



# İstanbul Hukuk Mecmuası

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Başvuru: 07.12.2018  
Revizyon Talebi: 07.03.2019  
Son Revizyon Tarihi: 20.06.2019  
Kabul: 20.06.2019

## Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var Mı?

Mesut Serdar Çekin<sup>\*</sup>

### Öz

Blockchain teknolojisi şifrelenmiş halde verileri kayıt altına alan, merkezi bir müessese tarafından tutulmayan ve şifrelenmiş haldeki bütün bilgilerin sisteme dâhil olan herkesle paylaşıldığı bir sicil niteliği taşımaktadır. Bu sicilde yapılan işlemler, bloklar halinde kaydedilmekte, bu bloklar birbirleriyle bağlantılı hale getirilmekte ve her yeni işlemin onaylanabilmesi için önceki işlemlere dair bilgilerin değiştirilmemiş halde aynen muhafaza edilmiş olması şartı aranmaktadır. Bu sebeple blockchain teknolojisi, aracı kurumları ortadan kaldıran, her katılımcıya eşit imkânlar sunan ve manipüle edilmesini neredeyse imkânsız olan bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Özellikle ‘Bitcoin’ olarak nitelendirilen dijital para birimi, bu teknolojiye dayanmakla birlikte, blockchainin uygulama alanı bununla sınırlı değildir. Bununla birlikte blockchain teknolojisinin yeksenak bir görünümü söz konusu değildir. Bilakis kamuya açık ya da kapalı olarak kurulabilen ağlarda işlemlerin onaylanması da zaman ve onaylayacak kişiler açısından farklılık gösterebilmektedir.

Blockchain ağında gerçekleştirilen işlemlere bir çerçeve sunan akıllı sözleşmeler ise, sistem katılımcılarının aralarında sadece kripto para işlemlerinin ötesine geçerek bir çok farklı işlem yapma imkanı tanımaktadır. Özellikle sözleşmelerin ifası aşamasında taraflara büyük kolaylıklar sunabilecek ve zamanda tasarruf sağlayacak bu tür sözleşmelerin de birçok farklı görünüş türleri mevcuttur. Bununla birlikte işlem geçmişinin değiştirilemeyeceği esasına dayanan blockchain teknolojisi ve bu teknolojiyle bağlantılı olarak akıllı sözleşmeler, aynı zamanda veri koruma hukuku ve borçlar hukuku açısından birçok sorunu da beraberinde getirmektedir.

Çalışmanın amacı, blok-zinciri teknolojisinin mevcut hukuk düzenimiz açısından, özellikle veri koruma hukuku ve borçlar hukuku açısından değerlendirilmesidir.

### Anahtar Kelimeler

Blockchain (Blok Zincir) teknolojisi • Akıllı sözleşmeler • Bitcoin • Dağıtık veri tabanı • Sözleşmenin iptali • Sözleşmenin uyarlanması • Sözleşmeden dönme • Unutulma hakkı

### Blockchain Technology and Smart Contracts in terms of Law of Obligations and Data Protection Law

### Abstract

Blockchain technology is essentially a registry that records data in encrypted form, which is not kept by a central organization, and all information in encrypted form is shared with every participant in the system. The transactions carried out in this register are recorded in blocks, these blocks are linked to each other and each new transaction must be kept unchanged with the information of the previous transactions in order to be approved. For this reason, blockchain technology is considered to be a technology that eliminates intermediary institutions, offers equal opportunities to every participant and is almost impossible to manipulate. In particular, the digital currency, referred to as co Bitcoin, is based

<sup>\*</sup> Sorumlu Yazar: Mesut Serdar Çekin (Dr.), Türk-Alman Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Medeni Hukuk Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. Eposta: cekin@tau.edu.tr ORCID: 0000-0002-3808-5332

Atf: Çekin M S, “Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var Mı?” (2019) 77(1) İstanbul Hukuk Mecmuası 315 <https://doi.org/10.26650/mecmua.2019.77.1.0012>

on this technology, but blockchain technology is not limited to this. There is no uniform appearance of the blockchain technology.

Smart contracts, which provide a framework for transactions on the blockchain network, allow system participants to make many different transactions among them by simply going beyond crypto currency transactions.

However, blockchain technology based on the principle that the transaction history cannot be changed and the smart contracts associated with this technology also bring many problems in terms of data protection law and law of obligations.

The aim of this study is to evaluate block-chain technology in terms of our current legal order, especially in terms of data protection law and law of obligations.

**Keywords**

Blockchain-technology • Smart contracts • Bitcoin • Decentralized network • Termination of the contract • Right to be forgotten

***Extended Summary***

Blockchain technology is essentially a registry that records data in encrypted form; which is not kept by a central organization; and where all the information in encrypted form is shared with every participant in the system. The transactions carried out in this register are recorded in blocks which are linked to each other and each new transaction must be kept unchanged with the information of the previous transactions in order to be approved. For this reason, blockchain technology is considered to be a technology that eliminates intermediary institutions, offers equal opportunities to every participant and is almost impossible to manipulate. The digital currency referred to as Bitcoin is based on this technology, but blockchain technology is not limited to this. The trust established by intermediary institutions such as banks and various governmental institutions is replaced in this system by the fact that each participant has knowledge about each transaction and thus can personally check whether the transaction is real or not. In terms of private enterprises, especially in the banking, transportation and production sectors, but also in the public sector such as land registry, population or health services, it is hoped that this technology will lead to more efficiency. However, there is no uniform appearance to blockchain technology. On the contrary, the networks that can be established as open or closed to the public and the approval of the transactions may differ in terms of time and the persons who are entitled to approve block/transactions.

Smart contracts, which provide a framework for transactions in the blockchain network, allow system participants to make many different transactions among the group by simply going beyond crypto currency transactions.

There are many different aspects of this kind of contracts which can provide great convenience to the parties and save time, especially during the execution of the contracts. While money transfers constitute the simplest of these transactions, other

transactions are more complex - a loan agreement or a real estate sale can be realized within the same transaction or networks where autonomous vehicles automatically deliver products to the network participants can be established with charging stations and distribution systems which can operate autonomously.

However, blockchain technology is based on the principle that the transaction history cannot be changed and the smart contracts associated with this technology also bring many problems in terms of data protection law and law of obligations. First of all, an answer should be sought in the blockchain network about how to conclude a contract, when will it be established, and when will it come into effect. In particular, the so-called fork blocks that are not accepted gain importance in this context. In a currently established contract, there are different possibilities such as the cancellation, adaptation and withdrawal of contracts if one of the parties' wills is disabled. In addition, in terms of those contracts concluded by the restricted, our legal order stipulates various regulations. In all these cases, although a valid transaction may appear in the blockchain network, the legal order will void this transaction.

Therefore, a discrepancy between the legal situation and the blockchain network will occur. At the stage of the execution of the contracts, our legal order has placed the interests of one party above the interests of the other party in various examples. If the execution of contracts is carried out automatically, these protection mechanisms will be disabled.

The fact that a transaction in the past cannot be changed in any way may also contradict the Law on the Protection of Personal Data. In this context, although it is open to debate whether personal data is in question or not, the right of the person concerned to request the deletion of personal data will be impossible if this question is answered positively. This will require the deletion of the corresponding process in the entire network, which will cause the block chain to 'break'. The question of how the right to be forgotten, which has been the subject of discussion in recent years, can be applied within the framework of this technology also raises questions. The identification of the data controller in the blockchain network is also an important problem. Within this framework, there are different actors such as the programmer of the network, the participants, the actors who determine the conditions of participation in the network and also miners. It will be necessary to determine which of these actors are responsible for the processing of personal data.

The aim of this study is to evaluate block-chain technology in terms of our current legal order, especially in terms of data protection law and the law of obligations.

## Giriş

19. Yüzyılın sonlarına doğru Kıta Avrupası'nda yaygınlaşan kodifikasyon girişimlerinin neticesinde bugün halen yürürlükte olan medeni kanun düzenlemeleri mevcuttur. Bu kodifikasyonların belki de en hayrete düşürücü tarafı, dönemin şartları esas alınarak kaleme alınmasına rağmen bugün halen geçerliliğini yitirmemiş olmalarıdır. Gerçekten de 20. Yüzyılın başlarında beş kilo buğdayın satımı ile aynı Yüzyılın sonlarında gerçekleştirilen bir bilgisayar yazılımının satımına ilişkin işlem, aynı hukuki düzenlemelerle gerçekleştirilebilmektedir. Yine milyar dolarlık piyasa değerine sahip olan şirketlerin alım-satım işlemleri de, özü itibarıyla bir satım sözleşmesidir. Ancak neredeyse bir asırdan bu yana bütün gelişmelere rağmen geçerliliğini muhafaza etmeyi başaran kanunlarımızı, blockchain teknolojisi ve bunun mümkün kıldığı akıllı sözleşmeler sebebiyle yeniden gözden geçirme ihtiyacı meydana gelmiştir. Özellikle bugüne kadar mutlak doğru olarak kabul gören paradigmalardan bu teknoloji karşısında geçerliliğini ne kadar muhafaza edebileceği hususunun açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Newton'un yer çekimi dünya görüşünden Einstein'ın genel görecelilik dünya görüşüne geçiş, Say'ın klasik ekonomisinden Keynes'in makroekonomi anlayışına, daha sonra da Keynesyen ekonomiden parasalcı paradigmaya geçiş, farklı bilim alanlarındaki klasik paradigma değişimlerine<sup>1</sup> örnek olarak gösterilebilmektedir.

Kıta Avrupası hukuk düzeninde özel hukuk sülhelerinin aralarındaki münasebetlerini hukuki açıdan düzenlemeleri hususunda en önemli etken kuşkusuz iradedir. Liberalizm, aydınlanma ve sanayi devriminin harmanlanmasıyla bireyselliğin ön plana çıktığı, kişinin kendi kaderini kendisinin tayin edebileceğine olan inancın kuvvetlendiği bir dönemde kanun koyucuların esas aldığı bu ilkeye göre hür ve eşit konumda olan bireyler, gerçekleştirdikleri bir pazarlık neticesinde irade sahibi olur, karşılıklı iradelerin uyuşması vesilesiyle de hukuki anlamda kendilerini bağlarlar<sup>2</sup>. Hukuk düzeninin iradeye attığı önem, sözleşmenin kurulmasından başlayıp, sözleşmenin

<sup>1</sup> Paradigma değişimi kavramı için bkz. Thomas Samuel Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (3rd edn, University of Chicago, 1996): "Bilimsel teoriler, doğa olaylarını açıklayabildiği sürece bilime 'normal bilim' denir. Doğa olaylarını açıklayan teorilerin bütünü bilim adamlarının sahip olduğu paradigmaları şekillendirir. Normal bilim sürecinde bilimsel istikrar sürerken, bilim adamlarının araştırma sonuçları öyle bir noktaya getirebilir ki araştırma bulguları sahip oldukları paradigmalarda çelişir. Başlangıçta paradigmaları tehdit eden bu bulgular kabul edilmek istenmez ve görmezlikten gelinir. Bu aşamaya 'kriz durumu' denir. Ancak araştırma safhaları ilerledikçe ve çeşitliliği arttıkça elde edilen bulguların kabul görmekte olan paradigma ile olan çelişkisi artar ve bilimin inatçılığı kırılmak zorunda kalır. Bu kriz durumunu aşmak için bilim adamları eski paradigmalarını yeni bir paradigma ile değiştirmek zorunda kalırlar. Bilimsel istikrar ve süreklilik böylece bozulmuş olur. Periyodik olarak bilimsel devrimler bu aşamalarla sürüp gider. Bir zamanlar bilimsel devrim olan yeni paradigma artık normal bilim haline gelmiştir. Bir sonraki yeni bir bilimsel devrime kadar bilim, istikrarını ve sürekliliğini korur. Yeni kriz çıktığında istikrar ve süreklilik tekrar kesintiye uğrar. Bilim bu şekilde döngüsel olarak gelişir. Normal bilimi devrim izler, sonra yine normal bilim, arkasından devrim, ... bilimsel devrimlerin yapısı budur. Bilimsel devrimlerin sonunda paradigmadaki bir değişim, bilimsel araştırmanın temel kavramlarını değiştirir ve eski paradigmalarda hiç bağdaşmayan yeni kanıt standartlarını, araştırma tekniklerinin ve teorilerin önünü açar", (Bilal Güneş'ten naklen, *'Paradigma Kavramı Işığında Bilimsel Devrimlerin Yapısı ve Bilim Savaşları: Cephelelerdeki Fizikçilerden Thomas S. Kuhn and Alan D. Sokal'* (Kış 2003) 1(1) Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 23, 27).

<sup>2</sup> Manfred Wolf and Jörg Neuner, *Allgemeiner Teil des Bürgerlichen Rechts* (11th edn, C.H. Beck 2016) § 10 Rn. 28 vd.; Werner Flume, *Allgemeiner Teil des Bürgerlichen Rechts* (1st edn, Springer 1979) 1 vd.; Fikret Eren, *Borçlar Hukuku Genel Hükümler* (22nd edn, Yetkin 2017) 16 vd.; Necip Kocayusufpaşaoğlu, Hüseyin Hatemi, Rona Serozan and Abdülkadir Arpacı, *Borçlar Hukuku Genel Bölüm*, (1st vol, 7th edn, Filiz 2017) 503 vd.

ifasından sonraki aşamalara dahi sirayet etmektedir. Sözleşmenin kuruluşu aşamasında iradenin yokluğu, sözleşmenin de yokluğuna, dolayısıyla hiçbir şekilde hüküm doğurmamasına sebebiyet vermekte<sup>3</sup>, iradenin sakatlanması halinde ise geçerli olarak kurulan sözleşmenin sonradan geçersiz hale gelebilmesine yol açabilmektedir. Yanılma, hile, gabin gibi durumlar, hukuk düzeninin sakatlanan iradenin yeniden düzeltilebilmesi için sunduğu imkânları teşkil etmektedirler. Yine irade serbestisi ilkesi doğrultusunda kişiler, BK m. 27’de belirtilen sınırlar çerçevesinde istedikleri kişilerle ve diledikleri içerikle sözleşme akdetme imkânına sahiptir<sup>4</sup>. Sözleşmenin ifası aşamasında da iradelerin uyuşmasına ve tarafların bağlanmasına rağmen bir tarafın borcunu hiç ya da gereği gibi ifa etmemesi halinde alacaklıya devletin güç tekelinden yararlanma imkânı sağlanmakta, dolayısıyla borcunu ifa etmeyen, bu sebeple de uyuşan iradelere aykırı davranan tarafa karşı devletin güç kullanma yetkisinden istifade etme fırsatı sunulmaktadır. Hukuk düzeninin iradeye atfettiği önem sayesinde kişi, devletin gücünü arkasına alıp, uyuşan iradeler doğrultusunda karşı tarafı ifaya ya da meydana gelen zararın tazminine zorlayabilmektedir<sup>5</sup>. Gündelik hayatta bunun sıkça karşılaşılan örneğini, sözleşmeden doğan borcunu ifa etmeyen borçlunun cebri icra yoluyla bu ifaya zorlanması hali oluşturmaktadır. Dolayısıyla iradeye atfedilen bu önem, borçlar hukukumuzda esas alınan paradigmalardan biridir.

Borçlar hukukunun temelinde nasıl hür ve eşit konumda olan bireyler esas alınıyorsa, veri koruma hukukunda da verisini paylaşan ilgili kişi ile söz konusu verileri toplayan ve işleyen bir veri sorumlusu esas alınmaktadır. Bu iki aktöre bir takım hak ve yükümlülükler getirilmekte, ayrıca kamu birimlerinin bu ilişkiye müdahale etme imkânı da öngörülmektedir. Dolayısıyla veri koruma hukukunda kural olarak veri sorumlusu ile ilgili kişi arasında karşılıklı bir ilişki esas alınmaktadır. Yine bu çerçevede bir paradigmadan bahsetmek mümkündür.

Her ne kadar borçlar hukukumuz ve veri koruma hukukumuz bu temel ilkeler üzerine inşa edilmiş olsa da, özellikle blockchain teknolojisi ve bununla bağlantılı olarak akıllı sözleşmeler, bu temel ilkelerle çatışan unsurları beraberinde getirmektedir. Öyle ki bu çatışmanın, hukuk düzenimizde bir paradigma değişimini zorunlu kılıp kılmayacağı incelemeye muhtaç hale gelmiştir. Çalışmanın amacı, bu sorulara cevap aramak ve mümkün olduğu takdirde muhtemel çözüm önerileri sunmaktır.

## I. Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler

Günümüzde neredeyse her yeni buluş, bir devrim olarak nitelendirilmekte, bunların hayatımızı ve yaşayış tarzımızı derinden etkileyeceği vaat edilmektedir.

<sup>3</sup> Kocayusufpaşaoğlu, Hatemi, Serozan and Arpacı (n. 2) 580-581.

<sup>4</sup> Kocayusufpaşaoğlu, Hatemi, Serozan and Arpacı (n. 2) 527 vd.; Eren (n. 2) 17.

<sup>5</sup> Ancak dikkat edilmelidir ki burada kişiler, kendi aralarında “kanun koyucu” olarak hareket etmemekte, uyuşan iradelerden doğan yükümlülüklerin ifası aşamasında cebri icra kanunla öngörülen bir imkân olduğu için mümkün hale gelmektedir, bkz. Flume (n. 2) 5 ve orada dn. 4’te Savigny’e yapılan atıf.

Blockchain teknolojisi ve bununla bağlantılı olarak akıllı sözleşmeler, internetin yaygınlaşması, akıllı telefonların hayatımıza girmesi, Big Data ve yapay zeka gibi teknolojik gelişmeler zincirinin bir halkası olarak nitelendirilebilecektir. Elbette bu teknolojilerden menfaat elde etmek isteyen kişiler, bunların hayatımızı derinden etkileyeceğini belirtmektedirler<sup>6</sup>. Son dönemlerde özellikle ‘Bitcoin’ ve diğer dijital para birimlerinin popülerliği dikkate alındığında bu öngörülerin bir nebze de olsa haklılık payı olduğu söylenebilecektir. Ancak blockchain ve akıllı sözleşmeleri hukuki açıdan irdeleyebilmek için öncelikle bunların işleyiş biçimini izah etmek gerekecektir.

## 1. Blockchain Açısından İnternetin Kısa Tarihçesi

Blockchain ve akıllı sözleşmelerin hayatımıza olan muhtemel etkilerini kavrayabilmek için öncelikle internetin, daha doğrusu bağlantılı iletişimin tarihçesine kısaca değinmek gerekecektir<sup>7</sup>. Şöyle ki www1 olarak nitelendirilen internet iletişiminin ilk halinde, web sayfasının sunucusu tarafından hazırlanmış ve karşı tarafın katkıda bulunma imkânı olmayan TCP/IP protokolleri mevcuttu. Sosyal medya ve paylaşım ekonomisi kavramlarıyla gelinen www2 aşamasında ise internet programlanabilir hale gelmiş, tek taraflı olmaktan çıkmış ve sunucu ile kullanıcı arasında interaktif bir etkileşim söz konusu olmuştur. Bununla birlikte kişisel verilerin büyük çapta toplandığı ve işlendiği merkezi kuruluşlar meydana gelmiştir. Gerçekten bugün Facebook, Google, Uber, Amazon gibi şirketler, her saniye devasa veri miktarlarını toplamakta ve çeşitli amaçlar doğrultusunda işlemektedirler.

Blockchain teknolojisi ise merkezi kuruluşu ortadan kaldırmaktadır. Bu sistemde Google, Facebook gibi verileri toplayan merkezi bir otorite ortadan kalkmakta, ağa katılan herkes, birbiriyle bağlantı kurmakta ve işlemlerin geçerliliği de herkes tarafından tasdik edilmektedir. Dolayısıyla www3 aşamasında merkezi ağlar ortadan kalkmakta, her katılımcı birbiriyle bağlantılı hale gelmekte, merkezi bir güven kurumunun yerini katılımcıların bütünü almaktadır. Bununla birlikte verilerin tek elde toplandığı “veri monarşisinden”, verilerin herkesin elinde eşit bir şekilde bulunduğu ve işlendiği “veri demokrasisine” geçişten bahsedilmektedir<sup>8</sup>.

## 2. Blockchain Teknolojisinin İşleyiş Şekli

Blockchain ağı, özü itibariyle farklı katılımcılardan ve bunların gerçekleştirdiği farklı işlemlerden müteşekkil bir veri tabanından başka bir şey değildir. Ancak bu

<sup>6</sup> Don Tapscott and Alex Tapscott, *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*, *passim*, eBook.

<sup>7</sup> İlk çıkışından sosyal medyaya kadarki dönem hakkında bkz. Barry M. Leiner, Vinton G. Cerf, David D. Clark, Robert E. Kahn, Leonard Kleinrock, Daniel C. Lynch, Jon Postel, Larry G. Roberts and Stephen Wolff, ‘Brief History of the Internet’ (*Internet Society*, 1997) <[https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-History-of-the-Internet\\_1997.pdf](https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-History-of-the-Internet_1997.pdf)> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>8</sup> Bkz. Shermin Voshmgir and Valentin Kalinov ‘Blockchain Handbook: A Beginners Guide’ (*Blockchain Hub*, 2017) <<https://s3.eu-west-2.amazonaws.com/blockchainhub.media/Blockchain+Technology+Intro.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

teknolojinin yeknesak bir görünüş biçimi mevcut değildir. Bilakis uygulamada blockchain teknolojisinin farklı şekillerine rastlamak mümkündür. Bu bağlamda en önemli ve esaslı ayırım, blockchain ağının kamuya açık olup olmadığına dairdir. Katılımın serbest olduğu, bir diğer ifade ile herkese açık olan blockchain ağlarının en meşhur örneği kuşkusuz bitcoin kripto para birimidir. Bunun yanında katılım şartlarının bir kişi ya da müessese tarafından belirlendiği ve katılım için belirli şartların aranabildiği özel ya da kamuya kapalı blockchain ağları da mevcuttur. Nüfus, tapu gibi kamu hizmetlerinin blockchain ağı üzerinden gerçekleştirilmesi, bu tür blockchain ağlarına örnek olarak gösterilebilecektir. Bunun yanında onayın ya da mutabakatın kim veya kimler tarafından sağlanacağına göre de ayırımı gitmek mümkündür. Bazı ağlarda mutabakat için işlemin nodelerin çoğunluğu tarafından onaylanması yeterli iken (proof of work) diğer ağlarda seçilmiş üye grupları münhasıran onay verme yetkisine sahiptirler<sup>9</sup>. Bir diğer ayırım ise ödüllendirme sistemiyle alakalıdır. Buna göre sistemin işleyişini mümkün kılan veri madencilerinin ödüllendirilmesi doğrudan sicil üzerinden ya da sicile bağlı bir çıkar şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Blockchain teknolojisine dayalı bir veri tabanını oluşturmak için öncelikle bu ağın programlanması gerekmektedir. Bitcoin örneğinden hareket edilecek olursa, Satoshi Nakamoto<sup>10</sup> isimli şahıs/topluluk tarafından programlanan ve yayımlanan<sup>11</sup> bitcoin ağına katılan kullanıcılar katılım için gerekli olan uygulamayı telefon ya da bilgisayarlarına indirdiklerinde kamuya açık (public key) ve kişiye özel (private key) olmak üzere iki anahtar elde etmektedirler. Ayrıca uygulamayı indiren katılımcılar, aynı zamanda o ana kadar oluşturulmuş olan bütün blokları ve bununla birlikte bu blokların içerdiği bütün verileri, yani özellikle o ana kadar blockchain ağında gerçekleştirilen bütün işlemlerin hashlerini de indirmektedirler.

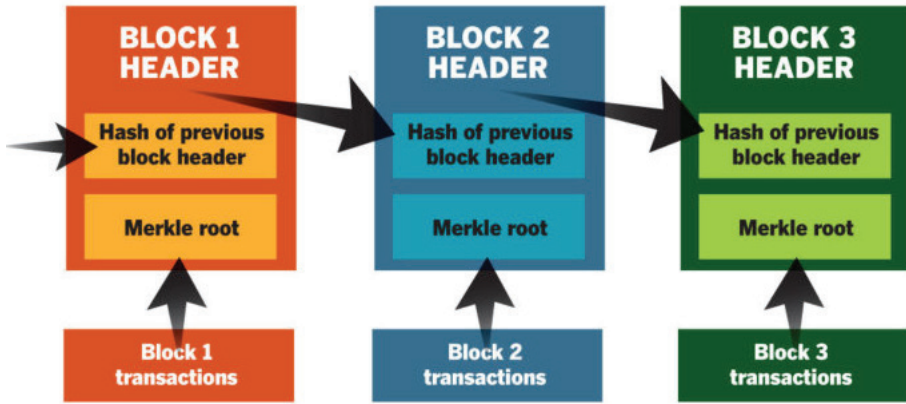
Blockchain teknolojisinin özünde şifreleme işlemi yatmaktadır. Bu sebeple Bitcoin gibi dijital para birimleri için ‘kripto’ para birimi tanımı kullanılmaktadır. Katılımcılar işlem yapmak istediklerinde işlemi yapacakları, yani “kripto parayı” gönderecekleri kişinin kamuya açık anahtarını kullanarak paranın kime gönderileceğini belirlemekte, kişiye özel şifreyle de para gönderme işlemi onaylamaktadırlar. Ancak bütün bu işlemler, belirtildiği üzere şifrelenmekte, bu şifrelere de ‘hash’ ismi verilmektedir. Her işlem için bir hash oluşturulmakta edilmekte, bu sayede ağa katılan herkesin gerçekleştirdiği bütün işlemler bir havuzda toplanmaktadır. Hashlerin toplandığı havuz, belirli bir büyüklüğe oluştuğunda yeni bir blok oluşturulmaktadır. Bu bloğun büyüklüğü ve blok oluşturma periyodları, ağdan ağa farklılık göstermektedir. Örnek olarak bitcoin ağında her on dakikada yeni bir blok oluşturulmaktadır. Dolayısıyla

<sup>9</sup> Dirk Achenbach, Ingmar Baumgart and Jochen Rill, ‘Die Blockchain im Rampenlicht, Technologie von der Stange – oder besser nach Maß?’ (2017) 41(11) DuD 673, 675.

<sup>10</sup> Gerçekte böyle bir kişinin olup olmadığı bilinmemekle birlikte, Satoshi Nakamoto’nun takma isim olduğu hususunda görüş birliği mevcuttur.

<sup>11</sup> White paper için bkz. Satoshi Nakamoto ‘Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System’ (Bitcoin.org, 2009) <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

bitcoin ağında oluşturulan her bir blok, son on dakika içerisinde gerçekleştirilen bütün işlemleri, bunların miktarını, alıcı ve satıcılarını hash halinde şifreli bir şekilde içermektedir. Bununla birlikte söz konusu blok da kendine mahsus bir hashe sahiptir. İşte o güne kadar daha henüz hiçbir blok için bulunmamış bir şifreyi oluşturmak, data mining olarak nitelendirilen işlemin en basit tarifidir. Bir diğer ifade ile her blok, kendine mahsus dijital bir parmak izine sahiptir. Yeni bir blok oluşturulabilmesi için de yeni bir parmak izinin bulunması gerekmektedir. Böyle bir hash bulunduğu anda data mining işlemini yapan kişi yeni bloku ağa sunmaktadır. Her ağ katılımcısının o ana kadar bütün geçmiş bloklara sahip olduğu belirtilmiştir. Bitcoin ağında oluşturulan yeni blok, önceki bloklardaki bütün verilerle kıyaslanarak bütün ağ katılımcılarının en az % 51 tarafından tasdik edildiğinde geçerli ve yeni blok olarak işlem görmektedir<sup>12</sup>. Aynı zamanda her bir blok, kendinden önceki bütün blokların da hashlerini içermektedir. Dolayısıyla bütün bloklar birbirleriyle öyle bir şekilde bağlantılıdır ki, önceki bloklarda yapılan en ufak bir değişiklik dahi ondan sonraki blokları etkileyecektir. Bir diğer ifade ile yeni işlemlerin onaylanabilmesi için o ana kadarki bütün önceki blokların hiçbir şekilde değiştirilmemiş haliyle aynen muhafaza edilmiş olması ve yeni işlemleri içeren blokun bu şekilde eski bloklara eklenmiş olması gerekmektedir. Bu sayede geçmişte yapılan hiçbir işlem manipüle edilemeyecek, aksi halde gerçekleştirilen işlem diğer ağ katılımcıları tarafından onaylanmadığı için geçerlilik kazanamayacaktır.



Network World

### 3. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contracts)

Akıllı sözleşmeler 1994 yılında bilgisayar bilimcisi ve şifreleme uzmanı Nick Szabo tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: “Akıllı sözleşmeler, dijital şekilde sıralanmış ve protokoller içeren taahhütler bütünüdür ki taraflar, bu protokollere göre

<sup>12</sup> Ancak belirtildiği üzere doğrulama işleminin çoğunluk tarafından değil de, öncelikli ağ mensupları tarafından gerçekleştirildiği başka ağlar da mevcuttur (proof of stake); daha geniş bilgi için bkz. Dirk Achenbach, Ingmar Baumgart and Jochen Rill (n. 9) dn. 10.



taahhütlerini ifa ederler”<sup>13</sup>. Aslında akıllı sözleşmelerin en ilkel halini her alışveriş merkezinde rastlanabilecek olan sakız otomatları oluşturmaktadır. Ancak akıllı sözleşmeleri hukuki açıdan ilginç kılan husus, blockchain teknolojisidir. Şöyle ki akıllı sözleşmenin ifası için, katılımcılardan bağımsız bir mekanizma gerekmektedir. Bu aracı bir taraftan bütün katılımcıların güvenine sahip olmalı, diğer taraftan da sözleşmeyi uygun maliyete ve hızlı bir şekilde ifa edebilmelidir. İşte tam bu noktada blockchain teknolojisi, aracıyı ortadan kaldırması, teknolojinin sunduğu imkânlar sayesinde hızlı ve hesaplı çözümler sunması sebebiyle akıllı sözleşmeleri cazip hale getirmektedir<sup>14</sup>.

Akıllı sözleşmeler, kural olarak blockchain ağına üye katılımcıların protokol şeklinde bir yazılım (contractware) sayesinde aralarında gerçekleştirdikleri işlemleri ifade etmektedir. Bununla birlikte yazılımda belirlenen şartların gerçekleşip gerçekleşmediği hususunda dış âlemden gelecek verilere ihtiyaç duyuluyorsa, bu bilgiler “oracle” olarak nitelendirilen araçlar tarafından sağlanmaktadır.

Sözleşme protokolü, çok basit şekilde olabileceği gibi çok karmaşık da olabilir. Örnek olarak bitcoin ağına üye olan bir kişinin diğerine para göndermesi, basit bir işlem olarak nitelendirilebilir. Blockchain ağına üye kişi, aynı ağa kayıtlı olan sunucudan müzik ya da video gibi dijital bir içerik satın alıp bilgisayarına indirip ödemeyi de aynı ağ üzerinden dijital para birimiyle gerçekleştirdiğinde iki tarafa da borç yükleyen bir ilişki meydana gelmektedir. Bu tür sözleşmelerin daha karmaşık örneklerinde otonom araçlar, ödeme işlemini yapan ağ katılımcılarına paketlerini dağıtmakta, otonom şekilde şarj istasyonlarında araçlarını şarj etmekte ve otoban kullanımında gerekli ödemeleri gerçekleştirmektedir. Akıllı sözleşmelerin en karmaşık hali olarak ise an itibarıyla otonom dağıtık şirket (‘decentralized autonomous organization’) örneği gösterilmektedir<sup>15</sup>. 2016 yılında Christopher Jentzsch tarafından yayınlanan White Paper’da<sup>16</sup> ilgili kişi, DAO’yu şu şekilde tanımlamıştır: Ethereum-Blockchain ağı üzerinde programlanan koda göre öncelikle ağ katılımcılarından sermaye toplanır. Organizasyona Ether olarak adlandırılan para birimi gönderen kişiler, bunun karşılığında onlara mülkiyet ve oy hakkı veren Token kazanmaktadırlar. Organizasyon hayata geçtikten sonra her Token sahibi, toplanan sermayenin nasıl kullanılacağına dair önerilerde bulunabilecek, belirli bir çoğunluk sağlandığı takdirde program otomatik olarak toplanan sermayeyi, katılımcıların uzlaştığı amaç doğrultusunda kullanmaya başlayacaktır. Bunun üzerine Jentzsch,

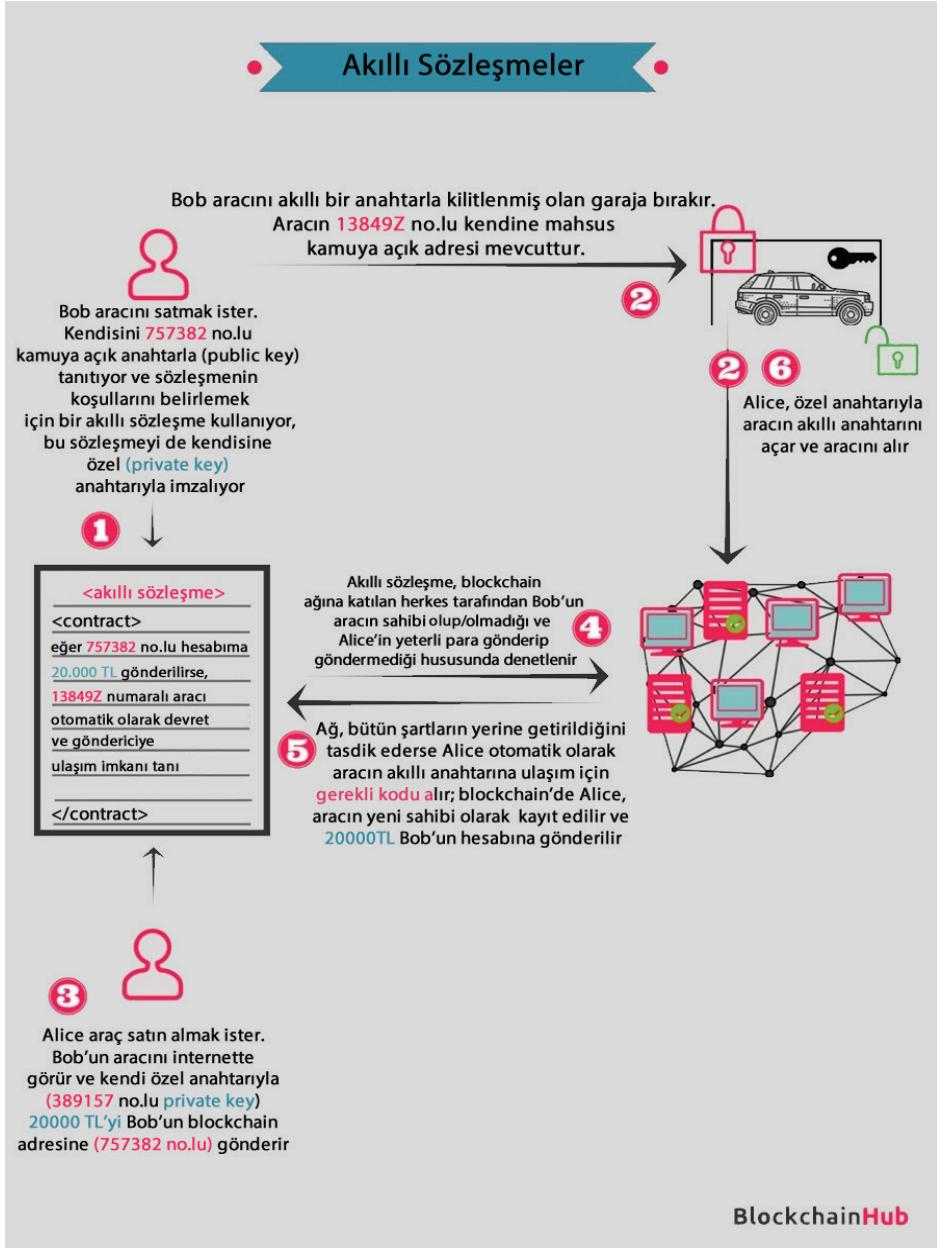
<sup>13</sup> Nick Szabo, ‘Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets’ (1996) <[http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html)> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>14</sup> Martin Heckelmann, ‘Zulässigkeit und Handhabung von Smart Contracts’ (2018) 8 NJW 504, 505; Jörn Heckmann and Markus Kaulartz, ‘Selbsterfüllende Verträge, Smart Contracts: Quellcode als Vertragstext’ (2016) 24 c’t Heft 138, 138.

<sup>15</sup> Achenbach, Baumgart and Rill (n. 9) 675.

<sup>16</sup> Söz konusu White Paper’a ulaşım için <<https://download.slock.it/public/DAO/WhitePaper.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

toplam 160 Milyon USD civarında para toplamış, bu sayede tarihin en büyük kitlesel fonlama projesini gerçekleştirmiştir. Nihayet contractware olarak nitelendirilen program kodu, yapay zekânın sunduğu imkânlar dikkate alınarak geliştirildiğinde algoritmaların bütünüyle kendi kendine, insan müdahalesine gerek kalmaksızın karmaşık işlemleri gerçekleştirmesi dahi mümkün hale gelecektir.



Akıllı Sözleşme Örneği, <https://blockchainhub.net/smart-contracts/>

## II. Borçlar Hukuku Açısından Değerlendirme

Blockchain teknolojisi ve bu teknolojiyle mümkün hale gelen akıllı sözleşmeler, borçlar hukukumuzda kabul gören en temel ilkelerin sorgulanmasına sebebiyet vermektedir. Nitekim kişilerin karşılıklı ya da tek taraflı olarak bir borç altına girebilmelerinde en önemli unsur, kişinin iradesidir. Oysa özellikle yapay zekâyâ dayalı akıllı sözleşmelerde bu iradenin arka plana itildiği gözlemlenmektedir. Hukuk düzenimiz ayrıca sakatlanan iradenin düzeltilebilmesi için birtakım imkânlar sunsa da, bu imkânların blockchain sisteminde nasıl kullanılacağı soru işaretlerine sebebiyet vermektedir.

### 1. Sözleşmenin Kurulması

Blockchain ağında bir akıllı sözleşmenin kurulabilmesi için öncelikle irade beyanı niteliği taşıyan icap ve kabulün varlığı aranacaktır. Taraflar kural olarak hazır bulunmayacakları için hazır olmayan kişiler arasında yapılan sözleşmeler söz konusu olacak ve bu sebeple de icabın irade beyanı niteliğiyle yapılması ve karşı tarafa varması hususlarının incelenmesi gerekecektir.

#### a. Beyanın Yapılması

Her ne kadar hukukumuzda açık bir düzenleme mevcut olmasa da, beyanın yapılması, “beyan sahibinin, karşı tarafın bu beyanı öğrenmesi için, hayat tecrübelerine ve özel olayın hal ve şartlarına göre kendisine düşeni yapması” olarak tanımlanmaktadır<sup>17</sup>. Akıllı sözleşmelerde ise beyanın yapılması, ağ katılımcısı olan kişinin kendisine tahsis edilen özel anahtarıyla işlemi onaylaması anında gerçekleşmiş sayılmalıdır<sup>18</sup>.

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

Öncelikle belirtelim ki Türk hukukunda “hazır bulunmayan bir başka kişiye karşı yapılması gereken irade beyanlarında da varma esas” alınmaktadır<sup>19</sup>. İrade beyanının blockchain ağında diğer tarafa ne zaman vardığı konusu ise ciddi sorunlara sebebiyet vermektedir. Bu bağlamda ilgili beyanı içeren blokun blok zincirine bağlanması anının esas alınması önerilmektedir<sup>20</sup>. Ancak bu değerlendirme, kanaatimizce akıllı sözleşmeler açısından eksiktir. Nitekim icap, blockchain ağında sözleşme protokolünün kullanıcının özel anahtarıyla imzalanması şeklinde gerçekleşmekte, ardından bu kullanıcının icabına karşılık gerçekleşen kabul beyanı da, karşı tarafın özel anahtarıyla onaylanmakta, ancak bu aşamadan sonra bütün işlem blockchain ağına dâhil edilmekte ve ağ tarafından onaylanmayı beklemektedir. Dolayısıyla bu çerçevede irade beyanının karşı tarafa varması, sözleşmenin kurulması ve sözleşmenin hüküm doğurması aşamalarını birbirinden ayırt etmek gerekecektir.

<sup>17</sup> Kocayusufoğlu, Hatemi, Serozan and Arpacı (n. 2) 153.

<sup>18</sup> Heckelmann (n. 14) 505.

<sup>19</sup> Kocayusufoğlu, Hatemi, Serozan and Arpacı (n. 2) 155.

<sup>20</sup> Heckelmann (n. 14) 505.

Kanaatimizce irade beyanı, ilgili kişinin özel anahtarıyla beyanını onaylaması anında yapılmış sayılmaktadır. İlgili sözleşme protokolü özel anahtarla onaylandığı ve ağ katılımcılarıyla paylaşıldığı an itibariyle artık sözleşmenin bütün ağ katılımcıları tarafından ulaşılabilir hale geldiğini de kabul etmek gerekecektir. Dolayısıyla umuma açık bir icap söz konusu olmakla birlikte, bu icabın en geç ağ katılımcılarının herhangi birisi tarafından kabul edilmesi, yani bu kişinin özel anahtarıyla işlemi onaylaması anında karşı tarafa ulaşmış olduğu kabul edilmelidir. Ancak sözleşmenin henüz kurulup kurulmadığı hala kesinleşmemiştir. Zira bunun için söz konusu işlemin bütün ağ katılımcıları tarafından tasdik edilmesi, yani yeni bir blok oluşturulması gerekmektedir. Yukarıda yapılan açıklamalar dikkate alındığında, bütün ağ katılımcıları tarafından gerçekleştirilen işlemlerin bir havuzda toplandığı, bu çerçevede o ana kadar kullanılmamış bir hash ile yeni bir blok oluşturulduğu ve söz konusu blokun ağ katılımcılarının çoğunluğu ya da yetkili kişiler tarafından onaylanması halinde blokun geçerli blok olarak kabul edildiği belirtilmiştir. Dolayısıyla yeni blokun oluşturma anını, sözleşmenin kurulduğu an olarak kabul etmek söz konusu olabilir. Ancak bazı durumlarda bir blok oluşturulmakta, fakat ağ katılımcılarının çoğunluğu tarafından kabul görmediği için zincir başka bir blok üzerinden devam etmektedir<sup>21</sup>. Bu gibi durumlarda söz konusu blok geçersiz hale gelmektedir. Kabulün gönderilmesi, yani karşı tarafın işlemi özel anahtarıyla onaylaması, sözleşmenin hüküm doğurması açısından yeterli olmayacak, söz konusu işlemin geçerli bir blok içinde ağ katılımcılarının çoğunluğu tarafından tasdik edilmesi ya da onaya yetkili kişiler tarafından onaylanması şartı aranacaktır.

Bu sebeple sözleşmenin kurulma zamanı olarak çoğunluk ya da yetkililer tarafından yeni blok oluşturulması anı esas alınacak, ancak BK md. 11 f. 1 gereği bu sözleşme, kabulün gönderildiği, yani kabul beyanının özel anahtarla onaylandığı an itibariyle hükümlerini doğurmaya başlayacaktır. Bununla birlikte BK md 11 f. 1'e benzer geriye etkili bir sonuç öngörmeyen Alman hukukunda, sözleşmenin kurulması ile sözleşmenin hüküm doğurması arasındaki dönemde gerçekleştirilen işlemin içerisinde bulunduğu blok kesin olarak geçerli sayılana kadar işlemin askıda hükümsüz olarak nitelendirilebileceği de savunulmaktadır<sup>22</sup>.

## 2. İrade Sakatlıkları

Mevcut hukuk düzenimizin varsayımları ve blockchain teknolojisinin teknik özelliklerinin çeliştiği bir başka nokta da, irade sakatlıkları halleridir. Zira hukuk düzenimiz, insan iradesini esas aldığı anda, bu iradenin yanılığa düşmesi ya da irade dışı müdahaleler neticesinde meydana gelen sözleşmelerde, yanılığa düşen ya da irade dışı müdahalelerle iradesi sakatlanan sözleşme tarafında, ilgili sözleşmeyi iptal

<sup>21</sup> Daha geniş bilgi için <<http://www.bitcoinakademi.org/soft-fork-hard-fork-nedir-etkileri-nelerdir/>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>22</sup> Heckelmann (n. 14) 506.

etme ya da söz konusu sözleşmenin uyarlanmasını talep etme haklarını tanımaktadır. Bu sayede kurulan sözleşme, geriye etkili olarak geçersiz hale gelebilecek ya da sözleşmenin içeriği taraf iradeleri ya da hâkimin müdahalesiyle değiştirilebilecektir.

Ne var ki sözleşmenin geriye etkili olarak geçersiz hale gelmesi, blockchain teknolojisinin en temel unsurlarından olan değiştirilemezlik ilkesine aykırı düşmektedir. Belirtildiği üzere blockchain ağına dâhil olan herkes, yapılan bütün işlemleri içeren block zincirine sahiptir. Yeni yapılan bir işlemin onaylanabilmesi için bu işlemi içeren blokun tasdik edilmesi gerekmektedir. Ancak yeni blok, eski blokların bir devamı olduğu için ve blok zincirinin yeni bir halkası niteliği taşıdığı için, geçmişteki bütün bloklara dair bilgilerin değiştirilmemiş halde bulunması gerekmektedir ki, ancak bu şekilde diğer bütün katılımcılardaki mevcut bilgilerle eşleştirilip tasdik edilebilsin. Oysa sözleşmenin irade sakatlıkları sebebiyle geriye etkili olarak geçersiz hale gelmesi demek, geçmişteki bloklarda gerçekleştirilmiş ve onaylanmış bir işlemin tekrar silinmesi ya da değiştirilmesi anlamına gelecektir. Ağ katılımcılarından birisi bu işlemi yaptığı takdirde kendisinde bulunan bilgiler, diğer ağ katılımcılarında mevcut olan verilerle aynı olmayacak, dolayısıyla kişinin yaptığı işlemler geçersiz olacaktır. Bu sebeple sözleşmenin iptali ya da uyarlanması gibi değişikliklerin blockchain ağına işlenebilmesi için katılımcıların % 51'inden fazlasında böyle bir değişikliğin yapılması gerekecektir ki, merkezi bir müessese ya da otorite tanımayan blockchain sisteminde böyle bir değişikliğin sadece tek bir katılımcı tarafından gerçekleştirilmesi an itibarıyla imkânsızdır.

Dolayısıyla irade sakatlıkları sebebiyle sözleşmenin geriye etkili olarak geçersiz kılınması, sözleşmenin uyarlanması gibi imkânlar her ne kadar hukuk düzenince kabul edilse de, bunların teknik açıdan blockchain ağına aktarılması an itibarıyla imkânsız gözükmektedir. Bu durum ise hukuki âlem ile gerçek âlem arasında ciddi bir çelişkiye yol açmaktadır<sup>23</sup>.

### 3. Sözleşmenin Dili

10 Nisan 1916 tarih ve 805 sayılı İktisadi Müesseselerde Mecburi Türkçe Kullanılması Hakkında Kanun m. 1'e göre "*Türk tabiiyetindeki her nevi şirket ve müesseseler, Türkiye dâhilindeki her nevi muamele, mukavele, muhabere, hesap ve defterlerini Türkçe tutmağa mecburdurlar.*" Bu yükümlülüğe aykırı davranılması halinde ise m. 4'e göre kanuna aykırı düzenlenmiş belge ve evrak, bunlara dayalı olarak hak iddia eden taraf lehine yorumlanmayacaktır. Yargıtay da aynı doğrultuda "*Kanun'un 4. maddesi uyarınca, 1. maddede belirtilen şirket ve müesseseler, işlemlerini Türkçe yapmadıkları takdirde, söz konusu sözleşmelere ve belgelere dayanamazlar*" ifadelerine yer vermiştir<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Bkz. Joachim Schrey and Thomas Thalhofer, 'Rechtliche Aspekte der Blockchain' (2017) 20 NJW 1431, 1436.

<sup>24</sup> Yargıtay 11 HD, 2051/5292, 04.05.2009.

Bu izahat karşısında öncelikle, blockchain ağında akdedilen akıllı sözleşmenin içeriğinin ne olduğunun araştırılması gerekecektir. Belirtildiği üzere blockchain ağı üzerinde yapılan sözleşmeler özü itibariyle bir program kodundan ibarettir. Her ne kadar farklı kod dilleri mevcut olsa da, bunların “Türkçe” olarak nitelendirilmesi imkânsızdır. Dolayısıyla en azından iktisadi müesseseler açısından ilk bakışta sözleşmelerin geçersizliği riski gündeme gelebilir.

Ancak bu aşamada sözleşmenin içeriğini program koduyla sınırlandırmak yerine program kodunu sözleşmenin ifası aşamasıyla alakalı görmek kanaatimizce daha isabetli olacaktır. Gerçekten de bir vitrinde sergilenen ürünün altında belirtilen fiyat, her ne kadar satıcının sözlü olarak ve fiilen “bu ürünü bu fiyata satmak istiyorum” demesi anlamına gelmese de, satıcının bu hareketi, hukuk düzenince böyle anlaşılıyorsa, blockchain ağına sözleşmenin şartlarını belirleyerek programlamayı gerçekleştiren icapta bulunan tarafın da, aynı şekilde program dilini kullanarak bir irade beyanında bulunduğunu söylemek mümkün olacaktır. Dolayısıyla taraf iradelerinin program kodu dışında uyduğunu, dolayısıyla sözleşme içeriğinin de sadece program koduyla sınırlı olmadığını, tarafların bunun dışında ilaveten anlaşmış olduğunu benimsemek, isabetli bir çözüm yolu olabilecektir.

#### 4. Sözleşmenin Şekli

Sözleşmenin dili gibi sözleşmenin şekli de yeni gelişen teknolojiler ışığında ciddi sorunlara sebebiyet verebilecek niteliktedir. Öte yandan BK m. 12 f. 2’ye göre şekil şartına aykırılığın sözleşmenin hükümsüzlüğünü beraberinde getirdiği dikkate alındığında, şekil şartının önemi daha da artmaktadır. Dolayısıyla özellikle tapu, motorlu taşıtlar gibi sicillerin bütünüyle blockchain teknolojisiyle işletilmesi amaçlandığında<sup>25</sup> şekil şartına dair hükümlerin de uyumlu hale getirilmesi, yine de şekil şartının amaçlarından olan tarafları düşündürmeye sevk etme işlevinin farklı şekillerde gerçekleştirilmesi için gerekli önlemlerin alınması kaçınılmaz olacaktır.

#### 5. Borçların İfası/İfa Engelleri

Nihayet kurulan sözleşmeden doğan borçların ifası aşamasında da mevcut hukuk sistemiyle birçok çelişki gündeme gelebilecektir. Nitekim blockchain teknolojisine dayalı akıllı sözleşmelerin en büyük avantajlarından biri, belirtildiği üzere borçların ifası aşamasında sağladığı kolaylıklardır. Özellikle iki tarafa borç yükleyen sinlagmatik ilişkilerde taraflardan birisi borcunu ifa ettiğinde diğerine de sistem tarafından alacağına kavuşma imkânı sunulmaktadır. Bunun en basit örneği, blockchain ağı üzerinden ev kiralayıp ödeme yapan, bunun üzerine kendisine belirli

<sup>25</sup> Hollanda’nın tapu işlemlerinde blockchain teknolojisini kullanmayı amaçladığı hakkında bkz. <<https://cointelegraph.com/news/netherlands-land-registry-to-test-blockchain-solution-for-real-estate>> Erişim Tarihi Ağustos 2018. Tapu sicilinin bu teknolojiye dayalı olarak işletilebilmesi açısından muhtemel sorunlar ve çözüm önerileri hakkında bkz. <<https://www.ethnews.com/potential-challenges-to-adopting-a-blockchain-land-registry>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

bir otel odasına giriş için şifre gönderilen kişidir. Kiracı ödemesini zamanında yapmadığı takdirde ise kişiye tahsis edilen şifre iptal edilecek ve giriş hakkı ortadan kalkacaktır. Diğer bir önekte akıllı sözleşme sayesinde araç satın alan sözleşme tarafı, kendisine gönderilen şifre sayesinde otoparkta bulunan aracı devralıp kullanmaya başlamaktadır.

Her ne kadar ilk bakışta sözleşmeden doğan borçların ifası aşamasında blockchain ağına dayalı olarak borçların otomatik olarak ifa edilmesi masraf ve zamandan tasarruf gibi gözükse de, böylesine bir yaklaşım, borçlar hukukumuzda öngörülen menfaat dengesi ve risk dağılımına aykırı düşecektir. Bu menfaat dengesine sadece birkaç örnek verecek olursak: BK m. 136 f. 1'e göre borcun ifası, borçlunun sorumlu tutulamayacağı sebeplerle imkânsız hale geldiği takdirde borçlu borcundan kurtulmaktadır. Her ne kadar borçlu borcundan kurtulmuş olsa da, değiştirilemezlik ilkesine dayalı olan blockchain ağına bu değişikliğin yansıtılması gerekecektir. Dolayısıyla irade sakatlıkları hallerinde olduğu gibi ifa engelleri aşamasında da hukuki durum ile fiili durum arasında farklılıklar kaçınılmaz hale gelecektir. Yine kira sözleşmesinde borcunu zamanında ifa etmeyen kiracıya BK m. 315 f. 1 çerçevesinde kiraya veren tarafından süre verilmeli, bu süreye rağmen kira bedelinin ödenmemesi halinde sözleşmenin feshedileceği belirtilmelidir.

Yukarıda verilen iki örnek dahi göstermektedir ki kanun koyucu, birçok alanda sözleşme taraflarının menfaatlerini ve sözleşme tipinin özelliklerini dikkate alarak çeşitli düzenlemeler öngörmüştür. Sözleşmelerden doğan borçların bu gibi hükümler dikkate alınmaksızın, belirli şartların yerine getirilmesi ya da getirilmemesi halinde otomatik olarak ifa edilmesi ya da sözleşme taraflarının birtakım haklardan mahrum bırakılması, mevcut hukuk sistemimizle bağdaştırılabilecek nitelikte değildir.

Bununla birlikte bir sözleşmenin farkı aşamalarına ilişkin kayıtların farklı zincirlerle tutulması teknik açıdan mümkün olduğu takdirde kanunun özel hükümlerine uygun bir şekilde akışın sağlanması mümkün hale gelecektir. Bu sebeple blok zinciri teknolojilerinin gelişimi aşamasında hukuk düzeninin gereksinimlerinin dikkate alınması kaçınılmaz hale gelmektedir.

### **III. Veri Koruma Hukuku Açısından Değerlendirme**

Blockchain teknolojisi ve bununla bağlantılı olarak akıllı sözleşmelerin, bir asır öncesi hazırlanan borçlar kanunu hükümleriyle uyumlu olmaması makul gözükabilir. Ancak söz konusu teknoloji, insanların dijital gelişmelerin içerdiği risklere karşı korunmasını amaçlayan ve göreceli olarak “yeni” bir alan olarak nitelendirilebilecek olan veri koruma hukuku alanındaki düzenlemelerle de çalışmaktadır. Şöyle ki veri koruma hukuku alanındaki düzenlemeler, çalışmanın başlangıcında incelenen internetin tarihçesi bölümünde belirtildiği üzere verilerin merkezi bir müessese

tarafından toplanması ve farklı amaçlarla işlenmesi halini esas almaktadır. Ayrıca bu müessese, veri üzerinde dilediği şekilde tasarrufta bulunma yetkisine sahip olduğu için ilgili kişi de, kanunda kendisine tanınan hakları veri sorumlusundan talep edebilecektir. Oysa şifreleme esasına dayanan ve merkezi herhangi bir müessese tanımayan blockchain ağı, veri koruma hukukundaki işaret edilen söz konusu temel varsayımlarla çelişmektedir. Dolayısıyla söz konusu teknolojinin veri koruma hukuku özelinde incelenmesi gerekmektedir.

## 1. Kişisel Veri

Öncelikle açıklığa kavuşturulması gereken husus, blockchain ağında mevcut olan bilgilerin kişisel veri niteliği taşıyıp taşımadığıdır. Daha önce de belirtildiği üzere blockchain teknolojisinin dayandığı esaslardan birisi de şifrelemedir. Dolayısıyla her işlem, oluşturulan her blok, şifrelenmekte, bu sayede kural olarak gizlilik sağlanmaktadır. Aşağıda bitcoin ağında 531328 no.lu bloka ait bilgiler yer almaktadır. Burada özellikle ilgili bloka mahsus dijital parmak izi olarak nitelendirilebilecek olan hash, önceki blocka ait hash ve özellikle blok çerçevesinde gerçekleştirilen işlemlere dair hashler yer almaktadır. Burada özellikle işlem hacmi, tarihi ve kullanıcıların kullandığı kamuya açık anahtara dair bilgilere ulaşmak mümkündür. Öte yandan bütün bu bilgiler, aşağıdaki resimde de açıkça görüleceği üzere sadece rakam ve harflerden ibarettir. Dolayısıyla blockchain ağında doğrudan kişinin adı, soyadı, kimlik bilgileri, sağlık bilgileri ya da konum bilgileri mevcut değildir.

### Blok #531328

Özet	Hash'ler
İşlem Sayısı	2792
Çıktı Toplam	12,132.67083331 BTC
Tahmini İşlem Hacmi	739.88558447 BTC
İşlem Ücretleri	0.34446036 BTC
Yükseklik	531328 (Ana Zincir)
esrar	0000000000000000020f33b45e56f153c516320dc734d5cb03b6ea801a0a655
Önceki Blok	0000000000000000011171b7152be3ec305b2e8031e8f94b681b74baff128ff
Sonraki Blok (lar)	
Merkle Kök	1bdf417b10ef842c29d43cc27cabe656ad79407d7062c45ad4584e1046b52312
1af4ffcd3575faabb05dafa0b1cc6d516b6a70d3cb0dd35cac6e7d95ac58b1d6d	2018-07-10 12:34:19
33iggqilEEzTGrsHb7Fbrz6gGfahV9LVZt	3BMEXsmEGovHWISZDYPv4JtoRd1x35CSnA 18vabZgKs4UCoxGnE3vX54yDgDdcpGhaJL
	0.095 BTC 0.02222051 BTC 0.11722051 BTC
4947847ab7fad217ce5720e01fa9f2da5c67d9b57d0a9c35b41cd46591551	2018-07-10 12:25:58
3DqmmJknZAVm2hKFSbxfajLuvH9jDyXKIVq 3H883GbdZ6kgKvqwXHL5CP55b1LZ2PTq5 386Ay8FF56NpZ9ekAARcfCnnNjuMHwA42sX 33ioZgo7Q9fuNUmFFGT1CquDXS8zYoK6 3EhzfITXLeGyZGSttAJV3KvSpzZar8eBLn 3FDXv345vYZGMr4nyAa2tj52j6zQlID3G	33XZ169onACSKhxgVhBYIEy1tdDGG7Krg 31o8RM3B9D5LkfpogFUyxtugmDZaH1pVhc
	0.01192592 BTC 8 BTC 8.01192592 BTC

Bitcoin ağında oluşturulan 531328 no.lu blok ve örnek olarak iki işlem detayı, <<https://www.blockchain.com/tr/btc/block/0000000000000000020f33b45e56f153c516320dc734d5cb03b6ea801a0a655>> Erişim Tarihi Temmuz 2018.



Kişisel veri, 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ('KVKK') m. 3 b. d)'ye göre "*Kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgi*" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre blockchain ağında kaydedilen bilgiler, ancak belirlenebilir kişiye ilişkin bilgi olabilecektir. Ancak kişinin hangi hallerde belirlenebilir olduğu da tartışmalıdır. Bu çerçevede mutlak ve nisbi belirlenebilirlik görüşleri ortaya atılmıştır. Mutlak belirlenebilirlik görüşüne göre veri sorumlusunun kimliği ve hangi amaçla ilgili verileri işlediği önem taşımamakta, verisi işlenen kişinin kimliğini tespit etmeye hizmet edebilecek nitelikte üçüncü kişilerin elinde bulunan bilgiler de veri sorumlusunun hâkimiyetinde kabul edilmektedir. Nisbi belirlenebilirlik görüşünde ise sadece veriyi işleyen kişinin kimliği ve bilgisi esas alınacaktır<sup>26</sup>. Avrupa Adalet Divanı, dinamik IP-adreslerinin kişisel veri niteliğinde olup olmadığına ilişkin *Breyer* kararında ise dinamik IP-adresini elinde bulunduran kişinin makul imkânlar dâhilinde internet erişim sağlayıcısından kişiye dair bilgi elde etme imkânı söz konusu olduğu takdirde IP-adreslerinin de kişisel veri niteliği taşıyabileceğine hükmetmiştir<sup>27</sup>.

Bu çerçevede öncelikle blockchain ağının umuma açık ya da kapalı olup olmadığına göre bir ayırım yapmak isabetli olacaktır. Şayet blockchain ağına katılım için belirli bir yere kayıt gerekiyorsa ya da kamuya açık ve kişiye mahsus anahtar belirli kişi ya da kuruluşlar tarafından kişilere tahsis ediliyorsa, bu kişiler ilgili kişiyi belirleyebilecek bilgiye sahip olabilecektir<sup>28</sup>. Ancak kamuya açık ağlarda da durum farklı değildir. Öncelikle kamuya açık anahtarın kullanılması da kişinin belirlenebilir hale gelmesine sebebiyet verebilecektir. Özellikle Big-Data analiz uygulamaları sayesinde birçok farklı kaynaktan elde edilen verilerin bir araya getirilmesi sayesinde kamuya kapalı ağlardaki kişilerin dahi tespit edilmesi mümkündür<sup>29</sup>. Ancak yine de somut olay şartlarının dikkate alınması kaçınılmazdır. Bilakis sadece *Breyer* kararına atıf yaparak şifrelenmiş her türlü verinin kişisel veri niteliği taşıdığı sonucuna varmamak gerekmektedir<sup>30</sup>.

Bu çerçevede tartışılan bir diğer husus, blockchain ağına katılan ve fakat ticari amaç gütmeyen nodelerin (blockchain ağı katılımcıları 'node' olarak nitelendirilmektedir) da veri koruma hukuku düzenlemelerine tabi olup olmayacaklarıdır. Nitekim Fransız

<sup>26</sup> Daha geniş bilgi için bkz. Mesut Serdar Çekin, *6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu* (1st edn, Onikilevha 2018) 35 vd.

<sup>27</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-582/14, 19.10.2016.

<sup>28</sup> Mario Martini and Quirin Weinzierl, 'Die Blockchain-Technologie und das Recht auf Vergessenwerden Zum Dilemma zwischen Nicht-Vergessen-Können und Vergessen-Müssen' (2017) 17 NVwZ 1251, 1253.

<sup>29</sup> Böyle bir uygulamaya örnek olarak bkz. <[www.chainanalysis.com](http://www.chainanalysis.com)>; daha geniş bilgi için Alex Biryukov, Dmitry Khovratovich and Ivan Pustogarov 'Deanonymisation of Clients in Bitcoin P2P Network, CCS '14 Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security' (2014) 15 vd.

<sup>30</sup> Nitekim uygulamada *Breyer* kararına dayanılarak her türlü verinin kişisel veri olarak kabul edildiğine dair ifadelere rastlamak mümkündür. Her ne kadar başka bir araştırma konusu olsa da kanaatimizce bu kararın dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir. Zira kanaatimizce Mahkeme, somut olayda savcılık ile IP adreslerini elinde tutan farklı kuruluşları bir tutmuş, ayrıca savcılığın ancak istisnai durumlarda söz konusu bilgilere erişim yetkisi olacağı gerçeğini yeterince dikkate almıştır.

Veri Koruma Otoritesi (CNIL), blockchain hakkında yayınladığı görüş bağlamında katılımcının veri sorumlusu olarak nitelendirilebilmesi için bu kişinin (1) gerçek kişi olması ve veri işlemenin ilgili kişinin mesleki ya da ticari bir faaliyetiyle bağlantılı olması ya da (2) tüzel kişinin kişisel verileri blockchain ağında kaydetmesi şartlarını aramaktadır<sup>31</sup>. Bu görüşün dayanağı olarak ilgili kurum özellikle Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzük'ü ('GDPR')<sup>32</sup> Art. 2'de benimsenen aile içi kullanım istisnasına işaret etmektedir. Tıpkı KVKK md. 28 f. 1 b. a)'da öngörüldüğü gibi ilgili kişi kişisel veri işleme faaliyetini "tamamen kendisiyle veya aynı konutta yaşayan aile fertleriyle ilgili faaliyetler kapsamında" gerçekleştirdiği takdirde kanun hükümleri uygulama alanı bulmayacaktır. Ancak bu görüş, haklı olarak eleştirilmektedir. Nitekim veri koruma düzenlemelerinin uygulama alanı bulabilmesi için ilgili faaliyetin ticari ya da mesleki bağlamda gerçekleştirilmesi şartı aranmamaktadır. Bir diğer ifade ile "tamamen kendisiyle veya aynı konutta yaşayan aile fertleriyle ilgili" olmayan her faaliyet, mutlaka ticari ya da mesleki faaliyet olmak zorunda değildir. Bilakis Avrupa Adalet Divanı, Lindqvist<sup>33</sup>, Satamedia<sup>34</sup> ve Yahova Şahitleri<sup>35</sup> kararlarında ilgili düzenlemenin dar yorumlanması gerektiğine işaret etmiş, özellikle bilginin belirsiz sayıda insan için ulaşılabilir hale getirilmesi halinde bu istisna hükmünün uygulama alanı bulamayacağına hükmetmiştir<sup>36</sup>. Dolayısıyla blockchain ağına ticari ya da mesleki amaç gütmeksizin katılan nodelerin Kanun ya da Tüzük hükümlerinden muaf tutulması görüşüne katılmak imkân dâhilinde gözükmemektedir. Bilakis blockchain ağı çerçevesinde gerçekleştirilen işlemlere dair bilgilerin bütün ağ katılımcılarıyla paylaşılması, söz konusu işlemi "tamamen kendisiyle veya aynı konutta yaşayan aile fertleriyle ilgili faaliyet" kapsamının dışına çıkartmaktadır.

Dolayısıyla her ne kadar blockchain teknolojisinin en önemli unsurlarından birisi şifreleme olsa da, Avrupa Adalet Divanı içtihatları ve bununla bağlantılı olarak son dönemde yaygın hale gelen Big-Data analiz uygulamaları sayesinde ilgili kişilerin belirlenebilir hale geldiğini söylemek mümkündür<sup>37</sup>.

<sup>31</sup> Rapor için bkz. <<https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/blockchain.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>32</sup> Council Regulation (EC) 2016/679 of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Council Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN>> Erişim Tarihi Ağustos 2018; AB Bakanlığı'nın Türkçe çevirisi için bkz. <<https://www.kisiselverilerinkorunmasi.org/wp-content/uploads/2017/09/GDPR-T%C3%BCrk%C3%A7e-%C3%87eviri-AB-Bakan%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>33</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-101/01, 6.11.2003.

<sup>34</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-73/07, 16.12.2008.

<sup>35</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-25/17, 10.07.2018.

<sup>36</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-101/01, 06.11.2003, kn. 47; C-73/07, 16.12.2008, kn. 35, 44; C-25/17, 10.07.2018, kn. 40.

<sup>37</sup> Hans Bechtolf and Niklas Vogt, 'Datenschutz in der Blockchain – Eine Frage der Technik Technologische Hürden und konzeptionelle Chancen' (2018) 2 ZD 66, 69-70; Philipp Quiel, 'Blockchain-Technologie im Fokus von Art. 8 GRD und DS-GVO – Ein Zwiespalt zwischen Innovation und unioalem Datenschutzrecht?' (2018) 42(9) DuD 566, 567 vd.; Rainer Böhme and Paulina Pesch, 'Technische Grundlagen und datenschutzrechtliche Fragen der Blockchain-Technologie' (2017) 41(8) DuD 473, 478.

## 2. Veri Sorumlusu

Blockchain ağında kaydedilen verilerin kişisel veri niteliği tartışmalı olmakla birlikte, yukarıda yapılan izahat çerçevesinde bir çözüm yolu bulmak mümkün gözükmemektedir. Ancak söz konusu teknolojinin mevcut hukuk düzeninin varsayımlarına zıt düştüğü asıl noktalardan birisi, kuşkusuz veri sorumlusunun belirlenmesidir. Şöyle ki, veri koruma hukuku alanında yapılan düzenlemelerin çoğunda merkezi bir müessesenin, aracının ya da kurumun birçok kişiden veri elde etmesi ve bu verileri işlemesi esas alınmaktadır<sup>38</sup>. Bu sebeple KVKK m. 3 b. 1) çerçevesinde veri sorumlusu “*Kişisel verilerin işleme amaçlarını ve vasıtalarını belirleyen, veri kayıt sisteminin kurulmasından ve yönetilmesinden sorumlu olan gerçek veya tüzel kişi*” olarak tanımlanmakta, ilgili kişinin hakları bu kişiye yöneltilmekte, Kişisel Verileri Koruma Kurulu bu kişiyle muhatap olmakta ve nihayet kanundan doğan yükümlülükler bu kişiyi muhatap almaktadır. Bu konseptte göre veri hakkında tasarruf yetkisine sahip olan kişi, aynı zamanda verinin hukuka uygun kullanımı hususunda da sorumluluk altına alınmaktadır. Bir diğer ifade ile sorumlu olabilmek için veri üzerinde bir yetki, bir tasarruf imkânı, verinin “kaderini” tayin edebilme ihtimali söz konusu olmalıdır. Oysa blockchain ağında dağıtık veri mevcut olmakla birlikte veriler, merkezi bir yerde kayıt altına alınmamakta ve işlenmemekte, bilakis bütün katılımcılara dağıtılmaktadır.

Blockchain ağında veri sorumlusunu tayin edebilmek için öncelikle blockchain ağındaki farklı aktörleri tespit etmek gerekecektir. Bu aktörler, kodu programlayan, ağı hayata geçiren kişiler, ağda işlem yapan sözleşme tarafları, blockchain’i bilgisayarına ya da cep telefonuna indiren her bir node ya da yeni blok oluşturan veri madencileridir.

Kamuya açık ve kamuya kapalı blockchain ağları arasında bir ayırım yapılacak olursa, kamuya açık ağlarda programlayan, kodu yayınlamakla artık tasarruf yetkisini de elinden çıkarmaktadır. Tıpkı bir yazılım geliştiricisi gibi bu kişi de yazılımı kullanan kişilerin ürettiği veriler üzerinde tasarruf yetkisini haiz olmayacaktır. Bu bağlamda özellikle programı yazan kişinin, ağına saldırıya uğraması sonrasında yazılımı geliştirme imkânına sahip olmasının, kendisine başlı başına veri sorumlusu sıfatını kazandırmayacağı vurgulanmaktadır. Zira katılımcıların yeni yazılıma onay verme zorunluluğu söz konusu değildir. Dolayısıyla programlayıcının bu kişiler üzerinde herhangi bir nüfuzu söz konusu değildir. Buna örnek olarak Decentralized Autonomous Organization olarak nitelendirilen ve blockchain ağı vesilesiyle gerçekleştirilen kitlesel fonlama projesi çerçevesinde milyonlarca dolar değerinde kripto para toplanmış, ardından bu paralar hackerlar tarafından çalınmış ve bunun üzerinde yazılımcı tarafından blockchain yazılımı güncellenmeye çalışılmıştır<sup>39</sup>.

<sup>38</sup> Bechtolf and Vogt (n. 37) 70.

<sup>39</sup> Bkz. dn. 13.

Veri madencileri de her ne kadar blockchain ağından kazanç elde etseler de, verilerin içeriğine dair herhangi bir yetki ya da etkileri söz konusu değildir. Nasıl yer sağlayıcıları, hizmet sundukları verilerin içeriklerinden sorumlu değilse, veri madencilerinin de işledikleri verinin içeriğinden sorumlu tutulamayacakları belirtilmektedir<sup>40</sup>.

Dolayısıyla veri sorumlusu olarak ağ katılımcısı olan ve ağda işlem gerçekleştiren her bir node gündeme gelecektir. Zira başarıyla gerçekleştirilen her işlem, blockchain ağına veri gönderilmesini, bu ağdaki mevcut bilgilerin kıyaslanmasını ve ağın değiştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sayede katılımcı, ağın bir parçası haline gelmektedir. Bu bağlamda özellikle ilgili veri elde edilmekte, kaydedilmekte, muhafaza edilmekte ve aktarılmaktadır. Bu sebeple de node olarak adlandırılan ağ katılımcısının, kişisel verilerin işlenmesi faaliyetinin amacı ve aracı hakkında yetki sahibi olduğu ve bu sebeple de GDPR Art. 4 (7)'de yer verilen tanıma göre veri sorumlusu sıfatını haiz olduğu savunulmaktadır<sup>41</sup>. Avrupa Adalet Divanı da, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein kararında veri sorumlusunu genişçe yorumlamış, üçüncü kişinin veri işleme faaliyetinin mümkün kılınmasının dahi veri sorumlusu olabilmek için yeterli olacağına hükmetmiştir<sup>42</sup>. Türk hukukunda ise KVKK md. 3 b. 1)'da yer verilen tanıma göre veri sorumlusu, sırf kişisel verilerin işleme amaçlarını ve araçlarını belirlemekle yetinmeyecek, veri kayıt sisteminin kurulmasından ve yönetilmesinden de sorumlu olacaktır. Oysa blockchain ağının kurulması ve yönetilmesi, yukarıda izah edildiği üzere tek bir elde gerçekleşmemekte, bilakis dağıtık bir ağ sistemi oluşturulmaktadır. Diğer taraftan Türk veri koruma hukukunda GDPR'a kıyasla "ortak veri sorumlusu" müessesesi mevcut olmadığı için bütün katılımcıları ortak veri sorumlusu olarak nitelendirmekte mümkün olmayacaktır.

Blockchain ağı kamuya açık olmadığına ise ağa katılımı denetleyen ya da ağı yöneten gerçek ya da tüzel kişi, veri sorumlusu sıfatını haiz olacaktır. Bu sebeple tapu, nüfus müdürlüğü ya da diğer sicil işlemlerinin devlet eliyle blockchain ağı üzerinden tutulması ya da bankalar tarafından blockchain ağı üzerinden bir ödeme sistemi getirildiği takdirde devlet ya da bankalar, veri sorumlusu olarak nitelendirilebilecektir<sup>43</sup>.

Netice itibarıyla her ne kadar GDPR'ın veri sorumlusu tanımını geniş tutması sebebiyle nodelerin da veri sorumlusu olarak nitelendirilmesinde bir beis görülmesi de, Türk hukukunda veri kayıt sisteminin kurulması ve idare edilmesi şartları da aranmaktadır. Oysa kamuya açık bir blockchain sisteminde sistemi kuran, yani kodu yazan programlayıcı, bunu yayınladıktan sonra artık sisteme kaydedilecek veriler

<sup>40</sup> Martini and Weinzierl (n. 28) 1254.

<sup>41</sup> Martini and Weinzierl (n. 28) 1254; Schrey and Thalhoffer (n. 23) 1433, 1434.

<sup>42</sup> Avrupa Adalet Divanı, C-210/16, 05.06.2018 (Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein), kn. 35, 38.

<sup>43</sup> Martini and Weinzierl (n. 28) 1254.

üzerinde hiçbir şekilde tasarruf imkânına sahip değildir. Onun sonradan yapacağı değişikliklere nodeların katılma zorunluluğu da söz konusu değildir. Nodellar ise kendi başlarına sistemi kurma ve yönetme kudretini haiz değildirler. Bu sebeple Türk hukukunda an itibarıyla kamuya açık blockchain ağlarında veri sorumlusunun tespiti hususunda bir netlik söz konusu değildir.

### 3. Veri İşleme Faaliyetinin Hukuki Dayanağı

Veri koruma hukukunun değişmeyen temel ilkelerinden birisi de, kişisel verilerin işlenmesinin kural olarak yasak olduğu ve ancak kişinin açık rızası ya da kanunun müsaade etmesi halinde mümkün hale geleceğidir. Bu sebeple öncelikle blockchain ağında kişisel veri işleme faaliyetinin hukuki dayanağını incelemek gerekecektir.

#### a. Açık Rıza

KVKK m. 3 b. a)'da getirilen tanıma göre açık rıza, “*belirli bir konuya ilişkin, bilgilendirmeye dayalı ve özgür iradeyle*” açıklanmalıdır. Dolayısıyla açık rızadan bahis açabilmek için ilgili kişinin yeterince bilgilendirilmesi, bilhassa söz konusu bilgilendirmenin sadece soyut ve kanunun tekrarından ibaret matbu metinlerle sınırlı kalmaması gerekmektedir. Bilakis bilgilendirme çerçevesinde kişisel verilerin hangi amaçlarla işleneceği, kimlerle paylaşılacağı gibi hususlar, somut şekilde belirtilmelidir<sup>44</sup>. Buna karşılık blockchain ağında kimlerin veri işlediği bilinmemektedir. Zaten dağıtık veri sisteminin amacı, internette anonim kalmak olduğu için bu çerçevede verinin kimler tarafından işlendiği, kimlere aktarılacağı gibi bilgilere ulaşmak, blockchain ağında imkânsız gözükmektedir. Ayrıca gelecekte ağa katılacak kişiler de belirsiz olmakla birlikte, katılımcıların farklı hukuk düzenlerine tabi olması da mümkündür. Dolayısıyla bütün bu belirsizlikler ışığında belirli bir konuya ilişkin ve bilgilendirmeye dayalı açık bir rızanın blockchain ağında mümkün olmayacağı savunulmaktadır<sup>45</sup>. Kaldı ki açık rızanın geri alınması halinde bütün ağda mevcut olan kişisel verilerin silinmesi imkânsızdır. Zira geçmişe yönelik yapılan işlemlerde değişiklik yapılamadığı için ilgili kişinin kişisel verilerinin açık rızanın geri alınması sebebiyle silinmesi, sistemin çalışma ilkelerine aykırıdır<sup>46</sup>.

#### b. Kanunda Öngörülen Diğer Hukuka Uygunluk Sebepleri

İlgili kişinin açık rızası bulunmasa dahi kanunda açıkça öngörülen hallerde kişisel verilerin işlenmesi mümkündür. Bu çerçevede özellikle KVKK m. 5 f. 2 b. c) ve b. f) söz konusu olacaktır.

<sup>44</sup> Hatta Art. 29 Working Party, açık rızanın birden çok veri sorumlusunun veri işleme faaliyetine teşkil etmesi halinde bunların hepsinin isimlerinin açıkça belirtilmesi gerektiğini vurgulamaktadır, bkz. Article 29 Working Party Guidelines on consent under Regulation 2016/679, WP 259 rev. 01, s. 13, [https://iapp.org/media/pdf/resource\\_center/20180416\\_Article29WPGuidelinesonConsent\\_publishpdf.pdf](https://iapp.org/media/pdf/resource_center/20180416_Article29WPGuidelinesonConsent_publishpdf.pdf) Erişim Tarihi Ağustos 2018.

<sup>45</sup> Schrey and Thalhofer (n. 23) 1434; Eduart Hofert, ‘Blockchain-Profilung’ (2017) 4 ZD 161, 164.

<sup>46</sup> Quiel (n. 37) 571.

KVKK m. 5 f. 2 b. c)'ye göre “*bir sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olması kaydıyla, sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesinin gerekli olması*” halinde açık rızaya gerek olmaksızın kişisel veriler işlenebilecektir. Özellikle blockchain ağı üzerinden gerçekleştirilen akıllı sözleşmeler dikkate alındığında söz konusu hükmün, kişisel verilerin işlenebilmesi için uygun bir dayanak olduğu kanaati oluşmaktadır. Ancak kanunun lafzına göre sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesi esas alınmaktadır. Blockchain ağında ise bütün katılımcıların bütün işlemleri, herkese açık şekilde mevcuttur ve gerçekleştirilen her yeni işlem, geçmişteki işlemlerle kıyaslanarak onaylanmaktadır. Dolayısıyla kişisel veriler, sadece sözleşmeye taraf olan nodelar tarafından değil, bütün nodelar ve ayrıca veri madencileri tarafından işlenmektedir. Dolayısıyla ilgili hükmün blockchain ağına dayalı akıllı sözleşmeler açısından meşru bir dayanak teşkil edebilmesi için hükmün lafzını genişletmek, işlenen kişisel verilerin sadece sözleşme taraflarına ait olanlarla kısıtlanamamak zorunlu olacaktır<sup>47</sup>.

KVKK m. 5 f. 2 b. f)'ye göre ise “*ilgili kişinin temel hak ve özgürlüklerine zarar vermemek kaydıyla, veri sorumlusunun meşru menfaatleri için veri işlenmesinin zorunlu olması*” halinde kişisel veriler, açık rıza olmaksızın işlenebilecektir. Dolayısıyla işlem tarafı olmayan kişilerin verilerinin işlenmesi halinde ilgili hükme başvurma ihtimali söz konusu olabilir. Ancak aşağıda etraflıca açıklanacağı üzere blockchain teknolojisinde veriler, sistem tamamıyla silinmedikçe mevcuttur. Dolayısıyla kişisel veriler, artık onlara hiçbir ihtiyaç duyulmasa da, sistemde kayıtlı kalacaktır. Yapılan yeni işlemlere taraf olmayan kişilerin verilerinin dahi “ebediyen” sistemde kayıtlı kalmasının ise meşru bir yanı yoktur. Bu sebeple ilgili hükmün de kanuni dayanak olarak değerlendirilmesi isabetli gözükmemektedir<sup>48</sup>.

#### 4. İlgili Kişinin Hakları

Veri koruma hukuku, kişisel verilerin işlenme şartlarını belirlemekle kalmamakta, aynı zamanda veri sorumlularının yükümlülüklerini yerine getirip getirmedikleri noktasında ilgili kişilere birtakım haklar tanımaktadır. Gerçekten KVKK m. 11'e göre ilgili kişi, veri sorumlusuna başvurup bu kişiden kendisi hakkında kişisel verinin işlenip işlenmediğini ve bununla ilgili bilgi talep etme, kişisel verilerin aktarıldığı üçüncü kişiler hakkında bilgi edinme, yanlış ya da eksik işlenen verileri düzelttirme, sildirme veya yok ettirme hakkına sahiptir. Kişisel verilerin merkezi bir müessese tarafından işlenmesini esas alan bu sistemin, dağıtık ağ ve değiştirilemezlik mantığına dayalı blockchain teknolojisiyle çelişmesi gündeme gelecektir. Diğer yandan yukarıda belirtildiği üzere bu sistemde veri sorumlusunu belirlemek dahi güçtür.

<sup>47</sup> Aynı yönde Quiel (n. 37) 572.

<sup>48</sup> GDPR açısından bkz. Schrey and Thalhofer (n. 23) 1434.

### a. Bilgi Talep Hakkı

KVKK m. 11 f. 1 b. a) ve b)’ye göre ilgili kişi, kendisinin hakkında kişisel veri işlenip işlenmediği ve bu bilgilerin içeriği hakkında bilgi talep edebilecektir. Söz konusu talep hakkının kime yöneltileceği sorunu bir yana bırakılırsa, blockchain teknolojisine dayalı oluşturulan ağın zaten şeffaf olması ve her türlü veriye herkesin ulaşım imkânı bulunması sebebiyle ilgili kişi kendisi de kendisine ait hangi kişisel verilerin işlendiğini her zaman görme imkânına sahiptir.

Ancak kamuya açık blockchain ağlarında ağ katılımcılarının listesinin merkezi bir kayıt sistemi tarafından tutulmaması sebebiyle kişisel verilerin kime ya da kimlere aktarıldığı veya bunların yurtdışına aktarılıp aktarılmadığı hususunda bilgi vermek imkân dâhilinde değildir.

### b. Düzeltme Talebi

Kendisi hakkında işlenen kişisel verinin yanlış ya da eksik olduğunu tespit eden ilgili kişi, KVKK m. 11 f. 1 b. d)’ye göre bunların düzeltilmesini talep edebilmektedir. Kural olarak elektronik ortamda kaydedilen bir verinin düzeltilmesi herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Ancak belirtildiği üzere blockchain teknolojisinin temel ilkelerinden birisi değiştirilemezliktir. Dolayısıyla işlem geçmişinde ve dolayısıyla sisteme kaydedilen verilerde yapılan her türlü değişiklik, “zincirin kopmasına” sebebiyet verecek, değiştirilmiş veri üzerinden işlem yapılması imkânsız hale gelecektir. Bu çerçevede “reversed transactions” olarak bilinen tersine işlemlerin yapılabileceği ve bu sayede değişiklikleri ağa işlenebileceği görüşü ortaya atılmış olsa da, bu çerçevede işlemin kendisi değiştirilmemekte, sadece iktisadi açıdan işlem hiç yapılmamış gibi malvarlığı eski haline getirilmektedir<sup>49</sup>.

### c. Silme/Unutulma Hakkı

KVKK m. 11 f. 1 b. e)’ye göre ilgili kişi, kendisine dair kişisel verilerin silinmesini veya yok edilmesini isteme hakkına sahiptir. Bunun için m. 7 çerçevesinde öngörülen koşulların yerine getirilmiş olması gerekmektedir. KVKK m. 7’ye göre ise kişisel verilerin işlenmesini gerektiren sebepler ortadan kalktığında bunlar re’sen ya da ilgili kişinin talebi üzerine silinmeli ya da yok edilmelidir. Silinmek, Kişisel Verilerin Silinmesi, Yok Edilmesi veya Anonim Hale Getirilmesi Hakkında Yönetmelik<sup>50</sup> m. 8 f. 1’de “*kişisel verilerin ilgili kullanıcılar için hiçbir şekilde erişilemez ve tekrar kullanılamaz hale getirilmesi*” olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla ilgili verilere ulaşımın sınırlandırılması, silinme kıstası için yeterli olacaktır. Yok edilme ise aynı yönetmelik m. 9 f. 1’de “*kişisel verilerin hiç kimse tarafından hiçbir şekilde erişilemez, geri getirilemez ve tekrar kullanılamaz hale getirilmesi*” olarak tanımlanmaktadır.

<sup>49</sup> Schrey and Thalhofer (n. 23) 1435.

<sup>50</sup> Kişisel Verilerin Silinmesi, Yok Edilmesi veya Anonim Hale Getirilmesi Hakkında Yönetmelik, RG 28.10.2017/30224.

Dolayısıyla yok etmeden bahis açabilmek için söz konusu verinin kaydedildiği taşıyıcının yok edilmesi söz konusudur.

### **(1) Silme/Yok Etme Talebinin Şartları**

Öncelikle silme ya da yok etme talebinin şartlarının düzenlendiği KVKK m. 7 açısından bir değerlendirme yapıldığında, blockchain ağı üzerinden akdedilen bir akıllı sözleşmenin, sözleşme ilişkisi niteliğiyle sözleşmeden doğan borçların bütünüyle ifa edildikten sonra sona ermesi gündeme gelecektir. Sözleşme ifa edildikten ve borç ilişkisi bütünüyle sona erdikten sonra ise kişisel verilerin blockchain ağında kaydedilmesi ve herkes tarafından açıkça görülebilmesinin meşru bir dayanağı kalmayacaktır. Kuşkusuz verilerin değiştirilmeden muhafaza edilmesi, sistemin bir bütün olarak işleyebilmesi açısından kaçınılmazdır. Fakat gelecekte yapılan sözleşmelerin sağlıklı bir şekilde ifa edilebilmesi amacıyla geçmişte yapılan sözleşmelere dair kişisel verilerin ebediyen katılımcılar tarafından erişilebilir olması, silme ve özellikle unutulma hakkıyla çelişir nitelikte gözükmektedir.

### **(2) Unutulma Hakkı**

Kişisel verilerin silinmesi ve yok edilmesi, aynı zamanda Türk hukuku ile AB hukukunda büyük önem atfedilen unutulma hakkıyla da doğrudan bağlantılıdır. Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, henüz Kişisel Verilerin Korunması Kanunu yürürlüğe girmeden önceki dönemde unutulma hakkıyla ilgili bir kararında<sup>51</sup> aynen şu ifadelerle yer vermektedir: “...bireyin kişiliğini serbestçe geliştirmesi, kişiliğinin korunması ve özgür bireylerden oluşan bir toplum düzeninin oluşturulması, ancak bireyin kişisel verilerine ilişkin hakkının korunmasıyla mümkündür. Bu hak yukarıda ifade edildiği üzere TC Anayasası'nın 20/2 maddesinde açık bir şekilde düzenlenmiştir.

*Unutulma hakkına gelince; unutulma hakkı ve bununla ilişkili olan gerektiği ölçüde ve en kısa süreliğine kişisel verilerin depolanması veya tutulması konuları, aslında kişisel verilerin korunması hakkının çatısını oluşturmaktadır. Her iki hakkın temelinde bireyin kişisel verileri üzerinde serbestçe tasarruf edebilmesini, geçmişin engeline takılmaksızın geleceğe yönelik plan yapabilmelerini, kişisel verilerin kişi aleyhine kullanılmasının engellenmesini sağlamak yatmaktadır. Unutulma hakkı ile geçmişinde kendi iradesi ile veya üçüncü kişinin neden olduğu bir olay nedeni ile kişinin geleceğinin olumsuz bir şekilde etkilenmesinin engellenmesi sağlanmaktadır. Bireyin geçmişinde yaşadığı olumsuz etkilerden kurtularak geleceğini şekillendirebilmesi bireyin yararına olduğu gibi toplumun kalitesinin gelişmişlik seviyesinin yükselmesine etkisi de tartışılmazdır.*

<sup>51</sup> Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, 4-56/1679, 17.06.2015. Ayrıca unutulma hakkı, Anayasa Mahkemesi kararlarına da konu olmuştur; örnek olarak bkz. Anayasa Mahkemesi, 2013/5653, 03.03.2016.



*Bu hak bir yandan kişiye “geçmişini kontrol etme”, “belirli hususların geçmişinden silinmesini ve hatırlanmamayı isteme hakkı” sağladığı gibi, diğer yandan muhataplarına kişi hakkındaki bir kısım bilgilerin üçüncü kişilerin kullanmamasını veya üçüncü kişilerin hatırlanmamasına yönelik önlenmeleri alma yükümlülüğü yükler”.*

Benzer şekilde Tüzük Art. 17 f. 2 veri sorumlusuna, kamuya açık hale getirdiği kişisel verileri, ilgili kişiden silme talebi gelmesi halinde bu talebi, söz konusu verileri işleyen herkese bildirme yükümlülüğü getirmektedir<sup>52</sup>.

Görüldüğü üzere söz konusu hak, sadece bireysel açıdan değil, toplumsal açıdan da çok büyük önem arz etmektedir. Ancak veri koruma hukuku açısından bu kadar önem teşkil eden unutulma hakkı, blockchain teknolojisinin değiştirilemezlik ilkesiyle çelişmektedir.

Bu çerçevede gündeme gelecek olan en büyük sorun kuşkusuz, bu talebin muhatabı olacaktır. Zira belirtildiği üzere dağıtık veri ağını kontrol eden merkezi bir müessese söz konusu olmadığı için, her node, kendisinde bulunan blockchain yazılımını diğerlerinden bağımsız olarak devam ettirmektedir. Bir node tarafından yapılan değişiklik, diğer nodeu etkilemeyecektir. Dolayısıyla verilerin silinebilmesi, ancak her nodeun kendi cihazında bulunan yazılımda değişiklik yapmasına ve ilgili verileri silmesine bağlıdır. Ancak nodelar arasında herhangi bir iletişim ve yönlendirme söz konusu olmadığı gibi, belirli verilere erişimin engellenmesi ya da nodelarda mevcut olan verilerin silinmesine dair talimat verilmesi ve bunun ötesinde nodeların bu talimata uyma yükümlülüğü söz konusu değildir.

Bunun ötesinde verilerin silinmesi ya da yok edilmesi akabinde, değiştirilemezlik ilkesine dayanan sistemin, geçmişte yapılan işlemlere dair verilerin silinmesi halinde nasıl işleyeceği de soru işaretlerine sebebiyet vermektedir. Bu çerçevede farklı çözüm yolları önerilmektedir. Örnek olarak işlemlerin içeriğinin değil de, sadece yapılp yapılmadığının kayıt altına alındığı “zero-knowledge-proof-process” olarak adlandırılan yöntemde özellikle kullanıcılara ait bilgiler sistemde kayıt altına alınmamaktadır. Bir diğer öneri ise, işlemin içeriğine dair değil de, işlemin kimler tarafından gerçekleştirildiğini belirleyen kamuya açık anahtarlara dair verilerin anonim hale getirilmesidir<sup>53</sup>. Yine ağa katılımın ya da ağın işleyişinin merkezi bir müessese tarafından yönetilmesi<sup>54</sup> de ortaya atılan görüşler arasındadır. Ancak bütün bu yöntemler, bir taraftan şeffaflığı azaltmakta, diğer taraftan merkezi bir müesseseye yetkiler tanımakla birlikte sistemin güvenilirliğini olumsuz etkilemektedir. Netice itibarıyla değiştirilemezlik ve şeffaflık ilkelerine dayanan blockchain teknolojisinin, veri koruma hukukunda öngörülen klasik taleplere tatmin edici cevaplar sunamadığı aşikârdır.

<sup>52</sup> Daha geniş bilgi için bkz. Eren Sözüer, *Unutulma Hakkı: İnsan Hakları Hukuku Perspektifinden Bir İnceleme*, (1st edn, Onikilevha 2017).

<sup>53</sup> Martini and Weinzierl (n. 28) 1256.

<sup>54</sup> Martini and Weinzierl (n. 28) 1257.

## Sonuç

Netice itibariyle henüz gelişmekte olmakla birlikte iktisadi ve sosyal sonuçlarının mutlak şekilde öngörülmesinin imkânsız olduğu blockchain teknolojisi ve bununla bağlantılı olan akıllı sözleşmeler, tıpkı geçmiş sanayi devrimlerinde olduğu gibi, bu sefer de hukuk düzeninde kabul gören varsayımları yıkma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla bundan sonraki aşama, işaret edilen gelişmeler ışığında hukuk politikasının nasıl şekillenmesi gerektiğine dair cevap aramaktır. Bu çerçevede bir taraftan bugüne kadar hukuk düzenimizin temel taşları olarak değerlendirebileceğimiz irade serbestisi gibi unsurların bütünüyle reddedilmesi ve bunların yerine yeni varsayımların kabul edilmesi söz konusu olabilir. Diğer yandan söz konusu gelişmelere bütünüyle kayıtsız kalıp eski varsayımların aynen muhafaza edilmesi de mümkündür. Bu çerçevede benimsenecek hukuk politikası, elbette kanun koyucu tarafından belirlenecektir. Ancak kanaatimizce işaret edilen bu iki uç yaklaşım tarzından ziyade bugüne kadar kabul görmüş ve istikrar kazanmış hukuk uygulamalarını da dikkate alınarak teknolojik, sosyolojik ve ekonomik menfaatlerin iyi analiz edilmesi suretiyle hukuk düzenimizin şekillendirilmesi daha isabetli olacaktır. Temennimiz, hep arkadan takip ettiğimiz önceki üç sanayi devrimin aksine dördüncü sanayi devrimini, sadece teknolojik açıdan değil, hukukçular olarak da yakından takip edebilmek, hatta birlikte şekillendirmektir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almamıştır.

## Kaynakça/References

### Basılı Kaynaklar/Print Resources

- Achenbach D, Baumgart I and Rill J, ‘Die Blockchain im Rampenlicht, Technologie von der Stange – oder besser nach Maß?’ (2017) 41(11) DuD 673 vd.
- Bechtolf H and Vogt N, ‘Datenschutz in der Blockchain – Eine Frage der Technik: Technologische Hürden und konzeptionelle Chancen’ (2018) 2 ZD 66 vd.
- Biryukov A, Khovratovich D and Pustogarov I, ‘Deanonymisation of Clients in Bitcoin P2P Network, CCS ‘14 Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security’ (2014).
- Böhme R and Pesch P, ‘Technische Grundlagen und datenschutzrechtliche Fragen der Blockchain-Technologie’ (2017) 41(8) DuD 473 vd.
- Eren F, *Borçlar Hukuku Genel Hükümler* (22nd edn, Yetkin 2017).
- Flume W, *Allgemeiner Teil des Bürgerlichen Rechts* (1st edn, Springer 1979).
- Güneş B, ‘Paradigma Kavramı Işığında Bilimsel Devrimlerin Yapısı ve Bilim Savaşları: Cephelerdeli Fizikçilerden Thomas S. Kuhn and Alan D. Sokal’ (Kış 2003) 1(1) Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 23-44.
- Heckelmann M, ‘Zulässigkeit und Handhabung von Smart Contracts’ (2018) 8 NJW 504 vd.
- Hofert E, ‘Blockchain-Profilung’ (2017) 4 ZD 161 vd.
- Kocayusufoğlu N, Hatemi H, Serozan R and Arpacı A, *Borçlar Hukuku Genel Bölüm*, (1st vol, 7th edn, Filiz 2017).
- Martini M and Weinzierl Q, ‘Die Blockchain-Technologie und das Recht auf Vergessenwerden-Zum Dilemma zwischen Nicht-Vergessen-Können und Vergessen-Müssen’ (2017) 17 NVwZ 1251 vd.
- Mesut Serdar Çekin, *6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu* (1st edn, Onikilevha 2018).
- Quiel P, ‘Blockchain-Technologie im Fokus von Art. 8 GRC und DS-GVO – Ein Zwiespalt zwischen Innovation und unionalem Datenschutzrecht?’ (2018) 42(9) DuD 566 vd.
- Schrey J and Thalhoffer T, ‘Rechtliche Aspekte der Blockchain’ (2017) 20 NJW 1431 vd.
- Sözür E, *Unutulma Hakkı: İnsan Hakları Hukuku Perspektifinden Bir İnceleme* (1st edn, Onikilevha 2017).
- Wolf M and Neuner J, *Allgemeiner Teil des Bürgerlichen Rechts* (1st edn, Springer 1979).

### Elektronik Kaynaklar/Electronic Resources

- Article 29 Working Party Guidelines on consent under Regulation 2016/679, WP 259 rev. 01, <[https://iapp.org/media/pdf/resource\\_center/20180416\\_Article29WPGuidelinesonConsent\\_publishpdf.pdf](https://iapp.org/media/pdf/resource_center/20180416_Article29WPGuidelinesonConsent_publishpdf.pdf)> Erişim Tarihi Ağustos 2018.
- Leiner BM, Cerf VG, Clark DD, Kahn RE, Kleinrock L, Lynch DC, Postel J, Roberts LG and Wolff S, ‘Brief History of the Internet’ (*Internet Society*, 1997) <[https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-History-of-the-Internet\\_1997.pdf](https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-History-of-the-Internet_1997.pdf)> Erişim Tarihi Ağustos 2018.
- Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, <[http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html)> Erişim Tarihi Ağustos 2018.
- Voshmgir S and Kalinov V, ‘Blockchain Handbook: A Beginners Guide’, (*Blockchain Hub*, 2017) <<https://s3.eu-west-2.amazonaws.com/blockchainhub.media/Blockchain+Technology+Intro.pdf>> Erişim Tarihi Ağustos 2018.

