

EKONOMİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: BLOCKCHAIN TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMA ALANLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

DIGITAL TRANSFORMATION IN ECONOMY: A REVIEW OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND APPLICATION AREAS

Melih Sefa YAVUZ*

Öz

21. yüzyıl bilgi ve iletişim teknolojilerinde önemli gelişmelere sahne olmuştur. Özellikle iletişim teknolojilerinde yaşanan kayda değer gelişmeler sonucu akıllı telefonların ortaya çıkması, interneti insanların günlük yaşantılarında sürekli kullandıkları bir teknoloji haline getirmiştir. Bu gelişmeler hayatın pek çok alanını değiştirdiği gibi ekonomik faaliyetleri de değiştirmiş ve bu faaliyetleri internet ortamına taşımıştır. Günümüzde bankacılık işlemlerinden, alışverişe kadar pek çok faaliyet internet üzerinden kolaylıkla yapılabilmektedir. Ancak internetin sunduğu bu kolaylıklar, güvenlik açıkları, verilerin çalınması gibi pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu noktada blockchain teknolojisinin güvenlik açıklarına karşı korumalı ve bir ağ üzerinde şifrelenen verilerin yönetimini sağlayan dağıtık bir veri tabanı oluşu, bu kronikleşmiş sorunların çözülmesinin yanı sıra günümüz ekonomilerinde yaşanan pek çok soruna da çözümler sunmaktadır. Bu çerçevede blockchain tabanlı ekosistemlerin oluşturulması amacıyla kamu/özel destekli pek çok platform hali hazırda çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmada, Blockchain'in altyapısını oluşturan teknoloji hakkında bilgi verilmiş ve bu teknolojinin kullanım alanları doğrultusunda uygulama alanları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnternet, Blockchain, Ekosistem, Veri Tabanı.

Jel Kodları: O30, O33, G20.

Abstract

The 21st century has made significant progresses in information and communication technologies. Especially, the emergence of smart phones as a result of the significant developments in communication technologies has made the Internet a technology that people use in their daily lives. These developments have changed many areas of life and also changed the economic activities and carried these activities to the internet. Today, many transactions, from banking transactions to shopping, can be done easily over the internet. However, the internet offers these conveniences, security vulnerabilities, data theft brings with it a lot of problems. At this point, blockchain technology is protected against security vulnerabilities and a network of data encrypted on a network that provides the management of encrypted data, as well as solving these chronic problems in today's economies offers solutions to many problems. In this context, many platforms supported by public or private sectors are currently working to create blockchain-based ecosystems. In this study, information was given about the technology forming the infrastructure of Blockchain and the application areas of this technology are examined.

Keywords: Internet, Blockchain, Ecosystem, Database.

Jel Codes: O30, O33, G20.

*Bilim Uzmanı, mlhyvz3@gmail.com

1.Giriş

Ekonomide gerçekleşen tüm faaliyetler güven gerektirir. En temel düzeyde, ekonomiyi oluşturan bireyler ve kurumların gerçekleştirdikleri ticari faaliyetlerde güven faktörü önemli bir olgudur. Ticari faaliyetlerin aksamadan yürütülebilmesi için alıcı ve satıcının yanı sıra bu iki taraf arasında güveni sağlayacak üçüncü bir tarafa ihtiyaç duyulmuştur. Günümüzde yüz yüze nakit işlemlerinin dışında gerçekleşen hemen her türlü ekonomik faaliyette üçüncü bir taraf bulunmaktadır. Bu üçüncül taraf; bir bireyin online alışverişte kredi kartını kullandığı bir banka, borsada işlem yapmasını sağlayan bir aracı kurum ya da bir mülkün alım veya satımını sağlayan ve mülk hakkını koruyan devlet olabilmektedir. Bu araçlar, alıcı ve satıcı arasındaki işlemi denetleyip, kayıt altına alarak belirsizliği azalttığından, birbirlerine güvenmek için bir nedeni olmayan tarafların işleminin gerçekleşmesini mümkün kılar. Bu durum ticari faaliyetlerin hacminin artmasını sağlayarak, ekonomik büyümenin kilidini açar.

Özellikle bankalar ve diğer finansal kuruluşlar geleneksel olarak finansal piyasaları koruyucu bir nitelikte çalışmaktadırlar. Birey ya da şirketlere ait hesapları korumak, kredi sağlamak, kredileri uzatmak, ödemeleri kolaylaştırmak gibi ticari faaliyetlerin sürdürülmesinde kilit öneme sahip fonksiyonları yerine getirmektedirler. Esasen tüm finansal sistem sürekli olarak denetlenip, kontrol edilmesi gereken güven unsuruna dayalı bir model üzerine kurulmuştur. Piyasalarda denetim ve gözetim mekanizmaları ne kadar etkin ise piyasalar da bir o kadar etkin işlemektedir. Bu çerçevede devletler tarafından finansal piyasaları denetleyici ve düzenleyici organlar oluşturulmuş ve piyasaların etkin bir şekilde çalışabilmesi için gerekli güven, istikrar, doğruluk ve gizlilik gibi faktörlerin sağlanması hedeflenmiştir.

Son yıllarda, özellikle bilgi teknolojilerindeki inovatif faaliyetlerin sayı ve hızları artmıştır. Networking, veri depolama ve bilgi işlem gücünü arttıran yenilikler insanlara pek çok yeni iş alanları açmıştır. Özellikle e-ticaret sektöründe ortaya çıkan Amazon, eBay, Alibaba gibi şirketler pek çok aracı kurumu devre dışı bırakarak geleneksel ticaret anlayışını değiştirmişlerdir. Bu yeni iş modeli ve teknolojik yenilikler birçok sektörü etkilediği gibi finansal hizmetler sektörünü de etkilemiştir. Bilgi teknolojilerin gelişmesi, e-ticaretin yaygınlaşması pek çok aracıyı aradan çıkarttığı gibi finans sektöründeki araçları da bireyler arasında tartışmaya açmıştır. Bu durumun birçok sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki aracılık hizmetlerinin maliyetleridir ve bu maliyetler yapılan işleme göre de oldukça yüksek olabilmektedir. Bir diğeri finansal işlemlerdeki siber güvenlik riskleridir. İnternet ortamında yapılan işlemler ve merkezi sunucularda depolanan müşterilere ait hassas bilgilerin hacklenme (çalınma) ihtimali güven sorununun da beraberinde getirir (Hileman ve Rauchs, 2017:13-15). Bireyler açısından finansal araçlara ilişkin güvenin sarsıldığı en önemli olaylardan biri 2008 küresel finans krizidir. Bu krizde pek çok finans kuruluşunun iflas etmesi ve ekonomik etkilerinin tüm dünyaya yayılması bireylerin finansal sisteme olan güvenini büyük ölçüde sarsmıştır.

Krizin yaşandığı dönem olan Ekim 2008’de Satoshi Nakamoto takma adlı şahıs veya grup tarafından ‘‘Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System’’ başlıklı bir makale yayınlanmıştır. Bu makaleyi önemli kılan nokta ise günümüzde merkezi, güvenilir bir otoriteye dayalı sistemin yerine, ‘‘Blockchain’’ adında herhangi bir merkezi otoriteye dayalı olmayan, tamamen eşler arası (peer to peer) bir sistemin ortaya atılmış olmasıdır (Nakamoto, 2008:1).

2.Blockchain Teknolojisi

Blockchain teknolojisi ortaya çıkmadan önce internet üzerinde küresel geçerliliği olan dijital para birimi oluşturulmasına yönelik birçok girişimde bulunulmuştur. Ancak bu girişimler ‘‘çift harcama’’ (double spending) problemi sebebiyle amacına ulaşamamış ve başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Çift harcama problemi dijital para birimlerine özgü bir sorun olmakla birlikte aynı dijital paranın iki farklı alım satım işleminde kullanılarak satıcılardan birinin sabote edilmesi/dolandırılmasıdır. Dijital paralar, internet ortamında saklanabilen diğer tüm veriler gibi bir bit dizisidir ve kopyalanmaları nispeten kolaydır. Örneğin, bir pdf belgesi başka bir kişiye gönderildiğinde, alıcıya belgenin dijital bir kopyası gönderilir ve belgenin orijinali gönderen kişide kalır. Bu belgenin farklı bir kişiye daha gönderilmesi, kişinin ona erişimini engellemeyecektir. Bu durum kullanıcılara dijital bilgileri çoğaltıp, başka kişilerle paylaşma imkânı sunsa da dijital para birimleri için kritik bir güvenlik açığına sebebiyet verecek niteliktedir (Pisa ve Juden, 2017:5-7).

Blockchain teknolojisi bu güvenlik açıklarını ve özellikle dijital paralardaki çift harcama problemini çözmek amacıyla ortaya atılmış elektronik ödeme sistemidir. En basit ifadeyle blockchain; güvenlik açıklarına karşı korumalı ve kolayca erişilebilen bir ağ üzerinde şifrelenen verilerin yönetimini sağlayan dağınık veri tabanıdır. Blockchain teknolojisini günümüz ağlarından farklı kılan eşler arası ağ (peer to peer network), dağıtılmış defter (distributed ledger), mutabakat mekanizması (consensus mechanism) ve kriptografi (kriptografi) teknolojileri aşağıda verilmiştir (Krause ve diğer., 2016:6; Pisa & Juden, 2017:5-7; Hewlett Packard Enterprise (HPE), 2016:1-4; PricewaterhouseCooper (PwC), 2017:1-3):

- **Eşler Arası Ağ (Peer To Peer Network):** Blockchain teknolojisinde ağda bulunan her katılımcının kendine ait senkronize edilmiş bir kopyası bulunur. Böylelikle katılımcılar ağ üzerinde gerçekleşen işlemleri görebilir ve bunu onaylayabilir. Bu durum ağ üzerindeki merkezi otoriteyi ortadan kaldırarak katılımcıları doğrudan birbirine bağlar.
- **Dağıtılmış Defter (Distributed Ledger):** Blockchain ağındaki tüm katılımcıların gerçekleştirdiği işlemlerin kayıt edildiği dijital hesap defterleridir. Günümüz bilgi işlem teknolojilerinin büyük çoğunluğu tek bir merkezi ağda çalışmaktadır. Merkezi ağlarda dijital defterlere kaydedilen veriler sunucularda toplanır ve buradan istemcilere dağıtılır. Eşler arası ağda ise katılımcılar hem sunucu hem istemcidir. Gerçekleşen tüm işlemler katılımcılara ait senkronize edilmiş defterlere eş zamanlı olarak işlendiğinden merkezi sunucu kaynaklı güvenlik açıkları sıfıra inmektedir.

Şekil 1: Bağlantı Çeşitleri



Kaynak: (DHL, 2018:3)

Şekil 1’de ağ bağlantı çeşitleri verilmiştir. Eşler arası dağıtılmış ağ merkeziyetçi ağların aksine katılımcıların hem sunucu hem istemci statüsünde olması merkezi sunucu kaynaklı riskleri ortadan kaldırdığından sistemin daha şeffaf ve daha güvenli olmasını sağlamaktadır.

- **Mutabakat Mekanizması (Consensus Mechanism):** Eşler arası ağda bulunan bir katılımcı kişisel dijital hesap defterine veri girişi yapmak istediğinde, bu işlem bilinen algoritmalar kullanılarak kodlanır ve ağdaki tüm kullanıcılar bilgilendirilir. İşlem, kullanıcılar arasında mutabakat sağlanıp doğrulandığında veri kalıcı kayıtlara eklenir. Ağda bulunan tüm katılımcılar aynı kayıtlı verilerle çalıştığı için kaydı yapılan işleme itiraz edilemez ve değiştirilemez.
- **Kriptografi (Cryptography):** İnternet üzerinde gerçekleştirilen kullanıcı kimliği veya belgelerin bütünlük doğrulamaları gibi işlemlerde dijital imza kullanılmaktadır. Dijital imzalar kullanıcıların özel anahtarlarıyla (Private Key) oluşturulur ve alıcılar kullanıcılara ait genel anahtarları (Public Key) kullanarak bu imzaları kontrol edebilirler. Blockchain teknolojisinde bir işlemin imzası doğrulandıktan sonra özel ve genel anahtarlar kriptografik olarak “hash” adı verilen şifreleme yöntemiyle matematiksel algoritma aracılığıyla bağlanarak benzersiz bir dijital imza oluşturulur. Ardından bu işlemler blok haline getirilir. Oluşturulan her blok ağa daha önce dâhil olmuş bloklara ait kayıtları bozmadan zincire eklenir ve ağdaki tüm kullanıcıların dijital hesap defterlerine kaydedilir.

Blockchain ağında oluşturulan her bir veri bloğu kendinden önceki bloğun hash’ine bağlanır ve ilk bloktan son bloğa kadar uzanan bir zincir oluşturur. Zincire kaydedilen veri dışarıdan müdahale edilerek değiştirilmeye çalışıldığında; verinin kayıtlı olduğu blok, zincirde bulunan tüm bloklarla bağlantılı olması sebebiyle yapılmaya çalışılan müdahale her biri üzerinde değişikliği tetikleyecektir (Pisa & Juden, 2017:9). Bu

durum ağ üzerinde gerçekleştirilmeye çalışılan işlemin tespitini kolaylaştıracaktır. Ayrıca blok zincirine müdahale ile yeni blok eklenmek istenilirse tüm bloklara ait düğümlerin çözümlenerek ağın geride bırakılması gerekmektedir. Bu da Blockchain ağına dışarıdan gerçekleştirilebilecek olası müdahaleleri epey zorlu ve maliyetli bir hale getirdiğinden dijital paraların en büyük sorunu olan çift harcama problemini ortadan kaldıracaktır (Krause ve diğer., 2016:8).

Blockchain teknolojisi özellikle Bitcoin ve türevi kripto para birimlerinin finansal piyasalardaki gelişimiyle kendinden söz ettirmeye başlamıştır. 2013 yılında 120 dolar seviyelerinde olan 1 Bitcoin'in 2017'nin sonlarında 20 bin dolar seviyelerine çıkması birçok yatırımcının ilgisini çekmiş ve blockchain üzerine yapılan çalışmaları da önemli düzeyde arttırmıştır (Döviz, 2018).

3.Blockchain Teknolojisi ve Uygulama Alanları

Günümüzde Blockchain teknolojisi büyük ölçüde bitcoin transferini sağlayan bir platform olarak kullanılsa da genel/izinsiz (public/permissionless) ya da özel/izinli (private/permissioned) kullanıma uygun olarak tasarlanabilen bir yapıdadır. Genel/izinsiz kullanıma en önemli örnek bitcoin ve altcoinlerin işlem gördüğü ağıdır. Bu ağda isteyen herkes ağı özgürce ulaşabilir, işlem akışlarını takip edebilir ve kendisi için işlem yapabilir. Bu nedenle genel kullanım tipinin en önemli avantajı blok zincirinde herhangi bir merkezi otorite olmamasından dolayı ağda yapılan işlemlere müdahale edilemeyecek olmasıdır. Özel/izinli kullanımda ise blockchain ağı tek bir kuruluş tarafından kontrol edilir ve yalnızca sisteme girmesi için izin verilen kişi ya da kuruluşlar ağına erişebilir. Bu ağ tipi özellikle bankalar ve çeşitli sektörlerde faaliyette bulunan şirketlerin yanı sıra devletlerin de araştırma alanına girmiştir ve hâlihazırda özel/izinli ağı nasıl kullanılacağına dair pek çok çalışma halen yürütülmektedir (Sel & Mouton, 2016:3; GSM Association (GSMA), 2017:5-6; DHL, 2018:5). Bu çerçevede blockchain teknolojisi genel/izinsiz ve özel/izinli kullanım alanları doğrultusunda incelenmiştir.

3.1.Blockchain Teknolojisinin Genel/İzinsiz Kullanım Tipi – Dijital Paralar

Sanal para kavramı 1980'lerin sonlarında fikren ortaya çıkmış olsa da bu paralarla ilgili yazılım geliştirilme süreci 90'lı yılların başına isabet etmektedir. 1998 yılında Wei Dei isimli bir bilgisayar mühendisi herhangi bir merkezi otoriteye ihtiyaç duymayan "*B-Money*" fikrini ortaya atmıştır. Ardından Nick Szabo adında bir bilgisayar programcısı dijital para birimlerinin oluşturulmasını kolaylaştırmak için kriptografik teknikleri kullanarak ortaya atılan bu fikri daha da geliştirmiştir. İşin ispatı "*proof of work*" olarak adlandırılan bu kavram sistem tarafından atanan kriptografik denklemleri çözmek için katılımcıların bilgisayar gücünü kullanacak şekilde tasarlanmıştır. Çözülen denklemler daha sonra işlemi doğrulamak için kullanılır ve problemi çözen kullanıcı yaptığı işlem karşılığında sanal parayla ödüllendirilir (An Roinn Airgeadais Department of Finance, 2018:3).

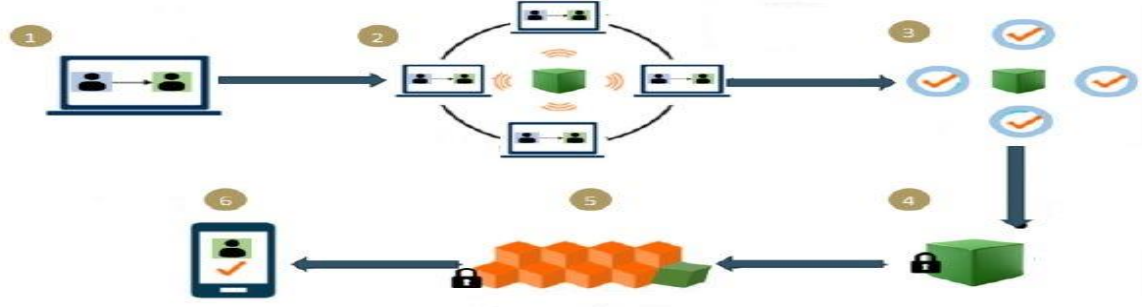
Bu gelişmelerin ardından 2008 yılında blockchain tabanlı Bitcoin'i yaratan makalenin yayınlanması dijital para birimlerinin kaderini tümüyle değiştirmiştir. Esasında blockchain teknolojisi, Dei'nin "*B-Money*" ve Szabo'nun "*Proof of Work*" fikirlerini dağıtılmış defter teknolojisiyle birleştirmiş ve dijital para birimlerinin bir kullanıcıdan diğerine aktarılmasını kolaylaştırmıştır.

Blockchain teknolojisi ilk olarak Bitcoin'de kullanılmıştır. Bitcoin blockchain'in genel/izinsiz kullanım tipinin ilk örneğidir. Bu kullanım tipinde ağ, işlem yapmak isteyen her kullanıcıya açıktır ve ağı dâhil olan katılımcılar blok zincirindeki tüm işlemleri görebilme yetkisine sahiptir. Kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen işlemler kriptografi aracılığıyla blok zincirine eklenir. Katılımcılar yaptıkları veya yapacakları işlemlerin doğruluğunu sistemin mutabakat mekanizmasına güvenerek gerçekleştirirler (Hewlett Packard Enterprise (HPE), 2016:2; INNOVALUE, 2015:7-9).

Genel/izinsiz ağı en önemli özelliği hem işlemlerin onay veya reddinde hem de paranın yaratılmasında merkezi bir otoritenin bulunmayışındır. Blockchain ağında bu iki temel fonksiyon madenciler (*miner*) tarafından yürütülecek şekilde tasarlanmıştır. İlk fonksiyon kullanıcılar arasındaki işlemleri onaylayıp kayıtlarını tutmalarıdır. Bu fonksiyon açılacak olursa; blockchain ağında bulunan iki kullanıcı arasında "*peer to peer*" para transferi gerçekleştiğinde yeni bloklar oluşacaktır. Oluşan bu bloklar sisteme kayıtlı diğer madenciler tarafından da oluşturulur ve para transferi verisi sistemdeki kişilerin çoğunluğu tarafından onaylanmış olur (consensus mechanism). Bu sayede yeni oluşturulan blok zinciri doğrulanır proof of work ve işlem sonunda madenciler sistem tarafından oluşturulan blok zincirine ait para birimiyle ödüllendirilirler. Bir diğer fonksiyon ise işlem gücü üreten bilgisayar ve özel yazılımlarla ağda blok oluşturulmasıdır. Madencilere ait bilgisayarın işlem gücü, hesaplama yapmak ve blok oluşturmak için kullanılmaktadır. İlk olarak madenciler hesaplama değer blok ararlar ve bulduklarında işlem başlar. Hesaplama sonunda oluşturulan blok, ağ tarafından kabul edilip zincire eklenirse dijital para yaratılmış olur. Ancak bu üretim sınırsız değildir. Bunun sebebi ağda bulunan dijital paraların sayısı arttıkça yeni para yaratma işlemi için yapılması gereken hesaplamaları zorlaştırmasından

kaynaklanmaktadır. Bu durum sistemin bir açığı olmayıp bilakis tasarımcı tarafından oluşturulmuş bir güvenlik önlemidir (INNOVALUE, 2015:8-9; Medium, 2018, Technopat, 2018).

Şekil 2: Blockchain Ağında Dijital Para İşlemlerinin Aşamaları



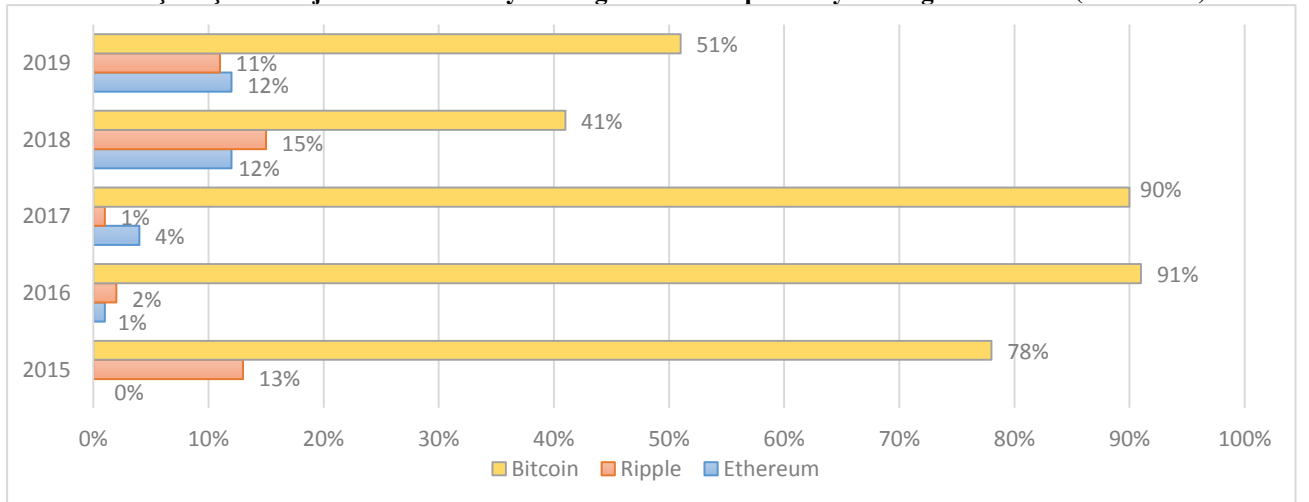
Kaynak: (An Roinn Airgeadais Department of Finance, 2018:3)

Şekil 2’de blockchain ağında dijital para işlemlerinin aşamaları verilmiştir. Ağ kullanarak dijital para transferi yapmak isteyen kullanıcı aşağıda belirtilen aşamalardan geçerek işlemini tamamlayacaktır (An Roinn Airgeadais Department of Finance, 2018:3):

- 1) Bir kullanıcı dijital para işlemi yapabilmesi için ilk olarak dijital cüzdan uygulaması yüklemeli ve blockchain ağında işlem yapabilmek için bir hesap ve adres oluşturmalıdır.
- 2) Gerçekleştirilmek istenen işlem eşler arası ağda yayınlanır.
- 3) Blockchain ağı işlemin geçerliliğini algoritmalar aracılığıyla kontrol eder ve ardından doğrular.
- 4) İşlem doğrulandığında işlemle ilgili her türlü bilgiyi içeren yeni bir blok oluşturulur.
- 5) Oluşturulan blok blok zincirine eklenerek ağda bulunan kullanıcıların dijital hesap defterlerine kaydedilir.
- 6) İşlem tamamlanır ve işlemin tamamı kabul edilir.

Blockchain teknolojisinin ortaya çıkması pek çok dijital paranın önünü açmıştır. Nitekim Bitcoin ile başlayan dijital paraların sayısı ve piyasa değerleri geçtiğimiz birkaç yılda katlanarak önemli büyüklüklere ulaşmıştır. 2013 yılında Bitcoin’in piyasalara girmesiyle başlayan süreç pek çok dijital paranın da piyasalara dâhil olmasıyla devam etmiştir. 2019 yılı itibarıyla bu paraların sayısı 2000’i aşarak 130 milyar dolarlık bir piyasa değerine ulaşmışlardır. Her ne kadar piyasada işlem gören dijital paraların sayılarında çok büyük bir artış yaşansa da Bitcoin, Ethereum ve Ripple gibi popüler dijital paraların dışındaki diğer paralar nispeten daha küçük işlem hacmine sahiptirler. Grafik 1’de Ocak 2019 itibarıyla Bitcoin, Ethereum ve Ripple’in piyasa değerlerinin toplam piyasa değerine oranları verilmiştir.

Grafik 1: Seçilmiş Bazı Dijital Paraların Piyasa Değerlerinin Toplam Piyasa Değerine Oranı (2015-2019)



Kaynak: (Coinmarketcap, 2019. Erişim Tarihi:03.01.2019)

Grafik 1’de de görüldüğü üzere Bitcoin, Ethereum ve Ripple’in toplam piyasa değeri tüm dijital para birimlerinin piyasa değerinin %70’inden fazlasını oluşturmaktadır (Coinmarketcap, 2019).

Dijital paraların her biri dağıtılmış defter teknolojisi tabanlı olsa da işlem süreleri ve mutabakat mekanizmaları açısından birbirlerinden önemli farklılıklar göstermektedirler. Bu çerçevede günümüz dijital para piyasalarının en önemli oyuncularını olan Bitcoin, Ethereum ve Ripple özellikleri bakımından incelenmiştir.

3.1.1.Bitcoin

Bitcoin açık kaynak kodlu, eşler arası ağ tabanlı dijital para birimidir. 2009 yılında standart bilgisayarların işlemci gücü (CPU) kullanılarak üretilmiştir. Bitcoin’in temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Brito &Castillo, 2014:3-12; Fee, 2018; Mediaclick, 2018):

- Bitcoin’i benzersiz ve popüler kılan en önemli özelliği merkezi otoriteye ihtiyaç duymayan ilk dijital para birimi olmasıdır.
- Bitcoin’in açık kaynak kodlu ve tamamen eşler arası ağ tabanlı olması nedeniyle tüm kullanıcılara açık, şeffaf ve güvenlidir.
- Ağda geriye dönük işlem yapılamamaktadır.
- Günümüz para transferi işlemlerindeki zaman ve mekân kısıtlamalarının aksine Bitcoin’in ağ yapısı kullanıcıların işlemlerine sürekli açıktır. Para transferi gerçekleştirmek isteyen kullanıcı kendi dijital cüzdanını kullanarak istediği miktarlarda, zaman ve mekân gözetmeksizin işlemini gerçekleştirebilir.
- Bitcoin işlemlerinde aracı kurumlara ihtiyaç duyulmadığından aracılık komisyonu yoktur ve işlemler hızlıdır. Bitcoin’in blok zincir yapısı gereği kullanıcılar tarafından doğrulanan işlemler her 10 dakikada bir blok haline getirilip zincire eklendiğinden transfer işleminin tamamlanması 10 dakika sürmektedir.
- Günümüz parasal sistemde dolaşımdaki paranın arzı arttığında enflasyon riski ortaya çıkar ve paranın değeri düşer. Ancak bu durum Bitcoin ağında tasarımcı tarafından engellenmiştir. Dolaşımdaki Bitcoin sayısının artmasıyla birlikte yeni üretilen Bitcoin’ler için gerekli hesaplama ve işlem gücü gereksinimi artırılarak üretim zorlaştırılmıştır. Ayrıca dolaşıma girecek Bitcoin miktarı tasarımcı tarafından 21 milyon adetle sınırlandırılmıştır. Günümüzde yaklaşık 17 milyon adet Bitcoin üretilmiştir ve üst sınır olan 21 milyon adete 2040 yılında ulaşabileceği tahmin edilmektedir.

3.1.2.Ethereum

Bitcoin dışındaki tüm dijital paralar altcoin olarak adlandırılrsa da Ethereum pek çok özelliğiyle bu kavramın dışına çıkabilecek niteliktedir. İlk kez 2015 yılında Kuzey Amerika’da gerçekleşen Bitcoin Konferansında Vitalik Buterin tarafından duyurulmuş ve büyük ilgi görmüştür. Hali hazırda Ethereum dijital para piyasalarında Bitcoin’in ardından ikinci büyük piyasa değerine sahip dijital paradır. Ethereum’da tıpkı Bitcoin’de olduğu gibi blockchain tabanlı ve merkezi otoriteye ihtiyaç duymayan yapıdadır. Ancak Bitcoin’e kıyasla önemli farklılıkları bulunmaktadır. Bu farklılıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Buterin, 2014:13; Btc.coinmedya, 2018; Investaz, 2018):

- Bitcoin’de her bir bloğun oluşturulma süresi 10 dakika iken Ethereum’da bu süre 15 saniyedir.
- Ethereum Bitcoin’den farklı bir doğrulama algoritması (Ethereum) kullanmaktadır.
- Ethereum madenciliğinde Bitcoin’den farklı olarak ekran kartlarının işlem gücü (GPU) kullanılmaktadır.
- Madencilik faaliyetleri Bitcoin’de her dört yılda bir kesintiye uğratılır ve üretilen maksimum sınır belirlenmiştir. Ethereum’da ise yıllık üretim 18 milyon adetle sınırlandırılmış olup toplam sayı için üst limit yoktur.
- Ethereum’u Bitcoin’den ayıran en önemli özelliği akıllı sözleşmeler (smart contracts) protokolünü kullanmasıdır. Akıllı sözleşmeler herhangi bir aracı bulunmaksızın para, gayrimenkul ya da alım satım konu olabilecek her türlü varlığın değişimini sağlayan bilgisayar protokolüdür. Bu sözleşmelerde gerçekleştirilen her türlü işlem bilgisayar koduna dönüştürülüp, saklanır ve blockchain ağında bulunan kullanıcılar tarafından denetlenir. Ayrıca akıllı sözleşmeler para transferi, ürün veya hizmet alım satımları gibi işlemlerin muhasebeleştirilmesini de sağlar. Örneğin; konut satın almak isteyen bir birey bu işleminde akıllı sözleşme protokolünü kullanırsa, ilk yapması gereken blockchain ağında satıcıyla alım satım şartlarının bulunduğu dijital sözleşmeyi oluşturmak olacaktır. Sözleşmeye kodlanmış

tetikleyici bir işlem (ödeme, sona erdirmeye vb.) başlatıldığında sözleşme kendisini çalıştırır ve işlem ağına kaydedilir. İşlem sonunda tarafların sözleşmelerinde tutulmak üzere dijital makbuzlar eklenir ve alışveriş tamamlanır.

3.1.3.Ripple

Ripple 2012 yılında Ripple Labs tarafından piyasaya sürülmüş ve kısa sürede popüler hale gelmiştir. Temmuz 2018 yılı itibarıyla Bitcoin ve Ethereum'un ardından 17 milyar dolarlık piyasa değerine ulaşarak piyasalardaki en değerli üçüncü dijital para birimi olmuştur. Ripple'ı pek çok dijital para biriminden farklı kılan özellikler aşağıda verilmiştir (Ripple, 2018; Quora, 2018; Forbes, 2018; Bitcoinmagazine, 2018):

- Ripple Bitcoin ve birçok altcoin'den farklı olarak bankalar ve ödeme sistemleri için oluşturulmuş para transfer ağıdır. Ripple'ın odak noktası para transferlerindeki maliyeti düşürmek, şeffaflığı sağlamak ve işlemlerin hızını arttırmaktır.
- XRP Jetonu (XRP Token) Ripple ağının dijital para birimidir. Bu para yalnızca para transferlerinde kullanılır.
- Ripple ağında doğrulama sunucuları ve mutabakat mekanizması bulunsa da blockchain teknolojisi kullanılmamakta ve ağ şirket tarafından yönetilmektedir.
- XRP Jetonu'nda Bitcoin ve Ethereum'dan farklı olarak madencilik faaliyeti yapılamamaktadır. Toplam üst sınır olan 100 milyar adet jeton şirket tarafından önceden oluşturularak, aralıklarla piyasa sürülmektedir. Hali hazırda bu jetonların %40'ı dolaşımda bulunmaktadır.
- Ripple ağında işlemlerin onaylanma süreci 5 saniye sürmektedir. Bu süre Bitcoin'de 1 saat veya üzerinde gerçekleşirken, geleneksel bankacılık sisteminde 2 ila 5 gün arasında olabilmektedir.
- Ripple ağına dâhil olan bankaların birbirleri arasındaki para transferi maliyetleri diğer dijital para birimlere kıyasla oldukça düşük seviyededir. 2018 yılında Ripple ağında para transferi işlem ücreti ortalama 0,0011 dolar iken bu ücretler Bitcoin'de yaklaşık 3,5 dolar, Ethereum'da ise 0,30 dolardır.

Blockchain teknolojisinin ortaya çıkmasıyla birlikte dijital paralar birçok yatırımcıyı kendine çekmiş ve önemli piyasa büyüklüklerine ulaşmıştır. Tek başına Bitcoin'in piyasa değeri General Electric ve Siemens AG gibi köklü şirketlerin piyasa değerleriyle eş değer konuma gelmiştir (Corporateinformation, 2018). Piyasa değerlerinin bu denli büyümüş olması dijital paraların aksine onların temelini oluşturan blockchain teknolojisini ikinci plana atmıştır. Özellikle Bitcoin ve blockchain teknolojisi sıklıkla karıştırılan iki kavram haline gelmiştir.

Blockchain teknolojisinin sunduğu altyapı günümüz küresel bankacılık sistemini revize edebilecek konumdadır. Ripple ve IOTA gibi dijital paralar geleneksel bankacılık işlemlerinden olan EFT ve havale gibi işlemleri daha hızlı, güvenli ve düşük maliyetli olarak gerçekleştirebilmektedirler. Bu durum işlem hızlarını arttırdığı gibi maliyetleri düşüreceğinden iş dünyası için artı değer sağlayacaktır.

Bitcoin'in öncülüğüyle başlayıp sayıları ve değerleri büyük hızla artan dijital para birimleri için her ülke kendi yasa ve düzenlemeleri çerçevesinde bu paraları değerlendirmeye alsa da görüşler birbirleriyle farklılık göstermektedir. Kara para aklanmasının önlenmesi ilişkin mali çalışma grubu olan FATF'ın (Financial Action Task Force) 2014 yılında yayınladığı rapor dışında bugüne kadar dünya çapında kabul görmüş bir standart bulunmamaktadır (Financial Action Task Force (FATF), 2018).

3.2.Blockchain Teknolojisinin Özel/İzinli Kullanım Tipi – Akıllı Sözleşmeler

Günümüz modern toplumlarının karmaşık yapısı verilerin korunup saklanmasıyla önemini bir kez daha gün yüzüne çıkartmıştır. Bireylerin günlük hayatta yaptığı basit bir alışverişten, büyük bir yatırımcının dünyanın başka bir köşesinde gerçekleştirdiği yatırıma kadar her ölçekteki faaliyetin kontrolü ve güvenliğinde doğru verilerin kaydedilip saklanması büyük önem arz etmektedir.

M.Ö. 3000'li yıllarda başlayıp günümüz ekonomilerinin mihenk taşı haline gelen bankacılık sisteminin temel amacı hiç değişmemiştir. Bu amaç her zaman, bireylere ait paraların güvenliğini sağlamak ve gerçekleştirecekleri faaliyetlerde aracılık hizmeti sunmak olmuştur (Yetiz, 2016:108). Finansal sistemde kişi ya da kurumlara ait bilgiler aracı kurumların kayıtlarında saklanmaktadır. Müşterisi adına işlem yapan bir banka, yaptığı işlem, müşterisinin hesap ve bakiyesine kadar pek çok veriyi kayıt altında tutmaktadır. Benzer şekilde herhangi bir sektörde faaliyet gösteren bir şirket için de bu durum pek farksız değildir.

Özellikle küreselleşmeyle birlikte ekonomiler arasında kalkan sınırlar finansal sistemi de karmaşık bir hale getirmiştir. Başka bir ülkeye yatırım yapan bir iş adamından, yurtdışında çalışıp evine para göndermek

isteyen bir işçiye, az gelişmiş ülkeler için para yardımında bulunan yardım örgütünden, emtia ithal eden bir ülkeye kadar tüm birey ve kurumlar sistemin girift bir parçasıdır. Bu çerçevede değerlendirildiğinde, sistemin bu denli karmaşıklığı özellikle uluslararası para transferi işlemlerini maliyetli ve zaman alıcı kılmaktadır. Blockchain teknolojisi her ne kadar dijital paraların ve bilhassa Bitcoin'in gölgesinde kalmış gibi görünse de günümüz finansal sistemin kusurlarından kaynaklanan sorunlara çözüm olabilecek niteliktedir. Özellikle Ripple ve IOTA gibi dijital paraların fon transferi işlemlerindeki maliyetleri düşürüp işlem hızını birkaç saniyeye indirmesi günümüz finans sistemi için önemli bir örnek teşkil etmektedir. Sadece 2016 yılında gerçekleşen dolandırıcılık faaliyetlerinin küresel ekonomiye maliyetinin 4 trilyon dolardan fazla olduğu göz önünde bulundurulursa, blockchain'in sunmuş olduğu ağ teknolojisinin mevcut finansal sisteme sağlayabileceği katkının ne kadar büyük olacağı tahmin edilebilmektedir (Crowe Clark Whitehill, 2017).

Blockchain teknolojisinin sunduğu bir başka önemli özellik ise kriptografidir. Bu teknoloji birey veya kurumlar için daha güvenli dijital kimliklerin oluşturulmasını sağlamaktadır. Oluşturulan bu kimlikler bireylerin gizliliklerini korurken, birey veya kurumlara ait tüm verilerin ağı aktarımını ve bu verilerin doğrulanması işlemlerini basitleştirmektedir. Bu teknoloji özellikle kamusal verileri toplayıp işleyen tüm devletler için önemli bir alt yapı sunmaktadır (Euro Banking Association (EBA), 2016:7-9). Ethereum'un doğuşuyla birlikte ortaya çıkan akıllı sözleşmeler herhangi bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymadan bireyler ya da kurumlar arasında otomatik olarak uygulanabilen sözleşmelerdir. Bu teknoloji, taraflar arasında gerçekleşen günümüz sözleşmelerindeki birçok prosedürü ortadan kaldırması ve yapılan sözleşmelerin ağ üzerine kaydedilerek takip edilebilmesini kolaylaştırması bakımından büyük bir yenilik getirmektedir.

Blockchain teknolojisinin devletlerden, şirketlere tüm kurumların gerçekleştirdikleri faaliyetlerde kullanılarak bu işlemlere ilişkin risklerin, işlem maliyetlerinin azaltılmasının yanı sıra işlemlerin verimliliğinin de artırılması hedeflenmektedir. Blockchain teknolojisinin küresel ekonomik sistem üzerinde uygulanarak güncel sistemin programlanabilir bir ekonomiye dönüştürülmesiyle 2030 yılına kadar 3 trilyon dolardan fazla bir tasarrufun sağlanacağı öngörülmektedir (Cisco, 2018:6).

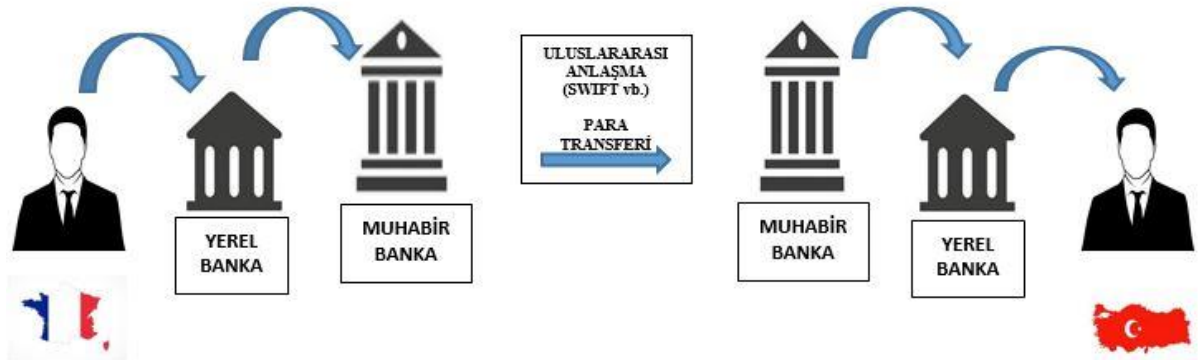
Günümüzde birçok kurum ve kuruluş blockchain teknolojisinin getirmiş olduğu yenilikler üzerine çalışmalarını hâlihazırda yürütmektedir. Bu çerçevede finans, sanayi ve kamu kesimlerinin blockchain ve akıllı sözleşmeler teknolojisi üzerine yürüttüğü faaliyetler incelenmiştir.

3.2.1.Finansal Hizmetler ve Blockchain

Blockchain teknolojisi finansal hizmet sektörünü yeniden şekillendirebilecek pek çok özelliğe sahiptir. Dağıtılmış defter teknolojisi (DDT) çerçevesinde merkezi olmayan ağların oluşturulması mevcut finansal sistemin karmaşıklığının azaltılmasında ve işlem maliyetlerinin düşürülmesinde önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir. Bu durum açıklanmadan önce günümüz finansal sisteminde fon transferlerinin/ödeme işlemlerinin nasıl gerçekleştiğine dair kısaca bilgi vermek yerinde olacaktır.

Aynı ülkede bulunan bankalar arasında gerçekleşen para transferlerinde (EFT) işlemler, merkezi bir kurumun aracılığıyla yürütülmektedir. Bu aracı kurum gerçekleşen tüm işlemleri ve hesap kayıtlarını kendi veri tabanında tutmaktadır. Bu durum bir takım riskleri de beraberinde getirmektedir. İlki, işlemlerle ilgili tüm verilerin sürekli olarak senkronize tutulması gerekliliğidir. Bir diğeri ise, kaydı yapılan işlemlerle ilgili yükümlülüklerin bankalar tarafından yerine getirilip getirilemeyeceğidir.

Şekil 3: Mevcut Finansal Sistemde Uluslararası Fon Transferi



Kaynak: (Pisa ve Juden, 2017:16)

Şekil 3'te mevcut finansal sistem üzerinden ülkeler arası fon transfer işlemi görülmektedir. Farklı ülkelerde bulunan bankalar arasındaki fon transferlerinde ise genellikle birden fazla aracı kurum bulunmaktadır. Bu da gerçekleşen işlemlerle ilgili verilerin eşzamanlı olarak kayıt altında tutulmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca transfer edilmek istenen her fon için aracı kurumun rezerv hesap bulundurması zorunluluğu da işlemlerin maliyetlerini artırmaktadır (UniCredit, 2016:12-14).

Şekil 4: DDT'de Uluslararası Fon Transferi



Kaynak: (Pisa ve Juden, 2017:18)

Şekil 4'te ülkeler arası gerçekleştirilmek istenen para transferi işleminin DDT tabanlı sistemdeki aşamaları verilmiştir. DDT tabanlı sistemin mevcut finansal sisteme kıyasla işlemi önemli ölçüde sadeleştirdiği görülmektedir. Bankalar arasında oluşturulacak izinli ağlar sayesinde, bankalar ağda hem katılımcı hem de işlemi doğrulayıcı bir görev üstlenerek işlemlerin verimliliğini arttıracaktır.

DDT teknolojisi özellikle uluslararası fon transferlerindeki aracı kurum riskini de ortadan kaldırmaktadır. Mevcut sistemde gerçekleştirilen işlemler için tahsis edilen fonlar, işlem gerçekleşene kadar rezerv hesaplarda tutulduğundan sermayenin atıl kalmasına neden olarak maliyeti artırır. DDT teknolojisinin kullanılmasıyla birlikte bu işlemler aracısız ve çok kısa sürelerde tamamlanabildiğinden maliyetleri önemli ölçüde azaltması öngörülmektedir (FinTech, 2017:3-5).

Bankalar ve finansal kurumlar için bir başka maliyetli işlem ise finans literatüründe "*Know Your Costumer*" (KYC) olarak adlandırılan müşteri tanımlama sürecidir. Potansiyel bir banka müşterisi herhangi bir bankada hesap açmak istediğinde, bankaya giderek bir takım evrak işlemlerini gerçekleştirmek zorundadır. Bu işlemin ardından bankalar müşterinin kimliğini doğrulamak amacıyla evrak doğruluğunu kamusal veri tabanı üzerinden kontrol ederek işlemi gerçekleştirmektedir. Ancak bu durum bankalar için zaman alıcı ve verimsiz bir süreçtir. Blockchain teknolojisinin sunmuş olduğu kriptografi tekniği kullanılarak bankalar ve devlet kurumlarının da bulunacağı ortak bir ağda her bir müşteri için dijital kimlik oluşturmak mümkündür. Bireyin birden fazla kurumda hesabı veya varlıkları olsa bile kendine ait tek bir dijital kimliği/imzası olacağından kimlik doğrulama işlemleri çok kısa sürede gerçekleşecektir (UniCredit, 2016:14-15; UBS, 2016:30-34).

Ticari faaliyetler genel olarak iç ve dış ticaret olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Özellikle dış ticaret işlemleri ülke içi ticari işlemlere göre karmaşık, maliyetli ve zaman alıcı işlemlerdir. Günümüzde dış ticarete kullanılan pek çok ödeme şekli bulunsada riskleri önemli ölçüde azaltan akreditif ödeme yöntemi (letter of credit) yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu ödeme yönteminde bankalar aracı rol üstlenerek riskleri önemli ölçüde azaltırlar (Zeynalzade ve diğer., 2016:130). Ancak süreç evrak işlemlerinin yoğunluğu, yüksek idari iş yükü ve işlem sürelerinin uzunluğu gibi nedenlerden dolayı karmaşılaşabilmektedir. Akreditif uygulamalarında risk faktörleri, taraflar arasında dengelenmiş olsa da bu uygulama politik ve hukuki risklerin yanında sahtekârlık ve bir takım mücbir sebeplerden kaynaklı risklerden dolayı tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (Nagano ve diğer., 2017:28-29).

Bu noktada blockchain uygulamalarından biri olan akıllı sözleşmelerin kullanılması pek çok soruna çözüm olabilecek niteliktedir. Akreditif ödeme yönteminde yaşanan sorunlar bankaların, şirketlerin ve taşıma şirketlerinin dâhil olduğu izinli bir blockchain ağı vasıtasıyla azaltılabilir. Taraflar arasında gerçekleşecek ticari faaliyetlerde bankalar, taraflar arasında belirlenen şartları içeren akıllı sözleşmeyi oluşturup taraflara iletirerek

işlemleri hızlı ve otomatik hale getirebilir. Bu sözleşmeler üzerinden alıcı, satıcı ve aracı bankalar arasında gerçekleşen işlemler eş zamanlı olarak takip edilebileceğinden konşimentonun düzenlenmesi, teslim alınması ve bankaya iletilmesi gibi süreçler ortadan kalkacaktır. Ayrıca sözleşmeye konu olan malın satıcıdan alıcıya kadar olan tüm süreçlerinin blockchain ağı üzerinde kriptografik olarak imzalanıp blok zincirine kaydedilecek olması ürün ve nakliye ile ilgili risklerin yanı sıra sahtekârlık riskini de azaltacaktır (Cocco ve diğer., 2017:5; UniCredit, 2016:15).

Blockchain teknolojisinin getirmiş olduğu DDT ve akıllı sözleşmeler gibi yeniliklerin günümüz finans sistemine sağlayabileceği katkılar birçok kesimin ilgisini çekmiştir. Özellikle finansal hizmetler sektörünün temelini oluşturan UniCredit, Barclays, Santander ve BNP Paribas gibi küresel ölçekli ticari bankalar, DDT'nin potansiyelini keşfederek bu alandaki yatırımlarını genişletmişlerdir. Blockchain teknolojisi günümüz finans sistemindeki işlemlerin aksine daha hızlı ve daha şeffaf bir altyapı sunmaktadır. DDT ve akıllı sözleşmeler teknolojisinin uygulanması, günümüz finans sistemindeki maliyet ve kayıplar %30 ila %50 oranında azaltarak yaklaşık 10 milyar dolar tasarruf sağlanabileceği tahmin edilmektedir (Accenture, 2017:6).

3.2.2.Sanayi, Kamu Hizmetleri ve Blockchain

DDT ve akıllı sözleşmeler teknolojisi son yıllarda popülerlik kazanarak imalat, lojistik, enerji, sağlık, perakende, telekomünikasyon, medya, sigorta ve kimya gibi önemli sektör oyuncularının yanı sıra devletlerin de dikkatini çekmiştir. Özellikle ABD ve Avrupa ülkelerinin başını çektiği blockchain ve akıllı sözleşmeler üzerine yürütülen ARGE ve inovasyon yatırımları hızla artmaktadır. Bu yatırımlar genel olarak blockchain ve uygulamaları üzerinden gelişmesi hedeflenen iş ekosistemlerinin oluşturulmasına yöneliktir. Hâlihazırda blockchain teknolojisi gelişim evresinin başlarında olmakla birlikte küresel ölçekte bir blockchain ağının oluşturulması karşısında mevcut sorunlar halen bulunmaktadır. Buna rağmen bu teknolojinin uzun vadede yeni iş modelleri yaratarak pek çok sektör için kârlı ve sürdürülebilir bir ekosistem oluşturması muhtemeldir. Günümüzde 1200'ün üzerinde start-up, 200'den fazla ulusal/uluslararası şirket ve pek çok üniversite bu teknoloji özelinde çalışmalarını sürdürmektedir (International Finance Corporation (IFC), 2017:12). Tablo 1'de DDT ve akıllı sözleşme teknolojilerinin kullanılması hedeflenen bazı sektörler ve bu sektörler üzerine muhtemel uygulamaları verilmiştir.

Tablo 1: Blockchain Teknolojisinin Kullanılması Hedeflenen Sektörler ve Uygulama Alanları

SEKTÖR	UYGULAMA ALANLARI
İmalat Sanayii Enerji Sektörü Kimya Sektörü	Tedarik zincirine katılan tüm bileşenlerin takibi (Tedarik zincir yönetimi) Ağ üzerinde birbirine bağlı fabrikalar Ağ üzerinde birbirine bağlı üretim araçları DDT tabanlı üretim planlaması DDT tabanlı muhasebe kayıtları Ürünlerin arz, talep ve stok durumu gibi verilerin DDT üzerinden takibi DDT tabanlı ağ üzerinden patent ve fikri mülkiyet haklarının korunması Akıllı sözleşmelerle yapılan ticari anlaşmalar
Telekomünikasyon Sektörü	DDT üzerinden mobil ödeme işlemleri Kimlik doğrulama Operatörsüz telekomünikasyon hizmetleri
Genel Sağlık ve İlaç Sanayii	Genel sağlık verileri ve kişisel bilgilerin (doğum, evlilik, ölüm vb.) DDT üzerinde depolanması İlaçların sahtelerine karşı orijinalliğinin DDT üzerinden tespiti İlaçların menşei ve tedarik zinciriyle ilgili verilerin DDT üzerinden takibi
	<ul style="list-style-type: none"> • Ürünlerin arz, talep ve stok durumu gibi verilerinin DDT üzerinden takibi • Ürünlerin menşei ve teslimat süreçleriyle ilgili verilerin DDT üzerinden takibi • Ürünlerin üretim girdi ve süreçleriyle ilgili

<p>Perakende Sektörü Tarım Sektörü Lojistik Sektörü</p>	<p>verilerin DDT üzerinden takibi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarımsal ürünlerin tohumlama, gübreleme ve ilaçlama süreçleriyle ilgili verilerin DDT üzerinden takibi • Akıllı sözleşmeler aracılığıyla lojistikte ticari süreçlerin otomatikleştirilmesi. • Tedarik zincirlerinde şeffaflığın artırılması.
<p>Kamu Hizmetleri</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DDT üzerinden dijital kimlik kayıtları • Akıllı sözleşmeler aracılığıyla tapu/mülkiyet kayıtları ve noter işlemleri • DDT üzerinden e-oy • DDT üzerinden kayıtların depolanması (sicil kayıtları, nüfus kayıtları vb.) • Kritik verilerin siber saldırılara karşı korunması • Kamu işlemlerinde hata ve kayıpların azaltılması • Vergi kayıplarının azaltılması

Kaynak: (Richter, 2017:15; Natarian ve diğer., 2017:22; Ramachandran ve Rehmann, 2017:24-25; Niforos, 2017:45-46; Huawei, 2018:26-27).

Blockchain teknolojisi ilk olarak dijital paralar ve dijital ödeme sistemleri üzerine kullanılmış olsa da bu teknolojinin finansal hizmetler sektörü dışında pek çok sektör üzerinde de kullanılabileceği görülmüştür. Nitekim Tablo 1’de birçok sektörün ve kamu kesiminin DDT teknolojisi çerçevesinde kullanılabileceği muhtemel uygulama alanları verilmiştir. Üretim odaklı sektörlerin yanı sıra lojistik ve perakende sektörleri için de büyük önem arz eden anlık veri akışının sağlanması ve bu verilerin takibi gibi süreçlerde DDT teknolojisinin uygulanması doğrultusunda pek çok soruna çözüm olabilecek niteliktedir. Blockchain’in finansal hizmetlerin dışında üretim-teslimat süreçlerinin takibi, envanter takibi, dijital kimlik, dijital oy, fikri mülkiyet haklarının korunması gibi birçok alanda da kullanılabileceği öngörülmektedir. 2014-2017 yılları arasında blockchain üzerine 2500’den fazla patent başvurusu yapılmış ve yaklaşık 1,4 milyar dolarlık yatırım gerçekleştirilmiştir (IFC, 2017:14). Günümüzde blockchain teknolojisinin pek çok sektörde kullanılabilmesi için çeşitli platformlar üzerine çalışmalar yürütülmektedir. Aşağıda seçilmiş bazı platformlar hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

- **Hyperledger Project:** Hyperledger Projesi, 2016 yılında Linux Foundation’un açık kaynak kodlu bir projesi olarak ortaya çıkmıştır. Projenin amacı kurumsal düzeyde sektörler arası DDT’nin geliştirilerek, küresel ölçekteki ticari işlemlerin hızlı, şeffaf ve daha az maliyetle yürütülmesini sağlamaktadır. Uluslararası pek çok şirketin de üyesi olduğu bu projenin 90’dan fazla üyesi bulunmaktadır (Hintzman, 2017:13; Hyperledger, 2018).
- **Corda:** Corda, 2016 yılında R3 tarafından geliştirilen açık kaynak kodlu özel/izinli bir blockchain platformudur. Sektörler arasında DDT teknolojisinin geliştirilmesi ve firmalar arasında akıllı sözleşmelerin kullanımının sağlanması doğrultusunda çalışmalarını yürütmektedir. Finansal hizmetler, lojistik ve ilaç sanayiinin de dâhil olduğu pek çok sektör üzerinde uygulamaları bulunmaktadır. Corda platformunun uluslararası pek çok şirketin de olduğu 200’den fazla üyesi bulunmaktadır (Corda, 2018).
- **Quorum:** Quorum, Ethereum tabanlı özel/izinli bir blockchain platformudur. ABD’nin önemli finans kuruluşlarından olan JP Morgan tarafından geliştirilmiştir. Özellikle finansal hizmetler sektörü için geliştirilmiş olan bu platform, işlemlerin hızlı, verimli ve şeffaf bir şekilde gerçekleştirilmesi üzerine çalışmalarını yürütmektedir (Jpmorgan, 2018).
- **Multichain:** Multichain, açık kaynak kodlu özel/izinli bir blockchain platformudur. Finansal hizmetler sektörüne yönelik olarak geliştirilmiştir. Multichain, Bitcoin’in referans yazılımı olan Bitcoin Core’a tabanlıdır ve eşler arası işlemlerin güvenli ve hızlı şekilde gerçekleştirilmesi üzerine çalışmalarını yürütmektedir (Multichain, 2018).
- **Bigchaindb:** Bigchaindb, yukarıda bahsedilen platformların aksine DDT üzerine inşa edilmiş bir veri tabanı olarak tanımlanabilir. Açık kaynak koduna sahip bu platform blockchain teknolojisinin sağladığı tüm özelliklere sahiptir. Bigchaindb’nin temel amacı; blockchain ağlarındaki katılımcılar arasındaki mutabakat mekanizması işleminin onaylanma sürecindeki olası gecikmelerden dolayı uzayarak zaman alıcı hale gelmesini önlemektir. Bigchaindb’nin blockchain ağı üzerinde saniyede 1 milyondan fazla işlem gerçekleştirilmesini sağlayarak bu soruna çözüm getirdiği öne sürülmektedir. Bigchaindb platformunun büyük ölçekli otomobil

üreticilerinin de aralarında olduğu 20’den fazla üyesi bulunmaktadır (Bigchaindb, 2018; Blockchain-council, 2018).

Ticari bankalardan, teknoloji şirketlerine, otomobil üreticilerinden, danışmanlık hizmeti veren kurumlara kadar birçok sektörden katılımcıyı bünyesinde bulunduran bu platformlar DDT ve akıllı sözleşmeleri şirketlere, dolayısıyla küresel ekonomiye entegre edilmesi çerçevesinde kurulmuştur. Blockchain teknolojisinin bir ekosistem haline getirilmesiyle yeni iş alanlarının oluşturulmasının yanı sıra günümüz küresel ticaretinin bünyesinde barındırdığı sorunlara çözüm sağlanması bu platformların temel hedeflerindendir. Günümüzde oluşturulmuş pek çok platform blockchain ekosisteminin oluşturulmasına yönelik çalışmalarını sürdürmektedir. Özellikle IBM ve Intel gibi teknoloji devlerinin de üyeleri arasında bulunduğu Hyperledger Projesi bu platformlar arasında dikkatleri üzerine çekmektedir. Hyperledger Projesi endüstride kullanılmak üzere Hyperledger Fabric, şirketlere özel blockchain ağı sağlayan Hyperledger Sawtooth gibi 10 farklı projeyi hali hazırda yürütmektedir (Hyperledger, 2018).

4.Günümüz Ekonomik Sistemi ve Blockchain’in Geleceği

Günümüz dünyasında gerçekleşen tüm ekonomik faaliyetlerde yaşanan en temel sorun güven olgusudur. Özellikle internetin bireyler arasında yaygın hale gelmesi ekonomik faaliyetlerin internet tabanlı platformlar üzerinden sürdürülebilmesinin önünü açmıştır. Bankacılıktan borsa işlemlerine, resmi işlemlerden alışverişe kadar pek çok işlem internet üzerinden rahatlıkla yapılabilmektedir. Ancak bu işlemlerin merkezi sunucular vasıtasıyla yürütülmesi ve ekonomik işlemlerde kullanılan sitelerin güvenlik açıklarının bulunuyor oluşu bireylerin ve/veya kurumların verilerinin çalınmasına sebep olmaktadır.

Özellikle internet bankacılığı işlemlerinde bu durum sıklıkla yaşanmaktadır. Dijital paraların ortaya çıkmasıyla başlayan süreçte blockchain teknolojisinin bilinirliğinin artması güncel finans sisteminin eksik yönlerini daha da belirginleştirerek tartışmaya açmıştır. Çünkü Blockchain’in getirmiş olduğu DDT ve akıllı sözleşmeler gibi önemli teknolojiler, modern ekonomik sisteminin temelini oluşturan bankacılık sektörünün yürüttüğü işlemlerdeki maliyet, işlem süresi, işlem hatası veya verilerin/paranın çalınması gibi sorunlara çözüm getirebilecek kapasiteye sahiptir.

Nitekim küresel finans sisteminde önemli yere sahip UniCredit, UBS, HSBC, ING, BBVA ve J.P. Morgan gibi büyük ölçekli bankalar blockchain teknolojisi üzerine çalışmalar yürütmektedir. Bu bankalar, izinli/izinsiz blockchain platformları oluşturmayı hedefleyen çeşitli platformlara dâhil olarak finansal hizmetler sektöründe bir blockchain ekosistemi oluşturulması doğrultusunda çalışmalar yürütmektedir.

Blockchain sadece finans sektöründe değil aynı zamanda kamu ve özel kesimde de önemli değişikliklere öncülük edebilecek bir teknolojidir. Özellikle ithalat-ihracat faaliyetlerinde güncel sistemin önemli sorunları bulunmaktadır ve bu noktada akıllı sözleşmeler protokolü öne çıkmaktadır. Akıllı sözleşmelerin ithalat-ihracat faaliyetlerinde kullanılmasıyla, aracı kurumların (amir/lehtar banka) aradan çıkartılması, lojistik süreçlerinin anlık takibi ve bu süreçle ilgili her bir verinin takip edilebilmesi gibi önemli sorunlara çözüm getireceği düşünülmektedir. Ayrıca mikro ölçekte, şirketlerin üretim planlaması ve üretim sürecinde, stok takibinde ve tüm ticari faaliyetlerde kullanılabilecek blockchain tabanlı bir platformun oluşturulması amacıyla özellikle aralarında küresel ölçekli şirketlerin de bulunduğu ortaklıklar kurulmaktadır.

Güncel sistemin sorunları göz önünde bulundurulduğunda, IBM ve Intel gibi bilişim devlerinin blockchain platformları üzerine çalışmalar yürütmesi ve bu platformlara önemli uluslararası şirketlerin de dâhil olarak yeni bir ekosistem oluşturma çabaları, güncel ekonomik sistemin sorunların çözümü noktasında yeterli olmadığını kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Blockchain tabanlı platformların kamu kesimine yönelik olarak da kullanılması planlanmaktadır. Bu platformlar, DDT ile dijital kimlik kayıtları (sicil kayıtları, nüfus kayıtları vb.), akıllı sözleşmeler aracılığıyla tapu/mülkiyet kayıtları ve noter işlemleri ve vergi kayıplarının azaltılması gibi önemli konulara yönelmektedir. Bu noktada özellikle vergi kayıplarının önlenmesi konusu ülkeler için başlıca sorunlardan biridir. Vergi kaçakçılığı, denetim yetersizliği ve kayıt dışı ekonomi vergi kayıplarında başlıca sebeplerdendir (Akbe, 2014:66). Bu bağlamda ülke özelinde oluşturulacak blockchain tabanlı platformların, özellikle piyasada faaliyet gösteren tüm işletmelerin ticari faaliyetlerinin ve finansal kayıtlarının depolanmasını, ticari anlaşmaların akıllı sözleşmeler üzerinden yürütülebilmesini sağlaması durumunda vergi kayıplarının önemli ölçüde önüne geçilebilir. Ayrıca işletmelerin ticari kayıtlarının bu platformlar üzerinde kayıt altında tutulması denetimsel açıdan şeffaflık sağlarken, vergiden kaçınma sorununu da ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır.

Blockchain teknolojisi pek çok alanda kolaylıklar sunmasına rağmen henüz yeni bir teknoloji olması sebebiyle bazı sorun ve endişeler hali hazırda mevcuttur. Özellikle blockchain ağı üzerinde kaydedilen verilerin çalınmaz/değiştirilemez olduğu kanısına varılmamalıdır. Blockchain zincirinde ağa kaydedilecek veriler

kriptografik olarak şifrelenerek kaydedilmektedir. Ancak kriptografi etkili bir yöntem olsa da tek başına yeterli olmayabilir. Örneğin izimli bir ağda bazı kullanıcıların özel anahtarlarının kötü niyetli kişiler tarafından ele geçirilmesi durumunda, o kişilere ait kayıtların işlem geçmişlerini tersine çevirme fırsatı sağlayacağı gibi veri tabanına da tam erişimin sağlanmasını mümkün kılar. Bu noktada kullanıcılara ait özel anahtarların güvenliği büyük önem arz etmektedir (Hileman ve Rauchs, 2017:17).

Bir başka sorun ise “%51 Saldırısı (%51 Attack)” olarak adlandırılan güvenlik sorunudur. Blockchain teknolojisinde işlemler mutabakat mekanizması aracılığıyla doğrulanarak zincire kaydedilmektedir. Bu işlem ağa kaydedilecek verinin katılımcıların yarısından fazlasının işlemi doğrulamasıyla mümkün olmaktadır. Örneğin kötü niyetli kişiler, ağda bulunan katılımcıların hesaplarının yarısından fazlasını ele geçirdiği takdirde, ağa kayıtlı işlemleri silebilir, değiştirebilir veya ağın işleyişini durdurabilir. Bu durum özellikle katılımcı sayısı bakımından daha sınırlı olması beklenen özel/izimli ağların güvenliği konusunda endişeler yaratmaktadır (Hileman ve Rauchs, 2017:17-18).

Blockchain teknolojisinin karşılaştığı sorunlardan bir diğeri ise bürokratik ve sistematik zorluklardır. Bürokratik zorluk, blockchain teknolojisinin uluslararası ticarete kullanılabilmesi için çeşitli kanun, yönetmelik ve standartlara sahip olması gerekliliğidir. Bu noktada özellikle uluslararası ticarete akıllı sözleşmelerin kullanılması işlemlerin şeffaf ve hızlı şekilde yürümesini sağlayabilir ancak bu sözleşmelerin oluşturulması, detaylarının revize edilmesi ve sözleşmelerle ilgili tutarsızlıkların ele alınması gibi süreçleri yönetecek uluslararası bir yapıya ihtiyaç duyulması muhtemeldir. Sistematik zorluk ise blockchain teknolojisinin farklı alanlarda kullanılabilmesi için gerekli fonksiyonların belirlenerek, yazılım mimarisinin tasarlanmasıdır. Ayrıca tasarlanan yapının güncel sistemlere entegre edilmesi sürecinde de karşılaşılabilecek sorunlar göz önünde bulundurulmalıdır (Nagano ve diğer., 2017:29-30; DHL, 2018:7).

5.Sonuç

2009 yılının başlarında Bitcoin’in ortaya çıkmasının ardından günümüze kadar takip eden süreçte ortaya çıkan 2000’den fazla dijital para önemli piyasa değerlerine ulaşmıştır. Nitekim bu paraların piyasa fiyatlarında yaşanan aşırı dalgalanmalar ve arkalarında güvenilir bir kuruluşun olmaması gibi çeşitli gerekçelerle pek çok ekonomist tarafından eleştirilmiş ve balon olarak nitelendirilmiştir. Sanal paralar hakkında getirilen eleştirilerin çoğu doğru olsa da bu paraların ortaya çıkmasındaki en önemli faktör olan blockchain teknolojisi göz ardı edilmektedir. Özellikle DDT ve akıllı sözleşmeler gibi günümüz küresel ticaretindeki pek çok sorunu çözebilecek nitelikteki teknolojilerin kullanılması doğrultusunda blockchain’in yaratacağı etki büyüktür.

Dünyada yaşanan sanayi devrimleri ilk olarak üretim hatlarını değiştirse de takip eden süreçte finansal sistemi, teknolojik altyapıyı, sosyoekonomik alışkanlıklarımızı da değiştirmiştir. Özellikle son 20 yılda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişim dünyada küreselleşme rüzgarını da beraberinde getirmiş ve ülkeler arasındaki sınırları kaldırarak tüm ekonomileri birbirine bağlamıştır. 2011 yılından itibaren konuşulmaya başlanan ve Endüstri 4.0 olarak adlandırılan 4. Sanayi Devrimi’nin de beraberinde pek çok değişim getireceği aşikârdır. Özellikle ticaret savaşlarıyla sarsılan küreselleşmecî felsefe, günümüz finansal sistemini de tartışmalı hale getirmiştir.

Endüstri 4.0’ın temelini oluşturan, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti ve siber-fiziksel sistemler göz önünde bulundurulduğunda planlanan sanayi devriminin internet temelli olacağı görülmektedir. Bu durum çok uzak olmayan gelecekte blockchain teknolojisinin finans sektöründen, sanayiye ve kamu hizmetlerine kadar pek çok alana entegre olacağı ve güncel ekonomik sistemi değiştiren aktörlerin başında gelebileceğinin göstergesi olarak yorumlanmasına herhangi bir engel teşkil etmemektedir.

Ateşin keşfiyle başlayan ve Endüstri 4.0’ın konuşulup, tartışıldığı günümüze kadar devam eden değişim sürecinde, bazı keşif veya icatlar toplumların değişiminde kilit roller üstlenmiştir. Blockchain teknolojisi de bunlara adaydır. Henüz bu rolü üstlenebilecek yetkinliğe sahip olmasa da ilerleyen zamanlarda bu etkiyi yaratacak kapasiteye erişmesi muhtemeldir. Bu durum özellikle her bir sanayi devrimini kaçırmış olan Türkiye için büyük önem arz etmektedir.

Blockchain teknolojisi Türkiye’nin gelişmekte olan ülkeden, gelişmiş bir ülke haline gelebilmesinde önemli bir fırsattır. Çünkü günümüz gelişmiş ülkelerinin seviyesine ulaşabilmek adına özellikle sanayileşme alanında önemli bir bilgi birikiminin sağlanmasına, yüksek meblağlı yatırımların yapılmasına ve tüm bunların oluşabilmesi için zamana ihtiyaç duyulacaktır. Ancak blockchain teknolojisinin yeni ortaya çıkmış olması ve yaratacağı değişimlerin sağlayacağı etkinin ölçeği göz önünde bulundurulduğunda, blockchain teknolojisinin Türkiye için ne kadar önemli bir fırsat olduğu su götürmez bir gerçektir. Bir akıllı telefon uygulamasının piyasa değerinin uluslararası ölçekte iş yapan pek çok şirketin piyasa değerini katlayabiliyor oluşu günümüz dünyasında yazılım sektörünün ne denli önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu sebeple Türkiye’nin blockchain teknolojisi üzerine yoğunlaşması ve bu alanda yapılacak yatırımların desteklenmesi büyük önem arz etmektedir.

Kaynakça

- ACCENTURE (2017). Banking on Blockchain, A Value Analysis For Investment Bank, 6, <https://www.accenture.com/t20171108T095421Z/Accenture-Banking-on-Blockchain.pdf>, E.T.: 21.07.2018.
- AKBEY, F. (2014). Türkiye’de Vergi Denetimi ve Gelirleri Üzerine Bir İnceleme, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:29, Sayı:1, 66.
- AN ROINN AIRGEADAIS DEPARTMENT OF FINANCE (2018). Discussion Paper: Virtual Currencies and Blockchain Technology, (2018), 3, <https://www.finance.gov.ie/Virtual-Currencies-and-Blockchain-Technology.pdf>, E.T.:09.07.2018.
- BRITO, J. ve CASTILLO, A. (2014). Bitcoin: a primer for policymakers, *George Mason University*, 29 (4), 3-12.
- BUTERIN, V. (2014). A Next Generation Smart Contract & Decentralized Application Platform, 13, <https://www.coss.io/documents/white-papers/ethereum.pdf>, E.T.:10.07.2018.
- CISCO (2018). Blockchain by Cisco: Build trust-based business networks for digital transformation, 6, <https://www.cisco.com/digital-transformation/blockchain-whitepaper.pdf>, E.T.:13.07.2018.
- COCCO, L., PINNA, A. ve MARCHESI, M. (2017). Banking on Blockchain: Costs Savings Thanks to the Blockchain Technology, *Future Internet*, 9 (25), 5.
- DHL (2018). Blockchain in logistic, perspective on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistic industry, 3-5, <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/glo-core-blockchain-trend-report.pdf>, E.T.: 08.07.2018.
- EURO BANKING ASSOCIATION (2016). Applying Cryptotechnologies to Trade Finance, (2016), 7-9, <https://www.abeb-eu/1339/applying-cryptotechnologies-to-trade-finance.pdf>, E.T.:13.07.2018.
- FINTECH NETWORK (2017). Four Blockchain Use Cases for Banks, 3-5, https://blockchainapac.fintecnet.com/fintech_blockchain_report_v3.pdf, E.T.:19.07.2018.
- GSMA (2017). Blockchain for Development: Emerging Opportunities for Mobile, Identity and Aid, 5-6, <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/uploads/Blockchain-for-Development.pdf>, E.T.:07.07.2018.
- HEWLETT PACKARD ENTERPRISE (2016). Blockchain in the financial services industry, 1-4, <http://blockchainlab.com/pdf/4AA6-5864ENW.pdf>, E.T.:01.07.2018.
- HILEMAN, G. ve RAUCHS, M. (2017). Global Blockchain Benchmarking Study, *Cambridge Judge Bussiness School*, 13-15.
- HINTZMAN, Z. (2017). Comparing Blockchain Implementations, *NCTA Technical Papers*, 13, <https://www.nctatechnicalpapers.com/2017-comparing-blockchain-implementations/download>, E.T.:07.09.2018.
- HUAWEI (2018). Toward a Trusted Digital World ss.26-27, https://static.huaweicloud.com/upload/20180416142450_61761.pdf, E.T.:22.07.2018.
- INNOVALUE (2015). Blockchain And Financial Services Industry Snapshot And Possible Future Developments, (2015), 8-9, <https://emergingpayments.org/Blockchain-in-Financial-Services.pdf>, E.T.:11.07.2018.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (2017). Opportunities for Private Enterprises in Emerging Markets, *World Bank Group*, 12.
- KRAUSE, E.G., VELAMURI, V.K., BURGHARDT, T., NACK, D., SCHMIDT, M. ve TREDER, T.M. (2016), Blockchain Technology and the Financial Services Market State-of-the-Art Analysis, HHL, 6.
- NAGANO, H., HARA, Y., OSHIMA, S., NISHIDA, I. ve CHO, T. (2017). Creating Blockchain-driven Financial Services and Business Models, *Hitachi Review*, Vol.66, No.1, 28-29.
- NAKAMOTO, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, Erişim Tarihi:25.06.2018.
- NATARAIAH, H., KRAUSE, S. ve GRADSTEIN, H. (2017). Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain, *World Bank Group*, 22, <http://documents.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf.pdf>, E.T.:22.07.2018.
- NIFOROS, M. (2017). Beyond Fintech: Leveraging Blockchain for More Sustainable and Inclusive Supply Chains, *International Finance Corporation (IFC) EM Compass Note 43*, 45-46.

PISA, M. ve JUDEN, M. (2017). Blockchain and Economic Development: Hype vs. Reality, *Center For Global Development*, Paper No:107, 5-7.

PWC (2017). Building blocks: How financial services can create trust in blockchain, ss.1-3, <https://www.pwc.com/publications/pwc-whitepaper-blockchain-trust.pdf>, E.T.:01.07.2018.

RAMACHANDRAN, V. ve REHERMANN, T. (2017). Can Blockchain Technology Address De-Risking in Emerging Markets?, *International Finance Corporation (IFC) EM Compass Note* 38, 24-25.

RICHTER, G. (2017). IBM Blockchain: How Blockchain technologies can bring value to your business, *IBM*, s.15, <https://digital-aquitaine.com/docs/Communication/Blockchain-for-Businesses.pdf>, E.T.: 22.07.2018.

SEL, M. ve MOUTON, M. (2016). Blockchain and its application in Financial Services, *PWC*, 3, <http://afyonluoglu.org/PublicWebFiles/Reports-CS/.pdf>, E.T.:07.07.2018.

THE FINANCIAL COST OF FRAUD (2017). The Latest Data From Around The World, *Crowe Clark Whitehill*, 9, <https://www.accountant.nl/globalassets/crowe-the-financial-cost-of-fraud-2017.pdf>, E.T.:12.07.2018.

UBS (2016). Building Trust Engine: How The Blockchain Could Transform Finance (And The World) A UBS Group Technology, 30-34, <https://www.ubs.com/microsites/blockchain-report/>, E.T.:19.07.2018.

UNICREDIT (2016). Blockchain Technology and Applications from a Financial Perspective, 12-14, <https://www.weusecoins.com/Blockchain-Technology-and-Applications-from-a-Financial-Perspective.pdf>, E.T.:19.07.2018.

YETİZ, F. (2016). Bankacılığın Doğuşu ve Türk Bankacılık Sistemi, *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Nisan 2016; 9(2), 108.

ZEYNALZADE, S., TOPAL, B. ve DİZKIRICI, A.S. (2016). İhracatta Akreditifli Ödeme Yönteminin Değerlendirilmesi: Bir Katılım Bankası Örneği, *İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, 4(1), 130.

İnternet kaynakları

<https://www.ekovizyon.com.tr/turkiye/cift-harcama-double-spending-problemi> (Erişim Tarihi:26.06.2018)
<https://www.investopedia.com/terms/d/doublespending.asp> (Erişim Tarihi:26.06.2018)
<https://www.doviz.com/kripto-paralar/bitcoin> (Erişim Tarihi:30.06.2018)
<https://bitcoinbudur.com/bitcoin-madenciligi-nedir-nasil-yapilir/> (Erişim Tarihi:04.07.2018)
<https://www.technopat.net/2017/07/01/dijital-madencilik-nedir/> (Erişim Tarihi:04.07.2018)
<https://medium.com/bili%C5%9Fim-hareketi/blockchain-ve-bitcoin-nedir/> (Erişim Tarihi:04.07.2018)
<https://www.mediatick.com.tr/blog/bitcoin-blockchain-ve-bitcoin-madenciligi> (Erişim Tarihi:08.07.2018)
<https://fee.org/articles/bitcoin-for-beginners/> (Erişim Tarihi:08.07.2018)
<https://bitcoinlerim.com/smart-contracts-akilli-sozlesmeler-nedir/> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://btc.coinmedya.com/ethereum-nedir.html> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://www.investaz.com.tr/blog/ethereum-nedir-bitcoinden-farklari-nelerdir/> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://ripple.com/xrp/> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://www.quora.com/How-is-Ripple-different-from-bitcoin> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://bitcoinmagazine.com/guides/what-ripple/> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<http://www.corporateinformation.com/Top-100.aspx?topcase=b> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<http://www.fatf-gafi.org/Virtual-currency-key-definitions-and-potential-risks.pdf> (Erişim Tarihi:10.07.2018)
<https://www.hyperledger.org/> (Erişim Tarihi:07.09.2018)
<https://www.corda.net/index.html> (Erişim Tarihi:07.09.2018)
<https://www.jpmorgan.com/global/Quorum> (Erişim Tarihi:07.09.2018)
<https://www.multichain.com/> (Erişim Tarihi:07.09.2018)
<https://www.blockchain-council.org/blockchain/what-is-bigchaindb-technology/> (Erişim Tarihi:07.09.2018)
<https://www.bigchaindb.com/> (Erişim Tarihi:08.09.2018)
<https://www.hyperledger.org/projects> (Erişim Tarihi:10.09.2018)
<https://coinmarketcap.com/> (Erişim Tarihi:04.01.2019)