını kâr vaadiyle kullanmak isteyenler tarafından tasarlanan sayısız ve değişken şemaları karşılayacak şekilde uyarlanabilen bir unsur olarak tanımlanmıştır. Yatırım sözleşmesi genel olarak, yatırımcıların menfaat elde etme amacıyla ortak bir projeye para yatırması ve yatırımın başarılı olması halinde kazanç elde etmesi olarak tanımlanabilir.[258] Karara göre; yatırım sözleşmesinin para yatırımı, ortak bir teşebbüsün mevcudiyeti, kazanç beklentisi ve projenin üçüncü kişilerin çabaları ile yürütülmesi şeklinde dört adet unsuru bulunmaktadır. Doktrinde ise, Türk hukukunda sınırları çizilmeyen yatırım sözleşmesi kavramı ile ilgili düzenlemeler yapılması gerektiği kanaati hâkimdir.[259]

### 3.7.3. Kripto Paraların Eşya Olarak Kabul Edilip Edilemeyeceği Sorunu

Kripto para birimlerinin altın gibi emtialarla benzerliği, bunların mal olarak kabul edilip edilemeyeceği konusunda soruları gündeme getirdi. Örneğin; bitcoin ve altın karşılaştırılırsa, bitcoin protokolünde bitcoin arzının 2140'a kadar 21 milyona ulaşabileceği ve 2140'tan sonra madenciliğin yapılamayacağı bir kural vardır.

[257] SPK, Sermaye Piyasası Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6362.pdf>, Erişim: 12.06.2022.
[258] **ADIGÜZEL,** a.g.e., s.155.
[259] **ADIGÜZEL,** a.g.e., s.156.

Görüldüğü üzere Bitcoin de altın gibi sınırlı miktardadır. Bunun yanında her ikisinde de ihraççı sıfatına sahip merkezi bir otorite bulunmamaktadır.[260] Bu benzerliklerin yanında yargı içtihatları ve doktrinde kripto paraların eşya olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği konusunda çeşitli görüşlerin olduğunu söylemek mümkündür.

Teoride baskın bir görüş olarak kripto para birimlerinin mal muamelesi yapılamayacağı kabul edilmektedir. Bu noktada eşya kavramını tanımlamak gerekir ki Ergün'e göre[261] kişilerin dışında kişisel egemenliğin kurulabileceği ve belirli bir ekonomik değeri olan maddi varlıklardır. Bu tanıma göre, malların ana unsurlarının, doğrudan hakimiyet altına alınabilmeleri, herkese karşı talep edilebilmeleri, belirli bir fiziki şekil ve yapıya sahip olmaları ve belirli bir mali değere sahip olmaları olduğu sonucuna varılmaktadır. Bir görüşe göre, malların kapsamı dijital varlıkları içerecek şekilde genişletilmiş olsa da, kripto para birimlerinin mal olarak değerlendirilmesi için yasal bir gereklilik vardır.

Kripto paralardan en bilineni olan Bitcoin'in gayrimaddi mal olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Kripto paralardan biri olan Bitcoin'in eşya olarak değerlendirilemeyeceği ancak buna rağmen 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu'nun (TMK) taşınır eşyaya ilişkin düzenlemelerin niteliğine uygun düştüğü ölçüde Bitcoin'e de uygulanması gerekmekte ve Bitcoin'lerin ayni sermaye olarak şirkete getirilmesinde yine TMK'nın taşınır eşyaya ilişkin hükümlerinin uygulanması gerekmektedir. Benzer şekilde kripto paraların haczinde de taşınır haczine ilişkin hükümlerin uygulanması gerekmektedir.[262]

Kısacası, kripto para birimleri eşya olarak kabul edilmese de, bu paralar değerli bir varlık olarak kabul edilir.[263] Bu nedenle, taşınır mallara ilişkin hükümlerin hukuki ilişkilerde niteliğine uygun olduğu ölçüde uygulanması gerektiği görüşündedir. Bu nedenle sözleşmelere konu olan ve uyuşmazlıkları mahkemeye taşınan kripto paralar

[260] **GÜVEN ve ŞAHINÖZ,** a.g.e., s.198.
[261] **ERGÜN,** Ömer, **ÇALDAĞ,** Coşkun, Borçlar Hukuku Genel Hükümler Ders Notları, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2018, s. 122.
[262] **YARDIMCI,** Taner Emre, İcra Takibi Yoluyla Bitcoin Alacağının İleri Sürülmesi ve Borçlunun Bitcoininin Haczedilmesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2019, 23.3: 97-128, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/790180 >, Erişim Tarihi: 07.05.2022.
[263] **KAPANCI,** Kadir, Berk, Özel Hukuk Penceresinden Blokzincir: Sanal Para Değerleri ve Akıllı Sözleşmeler Üzerine Değerlendirmeler, On iki Levha Yayınları 2020, İstanbul, s. 119.

ile ilgili gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Zira yurtdışı düzenlemelerde ve SEC'in bazı kararlarında digital asset kavramı adı altında dijital malvarlığı değerlerinden bahsedilmektedir.

# SONUÇ

Blok zincirleri, kamu doğrulaması gerektiren herhangi bir bilginin (örn. para, sözleşmeler, mülkiyet başlıkları, kimlik, vb.) üzerine yerleştirilebilecek, kriptografik olarak güvenli merkezi olmayan bir defter olarak yeni ancak potansiyel olarak devrim niteliğinde bir teknolojidir.

Blok zincirinin akıllı sözleşmelerinin bağlantısı, sözleşmeler hukuku için temel bir zorluğu temsil eder. Geleneksel olarak, yasa her zaman kendi yönetim kurallarını sağlar.

Blok zincirindeki yönetimin sınırları ve yetki alanlarının bunu ne ölçüde tanıyacağı, hatta tanıma şansına sahip olacağı cevabı henüz verilmemiş sorular olarak kalmaya devam etmektedir. Menkul kıymetler yasasının ve diğer yasaların blok zinciri ile nasıl etkileşime gireceği ayrı bir tartışma konusudur. Şimdiye kadar blok zincirinde organize edilen varlıkların çoğu yasaların erişimine açık kalan tanımlanabilir insan organizatörlerine sahipti. Maddi dünyada tanımlanabilir organizatörler olduğu sürece yani bir varlık yalnızca blok zincirinde bulunmadığı sürece yasal bir müdahale noktası olacaktır.

Blok zinciri defterinin kamuya açık yapısı nedeniyle, firmanın sözleşme taraflarının her biri, firmanın yükümlülüklerinin tam kapsamını görebilir ve yalnızca sözleşme ile onlara karşı koruma sağlayabilir. Geleneksel bir ortaklıktaki bir ortak, ortaklığın çok fazla yükümlülük üstlendiğinden, kamuya açık yapıda varlıklarının varlıkların ve yükümlülüklerin her kes tarafından bilinmesi çekince oluşturabilir.

Bilgisayar bilimciler bu alandaki teknik ve kriptografik zorluklara odaklanırken, İşletme ve Bilgi Sistemleri Mühendisliği alanındaki araştırmacılar, pazar tasarımına, güven ve mahremiyet sorularına ve yeni teknolojinin benimsenmemesine ilişkin benimsemeye odaklanma fırsatına sahiptir. Üstelik bu yıkıcı yenilik, mevcut birçok iş modelini değiştirebilir, yenilerini yaratabilir ve tüm sektörler üzerinde ciddi etkiler

yaratabilir. Bu nedenle teknoloji, pazarlar ve iş modellerinin kesiştiği noktada araştırma yapmak kesinlikle değerlidir.

Blokchain sözleşmelerinin hukuki yönünü Borçlar Kanunu, Veri Koruma Hukuku, Türk Vergi Mevzuatı, Türk Ceza Kanunu açısından değerlendirmek ve bu konuda düzenlemeler yapılması gerekmektedir..

Blockchain teknolojisinin beraberinde getirdiği avantaj ve kullanım kolaylıkları yanında bahsi geçen teknolojinin kullanımı ile uygulama konusu olan akıllı sözleşmelerin irade kavramı üzerinde sorunlar doğurduğu, irade bulunmayan taraflar arasında bir sözleşme yapılırken buradaki ana sorunlardan birisinin niyet karşı tarafa varılması ile sağlanırken, blokchainde niyet beyanı sözleşmenin kurulması arasında net bir ayrım yapılamamaktadır. Hukuk sistemimiz ile blockchain sözleşmeleri genel uygulamaları arasında Türk Borçlar Kanunu açısından bakıldığında birçok alanda çelişki söz konusudur. Şöyle ki; sözleşme değişikliği, sözleşmenin dili, şekil şartı, borcun ifası konularında mevcut hukuk sistemi ile kıyaslandığında farklılık arz eden ve blockchain sözleşmelerinin mevcut hukuk sistemine uygun hale getirilmesi yönünde yeni yasal düzenlemeler yapılması gerekmektedir. TBK'nın mevcut haliyle, TBK'da düzenlenen sözleşmelerin bir çoğunun şekil şartı, düzenleme şekli vb. nedenlerle geçersiz olacaktır.

KVKK kapsamında tanımlanan "bilgi" kavramının blockchain sözleşmelerinde farklılaştığı, bireyin tanımlanabileceği koşulların da değiştiği, blockchain ağında yer alan bilgilerin kişisel veri olup olmadığı konusunda bir görüş birliğinin olmadığı, genel ağ veya özel ağ olma noktasında bir bilginin kişisel veri olup olmadığı yönünde değişkenlik gösterdiği görülmektedir. KVKK kapsamında yer alan bazı kavramların blockchain ağında ayrıştığı görülmektedir. Veri sorumlusu kavramı da halka açık ağ ve halka açık olmayan ağ bağlamında farklılaştığı, ortak bir veri sorumlusu tanımı yapılmasını güçleştirdiği, veri sorumlusunun KVKK ile kıyaslandığında farklı nitelikte tanımlanabildiği görülmektedir. Bockchain sözleşmelerinin kişisel verilerin işlenmesi açısından blockchain ağında kişisel veriyi kimin işlediğinin bilinmemesi, verinin iletilmesi, açık bir anlaşmaya varmanın mümkün olmaması gibi durumlar ve özelikle veri ilenecek kişinin açık rızasının alınamaması halleri mevcut KVKK ile mümkün değildir. KVKK'da düzenlenen

blockchain teknolojisinin tem yapı taşı olan verilerin sistemde sonsuza kadar kalıyor olması, veri sorumlusunun tespitinde yaşanan zorluklar, bilgi talep hakkı, verilerin değişimi silme/unutma hakkına ilişkin KVKK ile blockchain sözleşmeleri kurulmasında büyük bir engel oluşmaktadır.

Blockchain teknolojilerinin uygulanması durumunda VUK kapsamında tarh, tebliğ, tahakkuk, tahsilat aşamalarında oluşan sürecin etkileneceği, blockchain teknolojisinin vergi yükümlülüğünü etkilemek açısından bakıldığında ise bildirim yükümlülüğü, sistemin getirdiği teknoloji avantajları sayesinde vergi kanunlarına dayanak oluşturan belge ve defterleri de olumlu yönde etkileyeceği muhtemeldir. Teknolojinin vergi mükellefleri yönünden beraberinde getirdiği diğer avantajlar ise e-fatura, e-fatura, e-arşiv, e-bildirim gibi alanlarda zaman damgalı ve güvenli kaydedilebilir blockchain teknolojisi sayesinde verimlilik artışının sağlanacak olması, vergi beyannamelerinin tamamen dijital bir ortamda iletilmesini kolaylaştırması gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Bunun yanında şeffaf bir yönetim ve eşit bir sistemin kurulması yönetim bakımından güven, emek ve iş gücü bakımından büyük katkılar sağlayacaktır.

Ceza Kanunu açısından değerlendirildiğinde, öne çıkan kavram kripto paralar ile birlikte suç gelirleri kapsamında kara para aklama işlemledir. Aynı zamanda kripto paranın uluslarası para akışı nedeniyle çeşitli yargı anlaşmazlıklarına sebebiyet vermesi mevzu bahistir. Ancak, günümüzde kripto paraların kullanım miktarları bakıldığında, suç gelirlerinin aklanması için kullanılacak ölçüde büyük bir yapıya ulaştığı söz edilemez.

Blockchain zincirlerde, özellikle de kamu blok zincirlerde yasal işlem yapma ehliyetine sahip olmayanlar, alkol uyuşturucu kullananlar, akıl hastaları dahi akıllı sözleşmeye taraf olabilmektedir. Bu nedenle bu sözleşmeleri kurma ehliyeti ayrıca değerlendirilmelidir. Tarafların bu tür sözleşmelerde anonim veya takma isimli olması, akıllı sözleşmelerde taraflardan birisinin diğerinin kim olduğunu bilmemesi gibi hususlar geleneksel hukuk uygun olmamakla birlikte diğer taraftan, bu hususlar sözleşmenin karşı tarafını seçme özgürlüğü bağlamında yeterli olduğu düşünülmektedir. Akıllı sözleşmeler dolaylı irade beyanı içermekteyken, otomatik irade beyanı bilgisayar yazılımları ile verilebilmektedir. Akıllı sözleşme kodlarının

tarafları iradesini tam olarak yansıtmadığı durumlarda irade eksikliği kavramı gündeme gelebilir. Kanaatimce, adı geçen sözleşmeler batan kodları oluşturulmakta kuraları ve yürütülme şekilleri belirli olmaktadır. Veri işlen madenci bu kodlarda yazılı kuralara göre veri işlemektedir. Veri işleme talebinde bulunan tarafından, blokchain sözleşmesi kuruluma aşamasındaki iradenin devamı niteliğinde irade açıkladığı kabul edilmelidir.

Kripto paraların hukuki niteliğinde ilk olarak kripto paranın para olarak kabul edilip edilemeyeceği tartışmalı bir konudur. TCMB tarafından hazırlanan Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanımına İlişkin Yönetmeliğin m.3 f.1 maddesinde, Yönetmeliğin uygulanmasında kripto varlık, dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlıklar olarak ifade edilmiştir. Para aynı zamanda bir değişim aracı olup kripto para birimlerinin her durumda bu imkanı sağladığını söylemek mümkün olamamaktadır. Tüm hukuk sistemlerinde paranın meşru olabilmesi için ulusal merkez bankaları tarafından basılması ve ülkenin egemenliğini ifade etmesi gerekmekte iken kripto paraların para olarak kabul edilmemesinin temel nedeni, kripto paraların bir devlet tarafından devletin resmi para birimi olarak çıkarılmaması, tüm toplum tarafından bir değişim aracı olarak kabul edilmemesi ve günümüzde de sınırlı bir şekilde kullanılmasıdır. 6493 sayılı Kanundaki elektronik para tanımından da anlaşılacağı üzere kripto paralar elektronik para özelliği taşımamaktadır.

Kripto para sayısındaki her geçen gün görülen artış ile birlikte hem bireysel hem de kurumsal yatırımcıların daha fazla dikkatini çekmeye ve kullanımı artmaktadır. Kripto paraların alıcıya ortaklık veya kredi hakkı vermediği gibi sabit bir meblağı temsil ettiğini söyleme mümkün olmayıp kripto para birimlerinin mevcut ekonomik sistemde bir yatırım aracı olarak değer kazanması, bu değerlerin 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında sermaye piyasası aracı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği sorusunu da gündeme getirmektedir. Kripto para birimlerinin sabit bir değerinin olmaması, fiyatları/değerlerinin piyasa koşullarına göre değişiklik göstermesi, ayrıca kripto para birimlerinin dönemsel bir gelir özelliği de

bulunmaması nedenleriyle kripto paraların 2499 sayılı eski Sermaye Piyasası Kanunu kapsamında menkul kıymet olarak değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır.

Kripto para birimlerinin altın gibi emtialarla benzerliği nedeniyle bu paraların mal olarak kabul edilip edilemeyeceği konusu da tartışılmaktadır. Teoride baskın bir görüş olarak kripto para birimlerinin mal muamelesi yapılamayacağı kabul edilmekte ise de başka bir görüşe göre malların kapsamı dijital varlıkları içerecek şekilde genişletilmiş olsa da, kripto para birimlerinin mal olarak değerlendirilmesi için yasal bir gereklilik olduğu öne sürülmektedir.

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Türk özel hukukunda blok zincir sözleşmelerinin yerinin, henüz tam olarak izah edilmeyen ve özellikle kimlik paylaşımı, bilgilerin korunması, verilerin derlenmesi ve paylaşımı, verilerin sahiplik konusu, sözleşmelerin hukuki taraf ve dayanakları gibi konularda eksikliklerin olduğu görülmektedir. Bu noktada sınırlı sayıda da olsa yapılan uygulamalar, borçlar kanunu ve ticaret kanununa atıfta bulunsa da, blok zincir sözleşmelerinin akıllı sözleşmeler olarak türlerinin ve sınırları ile taraflarının tam olarak ortaya koyulmamış olması nedeniyle, henüz literatür bağlamında eksiklikler olduğunu ifade etmek mümkündür.

Kripto paralar ve blok zincirler ile ilgili özel hukukun eksik kaldığı yerler için uygulama verileri olmasa da, bu alanda yapılan akademik çalışmalar ve literatür artmaktadır. Hukuki çalışmalarda geçmişten günümüze uygulamalardan literatür çıkarma ön plandayken, günümüzde blok zincir sözleşmelerinde dünya genelinde uygulama farklılıkları nedeniyle, literatürün sahaya yansıtılması ve alan çalışmalarında incelenmesinde yarar vardır.

## KAYNAKÇA


AATUHK, 6183 Sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun (AATUHK), <https://www.alomaliye.com/2015/01/02/amme-alacaklarinin-tahsil-usulu-hakkinda-kanun-aatuhk-6183-sayili-kanun/>, Erişim Tarihi: 22.08.2022.

**ADIGÜZEL,** Burak, Sermaye Piyasası Hukuku. Adalet Yayınevi, 2019, s. 146.

**AJAO** Lukman Adewale, **AGAJO,** James, **ADEDOKUN,** Emmanuel Adewale, **KARNGONG,** Loveth, Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry, J Multidisciplinary Scientific Journal, 2(1), 300-325.

**AKSOY,** Pınar, Çağlayan, Akıllı Sözleşmelerin Kuruluşu ve Geçerlilik Şartları, On İki Levha Yayıncılık, 2021, s. 110.

**ALCHIAN**, Armen A, Demsetz, Harold. Production, İnformation Costs, And Economic Organization, 1972, s.781, < https://josephmahoney.web.illinois.edu/BA549_Fall%202010/Session%205/Alchian_Demsetz%20(1972).pdf >, Erişim Tarihi: 24.03.2022.

**ALHARBY,** Maher, **MOORSEL** van Aad, Blockchain-Based Smart Contracts : A Systematic Mapping Study, AIS, CSIT, IPPR, IPDCA, 2017, 125– 140.

Antwerp Blockchain Pilot Pioneers With Secure And Efficient Document Workflow, 2018, < Https://Www.Portofantwerp.Com/En/News/Antwerp-Blockchain-Pilot-Pioneers-Secure-Andefficient-Document-Workflow > Erişim Tarihi : 28.05.2022.

**ANTONOPOULOS,** Andreas M, Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies, O'reilly Media, Inc., Newton, MA, USA, 2014. s.2.

**ARAALAN,** Cemal, "Akıllı Sözleşmeler", Terazi Hukuk Dergisi, C. 15, s. 163, 2020, s. 513.

**ATZORİ** Marcella, Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary? Work Pap, 2015.

**AVUNDUK,** Hüseyin ve **AŞAN,** Hakan, Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1), 369-384.

**BALIGA,** Arati, Understanding Blockchain Consensus Models, Persistent, 2017, s.14. < https://web.archive.org/web/20220121100752id_ >, Erişim Tarihi: 05.03.2022.

**BARBER,** Simon, **BOYEN,** Xavier, **SHİ,** Elaine, **UZUN,** Ersin, Bitter to Better—How To Make Bitcoin A Better Currency, 2012, s.411, < https://eprints.qut.edu.au/69169/1/Boyen_accepted_draft.pdf >, Erişim Tarihi: 27.04.2022.

**AVUNDUK,** Hüseyin ve **AŞAN,** Hakan, Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1), 369-384.

**BUCHANAN,** James M, The Domain of Constitutional Economics' Constitutional Political Economy, 1990, 1(1), 1-18.

**BUGHIN** Jacques, **LA BERGE** Laura, **MELLBYE** Anette, The Case for Digital Reinvention. McKinsey Quarterly, 2017, < https://www.mckinsey.com/businessfunctions/digital-mckinsey/our-insights/the-case-for-digital-reinvention >, Erişim Tarihi: 22.05.2022.

**BUTERIN,** Vitalik, Visions Part I: The Value Of Blockchain Technology, 2015, s.23, < https://blog.ethereum.org/2015/04/13/visions-part-1-the-value-of-blockchain-technology >, Erişim Tarihi 16.02.2022.

**CASEY**, Michael J., **WONG,** Pindar, Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain, Harvard Business Review Digital Articles, 2017.

**BİLGİLİ** Fatih ve **CENGİL** M Fatih, Blockchain ve Kripto Para Hukuku, Dora Yayınları, İstanbul.

**CHRISTIDIS,** Konstantinos, **DEVETSIKIOTIS,** Michael, Blockchains And Smart Contracts For The İnternet of Things, Ieee Access, 2016,4:2292-2303, < https://people.cs.pitt.edu/~mosse/courses/cs3720/blockchain-iot.pdf >, Erişim Tarihi:12.04.2021.

**COASE,** Ronald Harry, The Nature of the Firm, Economica, 1937, s.392, < https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x >, Erişim Tarihi: 25.01.2022.

**COTTRILL,** Ken, **HARRİS,** Peter, Smart Contracts in Supply Chain: Making Sense of a Potential Game Changer. Chain Business Insight, 2017, < https://www.chainbusinessinsights.com/store/p14/Smart_Contracts_in_Supply_Chain%3A_Making_Sense_of_a_Potential_Game_Changer_.html >, Erişim Tarihi: 22.08.2022.

**ÇARKACIOĞLU,** Abdurrahman, Kripto-Para Bitcoin, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu, 2016 s. 43, < https://www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130 >, Erişim Tarihi: 01.02.2022.

**ÇEKİN,** Mesut Serdar, Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var Mı?, İstanbul Hukuk Mecmuası, 2019, 77 (1): 315–341.

**COŞKUN,** Aysun, **ÜLKER,** Ülkü, Ulusal Bilgi Güvenliğine Yönelik Bir Kriptografi Algoritması Geliştirilmesi ve Harf Frekans Analizinine Karşı Güvenirlik Tespiti, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2013, s. 31.

**COX,** Michael, **ARNOLD,** Gwen, **TOMÁS,** Sergio Villamayor, A Review of Design Principles For Community-Based Natural Resource Management, Ecology And Society, 2010, s.15 < https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art38 >, Erişim Tarihi 23.04.2022.

**CROMAN** Kyle, **DECKER** Christian, **EYAL** Ittay, **GENCER** Adem Efe, **JUELS** Ari, **KOSBA** Ahmed, **MİLLER** Anrew, **SAXENA** Prateek, **SHİ** Elaine, **GUN SİRER** Emin, **SONG** Dawn, **WATTENHOFER** Roger, On scaling decentralized blockchains. 3rd Workshop on Bitcoin Research (BITCOIN), Barbados, 2016.

**ÇARKACIOĞLU,** Abdurrahman, Kripto Para Bitcoin, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu, Ankara, Türkiye, s.65-66. < https://dergipark.org.tr/tr/download/issue-file/56277 >, Erişim Tarihi: 18.02.2022.

**ÇELİKEL,** Serdar, Kişisel Verilerin İşlenmesinde, Açık Rıza Hukuka Uygunluk Nedeninin, 95/46 Sayılı Direktif ve GDPR'la Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 9(17), 161-190.

**ÇETİNKAYA,** Şahin, Kripto Paraların Gelişimi ve Para Piyasalarındaki Yerinin Swot Analizi ile İncelenmesi, Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 2(5), 11-21.

**ÇUBUKÇU,** Damla Beril, Teknik ve Hukuki Yönleriyle Akıllı Sözleşmeler, Yetkin Yayınları, Ankara, 2021, s. 104.

**DAVIDSON,** Sinclair, **DE FILIPPI,** Primavera, **POTTS,** Jason, Economics of Blockchain, 2016, s.3, < https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751 >, Erişim Tarihi: 04.11.2021.

**DE FILIPPI,** Primavera, **HASSAN,** Samer, Blockchain Technology As A Regulatory Technology: From Code İs Law To Law İs Code, 2018, < https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1801/1801.02507.pdf >, Erişim Tarihi: 13.12.2021.

**DELMOLINO,** Kevin, Et Al. A Programmer's Guide To Ethereum And Serpent., 2015, s. 22, < https://mc2-umd.github.io/ethereumlab/docs/serpent_tutorial.pdf >, Erişim Tarihi: 11.05.2022.

**DEMETOĞLU,** Gizem Öz, Türk ve Avrupa Birliği Veri Koruma Hukuku Bağlamında Blok Zincir Teknolojisinde Unutulma Hakkı, Marmara Üniversitesi Avrupa Araştırmaları Enstitüsü Avrupa Birliği Hukuku Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

**DEMIRHAN,** Habip, Effective Taxation System By Blockchain Technology. In: Blockchain Economics And Financial Market Innovation. Springer, Cham, 2019, s. 347-360, < https://www.academia.edu/68868297/Effective_Taxation_System_by_Blockchain_Technology >, Erişim Tarihi: 14.12.2021.

**DEMİRHAN,** Habip, Vergi Denetiminde Yeni Bir Yaklaşim Olarak Blok Zinciri Teknolojisi. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (BUSBED), 2019, 9(18), 857-875.

**DI PIERRO,** Massimo, What İs The Blockchain?, Computing İn Science & Engineering, 2017, s.93, < https://www.computer.org/csdl/magazine/cs/2017/05/mcs2017050092/13rRUyv53Jl >, Erişim Tarihi: 15.03.2022.

**DİRİ,** Nurcan ve **YALÇINKAYA** Bahattin, Blokzincir Uygulamalarında Kişisel Veri Problemi: Depolama Riskleri ve Öneriler, Bilgi Yönetimi Dergisi, 5(1), 47-67.

**DUDLEY-NİCHOLSON,** Jennifer, Federal Budget 2016: Turnbull Announces Tax Cut OnBitcoin, < https://www.heraldsun.com.au/news/national/federal-election/budget2016/federal-budget-2016-turnbull-announces-tax-cut-on-bitcoin/news-story/45148197bcfc1f287a41b3eb751afd84 >, Erişim Tarihi: 22.05.2022.

**DUPONT,** Quinn, **MAURER,** Bill, Ledgers And Law İn The Blockchain. Kings Review, 2015, s.23.

**DURBILMEZ,** Serap Erözel, Blokzincir Teknolojisinin Finans Sektöründeki Yeri ve Uygulamaları, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, 2018, s. 25.

**DUROVIC,** Mateja ve **JANSSEN,** Andre, The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law, European Review of Private Law 6, 2019, 753–772.

**DÜLGER,** Murat Volkan, Blockchain ve Hukuksal Kullanım Alanları, 2021. s.3, < https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3792194 >, Erişim Tarihi: 03.01.2022.

**DÜLGER,** Murat Volkan, GDPR'da Bulunan Ancak KVKK'da Yer Verilmeyen Bir Kavram: Ortak Veri Sorumlusu Kavramı ve Güncel Kararlar Işığında Değerlendirilmesi, <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3792323 >, Erişim Tarihi: 24.08.2022.

**ERGÜN,** Ömer, **ÇALDAĞ,** Coşkun, Borçlar Hukuku Genel Hükümler Ders Notları, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2018, s. 122.

**ERKAL,** Atilla, Avrupa Genel Veri Koruma Düzenlemesi Bağlamında Memurların Kişisel Verilerinin Korunması Hakkı, Anayasa Yargısı, 2020, 37(2), 205-253.

Ethereum, 2017, Solidity Documentation. Ethereum , < https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/solidity/v0.4.2/solidity.pdf >, Erişim Tarihi: 13.02.2022.

Ethereum, 2017, Solidity Documentation. Ethereum, < https://media.readthedocs.org/pdf/solidity/v0.4.2/solidity.pdf >, Erişim Tarihi: 23.08.2022.

**FAIRFIELD,** Joshua At. Smart Contracts, Bitcoin Bots, And Consumer Protection. Wash.&Lee L. Rev. Online, 2014,71, 35, < https://scholarlycommons.law.wlu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer&httpsredir=1&article=1003&context=wlulr-online >, Erişim Tarihi: 27.03.2022.

**FRANCO,** Pedro, Understanding Bitcoin, John Wiley & Sons, 2014. s. 102, < https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=YHfCBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA95&dq=Franco,+Pedro.+Understanding+Bitcoin:+Cryptography,+Engineer

ing+And+Economics.+John+Wiley+%26+Sons,&ots=GM1jn0lihJ&sig=VExtEkHtMcC4rXqYHpxNXogPRr0&redir_esc=y#v=onepage&q=Franco%2C%20Pedro.%20Understanding%20Bitcoin%3A%20Cryptography%2C%20Engineering%20And%20Economics.%20John%20Wiley%20%26%20Sons%2C&f=false >, Erişim Tarihi: 21.09.2021.

**GATTESCHI,** Valentina, Et Al. Blockchain And Smart Contracts For İnsurance: Is The Technology Mature Enough?. Future İnternet, 2018, s. 2, < https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20/htm >, Erişim Tarihi: 26.06.2021.

**GIANCASPRO,** Mark, Is A 'Smart Contract'really A Smart İdea? Insights From A Legal Perspective. 2017, s.6, < https://daneshyari.com/article/preview/6890642.pdf >, Erişim Tarihi: 06.12.2021.

**GLASER,** Florian, Pervasive Decentralisation of Digital İnfrastructures: A Framework For Blockchain Enabled System And Use Case Analysis, 2017, < https://pdfs.semanticscholar.org/859d/0535e16095f274df4d69df54954b21258a13.pdf?_ga=2.56211176.231503218.1664740150-510255340.1664623487 >, Erişim Tarihi: 17.04.2022.

**GLASER,** Florian, Et Al. Bitcoin-Asset Or Currency? Revealing Users' Hidden İntentions, Revealing Users' Hidden Intentions (April 15, 2014). Ecis, 2014, < https://www.researchgate.net/publication/352011864_Cryptocurrency >, Erişim Tarihi: 24.02.2022.

**GLASER** Florian, **ZIMMERMANN** Kai, **HAFERKORN** Martin, **WEBER** Moritz Christian, **SIERING** Michael (2014) Bitcoin-asset or currency? Revealing users' hidden intentions. In: Proceedings of the 22nd European Conference on Information Systems (ECIS 2014); Tel Aviv, Israel.

GSG Hukuk, Akıllı sözleşmeler ve merkezi olmayan otonom organizasyonlar ("DAOlar") ve Türk hukukundaki yeri, <https://www.gsghukuk.com/tr/bultenler-yayinlar/makale-yazilar/akilli-sozlesmeler-ve-merkezi-olmayan-otonom-organizasyonlar-turk-hukukundaki-yeri.html>, Erişim: 19.06.2022.

**GÜÇLÜTÜRK,** Osman, Hukukçular için Blokzincir Teknolojisinin Teknik İşleyişi: Bitcoin Örneği, 2021, 21-72.

**GÜÇLÜTÜRK,** Osman Gazi, Blokzincir Üzerinde Depolanan Verilerin Kişisel Veri Niteliği ve Silinemezlik, Yok Edilemezlik Sorunu, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 1(2), 30-40.

**GÜVEN,** Özgür, Dijital Dönüşümde Blokzincir Teknolojisi ve Bıtcoın'in Ekonomiye Etkisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonomi Ve Finans Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

**GÜVEN,** Vedat, **ŞAHINÖZ,** Erkin, Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin: Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, Kronik Kitap, İstanbul, 2018, s.198.

**GÜVEN,** Özgür, Dijital Dönüşümde Blokzincir Teknolojisi ve Bıtcoın'in Ekonomiye Etkisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2020, s.12.

**HART,** Oliver, **MOORE,** John, Property Rights And The Nature Of The Firm, Journal of Political Economy, 1990, s. 1121, < https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3448675/Hart_PropertyRights.pdf >, Erişim Tarihi: 12.26.2021.

**HAYEK,** Friedrich August, The Fatal Conceit. The Errors Of Socialism, Routledge, London, 1988, s. 28.

**HECKELMANN** Martin, 'Zulässigkeit Und Handhabung Von Smart Contracts' (2018), 8 Njw 504 vd. Hofert E, Blockchain-Profiling 2017, < https://www.forschungsstelle-legal-tech.de/wp-content/uploads/07-nov-2018.pdf >, Erişim Tarihi: 05.12.2021.

**HORASAN,** Alparslan, **PURA** Turgut, **SÖNMEZ** Ferdi, Yeni Nesil Veri Güvenliği Bağlamında Dağıtık Sistemler Üzerinde Blockchaın Kullanımı Ve Bıtcoın Uygulaması, FBU-DAE 2021, 1(2), 110-118.

**HUMMO,** Jesse Yli, **KO,** Deokyoon, **CHOI,** Sujin, **PARK,** Sooyong, **SMOLANDER,** Kari, Where are Current Researches in Blokchain Technology?, A Systematic Review, 3 Ekim 2016, Plos One.

**IANSITI,** Marco, **LAKHANI,** Karim, R., The Truth About Blockchain. Harvard Business Review, 2017, 95(1), 118–127, < https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain >, Erişim Tarihi: 23.08.2022.

**IBRAHIM,** Rowaid, **HARBY,** Ahmed Alaa, **NASHWAN,** Mohamed Salem Nashwan, **ELHAKEEM,** Ahmed, Financial Contract Administration in Construction via Cryptocurrency Blockchain and Smart Contract: A Proof of Concept, Buildings, 2022, 12, 1072.

**İNAN,** Salih, Kişisel Verilerin Korunması Kapsamındaki Yaptırımlara Karşı Yargısal Başvuru Yolları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Kişisel Verileri Koruma Dergisi, 3(2), 50-65.

**İNCİ,** Serkan, **ALPER,** İsmail, Bıtcoin Devrimi, Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockcahin, Altcoinler., Elma Yayınevi (1. Baskı), Ankara, 2018, s.46.

**KAPANCI,** Kadir, Berk, Özel Hukuk Penceresinden Blokzincir: Sanal Para Değerleri ve Akıllı Sözleşmeler Üzerine Değerlendirmeler, On iki Levha Yayınları 2020, İstanbul, s. 119.

**KAPLANHAN,** Fatih, Kripto Paranın Türk Mevzuatı Açısından Değerlendirilmesi" Bitcoin Örneği", Vergi Sorunları Dergisi, 2018 s. 24, < http://vergisorunlari.com.tr/makale/kripto-paranin-turk-mevzuati-acisindan-degerlendirilmesi-bitcoin-ornegi/8587 >, Erişim Tarihi: 13.08.2021.

**KAR,** Ian, General Blockchain, The latest Customers for The Technology Behind Bitcoin Are NATO and The US Military. Quartz, 2016, < http://qz.com/681580/the-latestcustomersfor-the-technology-behind-bitcoin-are-nato-and-the-usmilitary >, Erişim Tarihi: 21.08.2022.

**KARAHAN,** Çetin ve **TÜFEKÇİ,** Aslıhan, Blokzincir teknolojisinin dijital kimlik yönetiminde kullanımı: bir sistematik haritalama çalışması, Politeknik Dergisi, 23(2), 483-496.

**KARAKÖSE,** İmparator Serhat, Elektronik Ödemelerde Blok Zinciri Sistematiği ve Uygulamaları, Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2017, s. 18.

**KARAMANLIOĞLU,** Argun, Hukuki Yönden Akıllı Sözleşme (Smart Contract) Kavramı, KOSBED, 2018, 35(1), 29 – 42.

**KEL,** Habil Arda, Milletlerarası Ticarette Akıllı Sözleşmelerin Uygulanabilirliği, MHFD, 2(1), 653-669.

**KELLY,** Brian, The Bitcoin Big Bang: How Alternative Currencies Are About To Change The World, John Wiley & Sons, 2014, s. 110.

**KIRBAŞ,** İsmail, Blokzinciri Teknolojisi ve Yakın Gelecekteki Uygulama Alanları, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2018, 9.1: 75-82, < http://ismsemp.com/ISMS/gecmis_sempozyum/ISMS_Paris_Sosyal_Bilimler_C_1.pdf >, Erişim Tarihi: 22.08.2022.

**KIYAK,** Yavuz Selim, **COŞKUN,** Özlem ve **BUDAKOĞLU,** Işıl İrem, Blokzinciri, Akıllı Kontratlar ve Sağlık Alanındaki Üç Uygulama Örneği, Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2019; 22(2), 457-466.

**KNIRSCH,** Fabian, **UNTERWEGER,** Andreas, **ENGEL,** Dominik, Implementing a blockchain from scratch: why, how, and what we learned, Knirsch et al. EURASIP Journal on Information Security (2019) 2019:2, 1-14.

**KOCAÇINAR,** Aslı, İspat Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler, İstanbul Kültür Üniversitesi Dergisi, 20(2), 471-488.

**KOCAYUSUFPAŞAOĞLU** Necip, **HATEMİ** Hüseyin, **SEROZAN** Rona, **ARPACI** Abdülkadir, Borçlar Hukuku Genel Bölüm, (1. cilt, 7. baskı) Filiz Kitabevi, İstanbul, 2017.

KVKK, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, < https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf >, Erişim: 28.08.2022.

KVKK, Kişisel Verileri Koruma Kurulu İlke Kararları, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/7a2f2dc1-b656-4325-9249-73e350c3ea57.pdf>, Erişim: 18.09.2022.

**MARTİNİ** Mario, **WEİNZİERL** Quirin, 'Die Blockchain-Technologie und das Recht auf Vergessenwerden-Zum Dilemma zwischen Nicht-Vergessen-Können und Vergessen-Müssen, Typoskript im Sinne des § 38 Abs. 4 UrhG; das Original ist abgedruckt in der NVwZ, 2017, 1251 ff.

Koin Bülteni (2019). Türkiye'nin Tek Bitcoin ATM'si, İstanbul'da Açıldı, < https://koinbulteni.com/turkiyenin-ilk-bitcoin-atmsi-istanbulda-acildi33985.html

**LAKHANI,** Karim R, **IANSITI,** Marco, The Truth About Blockchain. Harvard Business Review, 2017, s.120, < https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain >, Erişim Tarihi: 16.08.2021.

**LEWENBERG,** Yoad, **SOMPOLINSKY,** Yonatan, **ZOHAR,** Aviv, Inclusive Block Chain Protocols, İçinde: International Conference On Financial Cryptography And Data Security, 2015, s.530.

**LUTHER,** William J., **WHITE,** Lawrence H., Can Bitcoin Become A Major Currency?. 2014, < https://static1.squarespace.com/static/6148a75532281820459770d1/t/61af9dbc0822c95eea02d4fc/1638899133020/CanBitcoinBecomeAMajorCurrency.pdf >, Erişim Tarihi: 03.04.2022.

**MACDONALD,** Trent, Spontaneous Order İn The Formation Of Non-Territorial Political Jurisdictions, 2015, s.8, < http://Ssrn.Com/Abstract=2661250 >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.

**MAGAZZENI,** Daniele, **MCBURNEY,** Peter, **NASH,** William, Validation and Verification of Smart Contracts: A Research Agenda. Computer, 2017, 50.9, 50-

57, < http://www.cs.bath.ac.uk/smartlaw2017/mcburney.pdf >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

**MEMİŞ,** Tekin, **TURAN,** Gökçen, Sermaye Piyasası Hukuku, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2020, s. 60.

**MIERS** Ian, **GARMAN** Christina, **GREEN** Matthew, **RUBIN AVIEL** D.; Zerocoin: Anonymous Distributed E-Cash from Bitcoin, 2013, s. 398, < https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6547123 >, Erişim Tarihi: 22.02.2022.

**MISHKIN,** Frederic S., The Economics of Money, Banking, and Financial Markets, Pearson Education, Pearson Education, Boston, 2017 s. 45.

**MOUGAYAR,** William, The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. John Wiley & Sons, New Jersey, 2016.

**MYLREA,** Michael, **GOURISETTI,** Sri, **NIKHIL** Gupta, Blockchain For Smart Grid Resilience: Exchanging Distributed Energy At Speed, Scale And Security, 2017 s. 2, < https://www.researchgate.net/publication/320748682_Blockchain_for_smart_grid_resilience_Exchanging_distributed_energy_at_speed_scale_and_security >, Erişim Tarihi: 09.10.2021.

**NAKAMOTO,** Satoshi, Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. Decentralized Business Review, 2008, s.3, < https://bitcoin.Org/Bitcoin.pdf >, Erişim tarihi: 28.09.2021.

**NOFER,** Michael, Et Al. Blockchain, Business & Information Systems Engineering, 2017, s. 185.

**ÖZKUL,** Fatma, **ALKAN,** Betül, Dijital Çağda Muhasebenin Dönüşümü:"Blockchain" Teknolojisinde Muhasebe ve Mali Kontroller, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 2020, s.2, <

https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1141223 >, Erişim Tarihi: 18.03.2022.

**ÖZKUL,** Fatma Ulucan ve **BAŞ,** Ece, Dijital Çağın Teknolojisi Blokzincir ve Kripto Paralar: Ulusal Mevzuat Ve Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Mali Yönden Değerlendirme, Muhasebe ve Denetime Bakış, 60(1), 57-74.

**ÖZYÜKSEL,** Suna, **EKINCI,** Mustafa, Blockchain Teknolojisinin Dış Ticarete Etkisinin Örnek Projeler Çerçevesinde İncelenmesi, İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 2020, 3.1: 82-101, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/933301 >, Erişim Tarihi: 28.05.2022.

**PAZAITIS,** Alex, **DE FILIPPI,** Primavera, **KOSTAKIS,** Vasilis, Blockchain and Value Systems in The Sharing Economy, 2017, s.11, < https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01676881/file/52%20-%20%282017%29%20Elsevier%20-%20Blockchain%2C%20value%20creation%20and%20Backfeed.pdf >, Erişim Tarihi: 26.01.2022.

**PAZAITIS,** Alex, **DE FILIPPI,** Primavera, **KOSTAKIS,** Vasilis, 2017,s.112, < https://base.socioeco.org/docs/peer-to-peer..pdf >, Erişim Tarihi: 26.03.2022.

**PETERS,** Gareth W., **PANAYI,** Efstathios, Understanding Modern Banking Ledgers Through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the İnternet of Money, 2015 s.7, < https://arxiv.org/pdf/1511.05740.pdf >, Erişim Tarihi: 13.03.2022.

**PHILIPPE,** Denis, Blockchain and Smart Contract: Lex Cryptographia? Philippe and Partners, < https://philippelaw.eu/wp-content/uploads/2018/12/BLOCKCHAIN-AND-SMART-CONTRACT.pdf >, Erişim: 22.08.2022.

**PILKINGTON,** Marc, Blockchain Technology: Principles And Applications, 2016, s.9, < https://Ssrn.Com/Abstract=2662660 >, Erişim Tarihi: 11.05.2021.

Powercompare (2019), < https://powercompare.co.uk/bitcoin >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.

**RODRIGUES,** Usha R. Law and The Blockchain, Iowa L. Rev., 2018, 104: 679, < https://ilr.law.uiowa.edu/assets/Uploads/ILR-104-2-Rodrigues.pdf >, Erişim Tarihi: 15.12.2021.

**ROMANO,** Diego, **SCHMID,** Giovanni, Beyond Bitcoin: A Critical Look At Blockchain-Based Systems, 2017, s.15, < https://www.mdpi.com/2410-387X/1/2/15 >, Erişim Tarihi: 03.04.2022.

Romanove Schmid, < https://www.researchgate.net/publication/319436630_Beyond_Bitcoin_A_Critical_Look_at_Blockchain-Based_Systems >, Erişim Tarihi: 02.03.2022.

**SANNE** Wass, Maersk And Ibm Go Live With Global Blockchain Trade Platform Tradelens, Global Trade Review, 2018, < https://researchapi.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/59756388/549901_Thesis_2018.pdf >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

**SENKARDES,** Cağla Gül, Blokzincir Teknolojisi ve Nft'ler: Müzik Endüstrisi Üzerine Bir İnceleme. Journal Of Management Marketing And Logistics, s.156, 2021, < http://www.pressacademia.org/archives/jmml/v8/i3/2.pdf >, Erişim Tarihi: 01.03.2022.

**SCHOR,** Lukas, On Zero-Knowledge Proofs İn Blockchains. Medium, 2018. s.22 < https://Medium.com/@Argongroup/On-Zero-Knowledge-Proofs-İn-Blockchains-14c48cfd1dd1 >, Erişim Tarihi: 23.04.2021.

**SCHREY** Joachim, **THALHOFER** Thomas, 'Rechtliche Aspekte der Blockchain' (2017) 20 NJW 1431 vd. İçinde: Sözüer E, Unutulma Hakkı: İnsan Hakları Hukuku Perspektifinden Bir İnceleme, (1. baskı), Onikilevha, İstanbul, 2017.

**SCOTT,** Michael, The essence of the blockchain, <https://miracl.com/assets/pdf-downloads/block.pdf >, Erişim: 22.08.2022

**SIEBEL** Thomas M., Why Digital Transformation is Now on the CEO's Shoulders, McKinsey Quarterly, 2017, s.5.

**SMITH,** Don C., Enhancing Cybersecurity İn The Energy Sector: A Critical Priority, Journal of Energy & Natural Resources Law, 2018, s.375.

SPK, Sermaye Piyasası Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6362.pdf>, Erişim: 12.06.2022.

**STRINGHAM,** Edward, Private Governance: Creating Order in Economic and Social Life, Oxford University Press, USA, 2015. s.42.

**SWAN,** Melanie, Blockchain: Blueprint For A New Economy, " O'reilly Media, Inc., California, 2015, s.33.

**SWANSON,** Tim, Explore The Blockchain, Ignore The Bitcoin Maximalists, American Banker, 2015 s.1170, < https://www.americanbanker.com/opinion/explore-the-blockchain-ignore-the-bitcoin-maximalists >, Erişim Tarihi: 23.05.2021.

**SWANSON,** Tim, Consensus-As-A-Service: A Brief Report on The Emergence of Permissioned, Distributed Ledger Systems, Report, 2015, s. 3, < http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf >, Erişim Tarihi: 21.11.2021.

**TANRIVERDİ** Mustafa, **UYSAL** Mevlüt, **ÜSTÜNDAĞ** Mutlu Tahsin. Blokzinciri Teknolojisi Nedir ? Ne Değildir ?: Alanyazın İncelemesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 12(3), 203-217.

**TAŞ,** Oğuzhan, **KİANİ,** Farzad, Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırılar Üzerine bir İnceleme, Bilişim teknolojileri Dergisi, 11(4), 369-382.

TBK, Türk Borçlar Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf >, Erişim: 18.09.2022.

**TEMTE,** Morgan N., Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts. Wyo, L. Rev., 2019, 19: 87, <

https://scholarship.law.uwyo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1409&context=wlr >, Erişim Tarihi: 28.04.2022.

**TERCİER,** Pierre, **DEVELİOĞLU,** H. Murat, **PİCHONNAZ,** Pascal, Borçlar Hukuku, Genel Hükümler. On İki Levha, İstanbul, 2020, s.794.

**TEVETOĞLU,** Mete, Ethereum ve Akıllı Sözleşmeler, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2021, 12(1), 193-208.

**TRELEAVEN,** Philip, **BROWN,** Richard Gendal, **YANG,** Danny, Blockchain Technology in Finance, Computer, 2017, 50(9), 14-17, < https://www.reply.com/avantage-reply/en/Shared%20Documents/Blockchain-securitization-RMM-Dec-2020.pdf >, Erişim Tarihi: 23.12.2021.

TTK, Türk Ticaret Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6102.pdf>, Erişim: 18.09.2022.

**TURANBOY,** Asuman, 6362 Sayılı Sermaye Piyasası Kanunu Açısından Sermaye Piyasası Aracı ve Menkul Kıymet Kavramları. Prof. Dr. Sabih Arkan'a Armağan, On İki Levha Yayıncılık, İstanbul, 2019, s.55.

**TURANBOY,** Asuman, "Kripto Paraların Ortaya Çıkmaları ve Hukukî Nitelikleri", Banka ve Ticaret Hukuku Dergisi, C. 35, s. 3, 2019, s. 48.

**UZUN,** Hülya, İşletmelerin Blok Zinciri (Blockchain) Uygulamalarında Ticari Birliklerin Rolü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2020, 5(1), 88-109, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1091062 >, Erişim Tarihi: 11.02.2022.

**ÜLKER,** Ülkü, **COŞKUN,** Aysun, Ulusal Bilgi Güvenliğine Yönelik Bir Kriptografi Algoritması Geliştirilmesi ve Harf Frekans Analizine Karşı Güvenirlik Tespiti, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2013, 6(2), s.38.

**ÜNAL,** Gökhan ve **ULUYOL,** Çelebi, Blok Zinciri Teknolojisi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(2), 167-175.

**ÜNSAL,** Ersin, **KOCAOĞLU,** Ömer, Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2018, 13(19, s.61, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/529176 >, Erişim Tarihi: 12.02.2022.

**ÜZÜMCÜ,** Rabia ve **YILDIRIM**, Yasin, Kripto Paraların Hukuki Statüleri Ve Sözleşmeler İçerisindeki Yerleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 2022, 13(33), 271-291.

VUK, Vergi Usul Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.4.213.pdf>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.

**WALCH,** Angela, The Path of The Blockchain Lexicon (And The Law), 2016, s. 12, < https://www.bu.edu/rbfl/files/2017/02/The-Path-of-the-Blockchain-Lexicon-Feb-13-2017-Draft.pdf >, Erişim Tarihi: 29.04.2022.

**WANG,** Wenshi, A Vision For Trust, Security And Privacy Of Blockchain. İçinde: International Conference On Smart Blockchain., Springer, Cham, Germany, 2018, s.96.

**WATANABE,** Hiroki, **FUJİMURA,** Shigeru, **NAKADAİRA,** Atsushi, **MİYAZAKİ,** Yasuhiko, **AKUTSU,** Akihito, **KİSHİGAMİ,** Jay. (2015). Blockchain contract: A complete consensus using blockchain, 577-578. 10.1109/GCCE.2015.7398721.

**WERBACH,** Kevin, Trust, But Verify: Why The Blockchain Needs The Law, Berkeley Technology Law Journal, 2018, s. 492, < https://btlj.org/data/articles2018/vol33/33_2/Werbach_Web.pdf >, Erişim Tarihi: 14.03.2022.

**WILLIAMSON,** Oliver E., The Economic Institutions of Capitalism. Free Press., New York, 1985, s:76.

**WILLIAMSON,** Oliver E., Markets And Hierarchies: Analysis and Antitrust İmplications: A Study in The Economics of İnternal Organization, The Free Pres, London, 1975. s.45.

**WOOD,** Gavin, Dapps: What Web 3.0 Looks Like. & 'What is Web, 2014, s.3., < https://gavwood.com/dappsweb3.html >, Erişim Tarihi: 21.12.2021.

**XU**, Xiwei, **PAUTASSO**, Cesare, **ZHU**, Liming, **GRAMOLİ,** Vincent, **PONOMAREV**, Alexander, **TRAN,** An Binh, **CHEN**, Shiping, The blockchain as a software connector. In: Proceedings of 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA2016), Venice, Italy, 2016, s.182-191.

**YARDIMCI,** Taner Emre, İcra Takibi Yoluyla Bitcoin Alacağının İleri Sürülmesi ve Borçlunun Bitcoininin Haczedilmesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2019, 23.3: 97-128, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/790180 >, Erişim Tarihi: 07.05.2022.

**YARDIMCIOĞLU,** Mahmut, **ŞERBETÇİ** Gamze, Bıtcoın'in Yapısı Ve Yasa Dışı Kullanımı, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/606149 >, Erişim: 12.07.2022.

**YAVUZ,** Melih, Ekonomide Dijital Dönüşüm: Blockchaın Teknolojisi ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2019, 4.1, 15-29, < https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/724464 >, Erişim Tarihi: 16.01.2022

**YENER,** Emre, Dijital Girişimcilikte Blok Zincir Teknolojilerinin Rolü Ve Bir Model Önerisi: Blok Zincir Tabanlı İkinci El Araç Alım Satım Platformu (Sechandchaın), İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

**YILDIZ,** Yiğit, Büyük Veri Teknolojisi ve Vergi Denetimi Etkileşimi, Vergi Raporu, 2019, s. 236, <

https://vergiraporu.com.tr/ReadArticle.aspx?Id=c2e3a052-dd82-4bb0-b508-2453294781e0 >, Erişim Tarihi: 11.12.2021.

**YLI-HUUMO,** Jesse, Et Al., Where İs Current Research On Blockchain Technology?—A Systematic Review. Plos One, 2016 s. 6, < https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0163477 >, Erişim Tarihi: 17.09.2021.

**ZHENG,** Zibin, **XIE,** Shaoan, **DAİ,** Hong-Ning, **CHEN,** Xiangping, **WANG,** Huaimin, 2018. Blockchain challenges and opportunities: A survey. International Journal of Web and Grid Services, 2018, 14(4), s.557.

**ZÜMBÜL,** Hatice 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Çerçevesinde "Kişisel Veri" Kavramı, <https://www.zumbul.av.tr/tr/makaleler/ki-isel-veri-kavram#:~:text=Avrupa%20Adalet%20Divan%C4%B1%2C%2019%20Ekim,olarak%20de%C4%9Ferlendirilmesi%20gerekti%C4%9Fi%20sonucuna%20ula%C5%9Fm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r>, Erişim Tarihi: 21.08.2022.

**ZYSKIND,** Guy, **NATHAN,** Oz, **PENTLAND,** Alex, Decentralizing Privacy: Using Blockchain To Protect Personal Data. 2015 s. 181, < https://homepage.cs.uiowa.edu/~ghosh/blockchain.pdf >, Erişim Tarihi: 19.03.2022.