



Blok Zincir Teknolojisi Perspektifinden Kalkınma

Hüda Carda¹

Ökkeş Kısa²

RESEARCH ARTICLE

Araştırma Makalesi

MAKALE BİLGİSİ

Gönderme: 06.06.2023

Düzeltilme : 21.10.2023

Kabul : 02.11.2023

Yayın : 30.12.2023

iThenticate benzerlik oranı: %14

JEL Kodu:

K34, O38, M12

Anahtar Kelimeler:

Blok zincir, Bilgi Teknolojileri, Dijital Dönüşüm, Kalkınma

Ö Z E T

Bu çalışmada, küreselleşen dünyada dijitalleşmenin bir sonucu olarak bilgi teknolojileri ve blok zincir teknolojisinin kalkınma ile olan ilişkisiyle devletlerin üstelendiği misyon ilişkisi üzerinde durulmuştur. Ayrıca hayatın her alanına hızlıca nüfuz ederek dijital ekonominin önemli yapı taşları arasında yer alan bilgi teknolojilerinin kalkınma üzerindeki rolüne değinilmiştir. Bilgi teknolojileri ardından blok zincir teknolojisinin konumu, önemi vurgulanmış ve kalkınmadaki rolü gibi konular irdelenmiştir. Çalışma teknolojiyi içsel bir faktör olarak ele alan Kaldor büyüme teorisi esasına dayanmaktadır. Ayrıca kamu sektöründe birçok uygulama alanı bulunan blok zincir teknolojisinin avantajları ve kısıtları ele alınmıştır. Bu çerçevede Boumol tarafından yapılan tasnifte verimsiz sektör olarak görülen kamunun verimliliğinin blok zincir teknolojisi ile artırılabilirliği öngörülmektedir. Blok zincir teknolojisinin ülkelerin gelişmişlik düzeyleri kapsamında atacağı adımlar ve yapılması gerekenler ifade edilmektedir. Böylelikle devletlerin blok zincir teknolojisinin kapsamında kamu idarelerinde kullanımı kalkınma açısından önem arz etmektedir.

Citation: Carda, H. & Kısa, Ö. (2023). "Blok Zincir Teknolojisi Perspektifinden Kalkınma". *International Journal of Public Finance*. 8(2), 287 – 312. <https://doi.org/10.30927/ijpf.1310637>

¹ Public finance expert, independent researcher, Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4802-4461>, hcarda06@gmail.com

² Res. Assist., İnönü University, Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-3896>, okkes.kisa@inonu.edu.tr

Development from the Blockchain Technology Perspective

ARTICLE INFO

Submitted : 06.06.2023

Revised : 21.10.2023

Accepted : 02.11.2023

Available : 30.12.2023

iThenticate similarity
score: 14%**JEL classification:**

K34, O38, M12

Keywords:Blockchain, Information
Technologies, Digital
Transformation,
Development

ABSTRACT

This study emphasizes the relationship between information technologies, blockchain technology, and the development of the digital economy in a globalized world. It also highlights the crucial role of information technologies in development and mentions the position and importance of blockchain technology in this process. The study is based on the Kaldor growth theory, which sees technology as an internal factor. Additionally, the advantages and limitations of blockchain technology in the public sector are discussed, and the study suggests that blockchain technology can increase the efficiency of the public sector, which is often seen as an inefficient sector. The study also explores the potential steps that can be taken to implement blockchain technology in public administrations by states to enhance development levels.

Extended Summary

Economic growth includes only increasing production capacity, while economic development includes some social, political, and cultural variables in addition to economic growth. Social and cultural variables are related to many criteria such as improvement in living conditions, increased signs of life at birth, average schooling rate, access to clean water, and literacy. In addition to all these criteria, growth is more concerned with income increase and monetary issues. Every economy aims to achieve economic development by ensuring social and cultural development in a way that increases living standards along with economic growth. In this context, while developed countries are only concerned with economic growth, developing countries must be concerned with economic growth and development.

Multiple factors determine economic growth, and one factor that has an important place among them is technology. Technological development increases efficiency through innovations in the organizational structure and production phase. However, it should be emphasized that long-term economic growth can only be achieved by increasing efficiency. Technology is the most important factor in increasing efficiency. Because the contribution of the discovery, application and dissemination of new technologies to economic growth is very high. However, when growth theories are examined, some models take technology internally and externally.

Endogenous growth models reveal the importance of the state in the economy, giving importance to issues such as research and development, human capital and technological development, and the regulatory role of the state. Romer and Lucas were the leaders of endogenous growth models with their work emphasizing human capital and knowledge. These models try to explain economic growth with factors such as human capital, research and development, and technological development, assuming that economic growth is determined internally by economic forces operating within the internal dynamics of markets.

The study is based on Kaldor's growth theory, which considers technology an internal factor. According to this theory, industry-based growth, the first of the Kaldor growth laws, is defined as the engine of economic growth.

In developed countries, Information Technology systems are adapted to public administrations, thus saving time, space, and labor by eliminating unnecessary bureaucracy. While public institutions that can keep up with the renewed conditions of developing technology can deliver the services they provide to individuals more effectively and quickly, public administrations that are far from development lag behind in the service phase and work inefficiently, causing loss of workforce, time and space because they continue to work with traditional techniques. In this context, it is envisaged that the efficiency of the public sector, which is seen as an inefficient sector in the classification made by Boumol, can be increased thanks to blockchain. In addition, according to Schumpeter, developing countries can develop within the framework of 'creative destruction', and blockchain technology is considered creative destruction today. The study aims to determine the role of the state in the development of blockchain technology. In this context, document analysis, one of the qualitative research methods, was used in the study.

When evaluated in terms of development, the development level of countries changes the role that the state should take. Differences in the physical conditions of countries have enabled countries to be examined in separate categories. In this context, it is necessary to invest in these areas primarily in low- and middle-income countries due to the lack of technology and lack of qualified personnel. Although upper middle-income countries are better than countries in the previous category, they should make this technology a national strategy, as well as invest in human capital. In high-income countries, incentives should be given to research and development since there is no human capital problem.

1. Giriş

Günümüzde bilgi, ülkeler arası rekabet unsuru olmanın yanında stratejik bir üstünlüğe sahiptir. Geleneksel üretim faktörleri gibi kıt kaynak olmayan aksine kullandıkça değeri artan bir unsur olan bilgi, ülkelerin kalkınmasını sağlayan en önemli silah haline gelmiştir. Bu çerçevede günlük işlerden bio-teknolojiye kadar bilim materyallerinden geniş bir alana hükmeden IT sistemi, ülkelere ekonomik ve sosyal gelişmeleri hızlandırmak için potansiyel bir güç sağlamaktadır (Kagia, 2002: V; Sayar Özkan & Alancioğlu, 2017:11). Dijital teknolojiler hızla gelişmekte olup iletişim altyapısının daha da iyileşmesi ve akıllı telefon, bilgisayar kullanımının yaygınlaşması neticesinde verilerin üretilmesi ve saklanması stratejik öneme haiz hale gelmektedir. Öyle ki blok zincir teknolojisi tam da bu sorunu çözmeyi vadetmektedir. Blok zincir teknolojisi bünyesinde bulundurduğu özellikleri sayesinde internet devriminden sonra en büyük devrim olarak nitelendirilmekte ve gün geçtikçe toplumların bu teknolojiyi entegre etme süreçleri hızlanmaktadır.

Ekonominin ve toplumun devam eden dijital dönüşümü, inovasyonu teşvik etmek, verimlilik yaratmak ve hizmetleri iyileştirmek ve bunu yaparken üretkenlik artışını artırmak için birçok vaatte bulunmaktadır. Dijital teknolojiler, insanların ekonomik ve sosyal faaliyetlere katılımını da kolaylaştırmaktadır. Ancak dijital dönüşüm kuruluşların, pazarların ve toplulukların doğasını ve yapısını değiştirdikçe iş ve becerileri, mahremiyet ve güvenlik noktasında sorunları da gündeme getirmektedir. Blok zincir teknolojisi şeffaflığı ve arkasında herhangi bir otorite veya kuruma bağlı olmadan çalışması bu sorunun çözümü için alternatif olmaktadır.

21. yüzyılda bilgi teknolojileri, kalkınmada büyük öneme sahiptir. Günümüzde gelişmiş ülkelerin ortak noktalarına bakıldığında; çeşitli siyasi ve ekonomik politikaların yanında bilgi ve iletişim altyapısına yüksek miktarda harcama yapmaları, bilgi sistemlerinde yetkin olmaları ve bireylerin bilgi sistemine adaptasyonu konusunda teşvik, eğitim gibi yollarla büyük çaba sarf ettikleri görülmektedir. Bilgi ekonomilerinde, kamu finansmanı ve harcamaları konusunda vatandaşlarla bilgi iletişimi önem arz etmektedir. Bu yüzden gelişmiş ülkeler gerek vatandaşlardan bilgi edinmek gerekse de bilgi vermek amacıyla altyapıya büyük önem vermekte ve her geçen gün iyileştirmeler yaparak mevcut noktanın üstüne çıkmaya çalışmaktadır. Ayrıca vatandaşların sisteme uyumu konusunda da adımlar atmaktadır.

Bu çalışmanın genel yapısı şu şekildedir: İlk bölümde bilgi teknolojileri bağlamında blok zincir teknolojisi tanıtılmaktadır. İkinci bölümde kalkınma üzerine bir çerçeve çizilmiş olup blok zincir teknolojisinin kamu idarelerinde kullanımına değinilmiştir. Son bölümde ise ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre devletlerin blok zincir teknolojisini uygularken kullanacakları adımlar ve yapılacaklar üzerinde durulmuştur.

2. Bilgi Teknolojilerinin Kavramsal Çerçevesi

Bilgi Teknolojileri (Information Technology, IT³) sistemi; bilgi, iletişim ve enformasyon alanında oluşan yeni teknoloji rüzgârı ile birlikte başlayan çağ 'bilgi çağı', 'enformasyon çağı', 'küreselleşme çağı', gibi farklı adlarla anılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan 'bilgi çağı', aynı anlama gelmek şartıyla 'bilgi toplumu' olarak da anılmaktadır (Yılmaz, 1998: 147). Bilgi çağını, önceki dönemlerden ayıran beş temel öge bulunmaktadır. Bunlar (Çelikkol, Genç ve Şeneldir, 2011: 202):

1. Bilgi çağı, bilgiye dayalı toplumdaki meydana gelmektedir.
2. İşletmeler bilgi teknolojilerden faydalanarak faaliyet yapmaktadırlar.
3. Bilgi çağında, iş süreçleri verimlilik artışına dönüşmektedir.
4. Bilgi çağının başarısı, bilgi teknolojilerini kullanımında etkinlik ile ölçülmektedir.
5. Çoğu ürün ve hizmet, bilgi teknolojileriyle iç içe geçmiş durumdadır.

Bilgi toplumu, 20.yy'ın ikinci yarısından günümüze kadar oldukça sık kullanılan bir kavram olmuştur. Kavramın, dijitalleşme olgusuyla çok iç dışlı olması bireylerde internet ve bilgisayar kullanımını da hızlı artırmaktadır. Ülkeler dünya genelinde ulaşım ve iletişim maliyetlerinin azaltılması ve özellikle de bilginin erişimi ve yayılımına yönelik maliyetlerin düşürülmesi konusunda çok büyük bir çaba içerisine girmiştir (Berberoğlu, 2011: 132). Daha çok insana daha düşük maliyetlerle ve daha etkili bir biçimde erişimin gerçekleştirilmesi imkânını ve bu yönde mal ve hizmetler üretme konusunda etkin yolları sağlamak amacıyla bilgi ekonomileri ortaya çıkmıştır (Kagia, 2002: V).

³ Bilgi teknolojileri, çalışmanın bu bölümünden sonra 'IT' olarak bahsedilecektir.

Dünyada bilgi teknolojisinde yaşanan gelişmelerin bir sonucunu olarak bazı düşünürler, ABD, Finlandiya, Japonya, Almanya, İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde sanayi toplumundan çıkıp bilgi toplumu aşamasına geçildiği yönündeki savı desteklemektedir. Bilgi, bu yeni toplumun en önemli metası haline gelmektedir (Çelik, 1998: 54). Bunun bir sonucu olarak geleneksel ağır sanayinin yerine "IT" almaktadır.

IT sistemi, dar anlamda verileri kolaylıkla derleyen, saklayan, işleyen bir kavram olarak tanımlanmakta olup çeşitli teknolojiler tarafından elde edilen bilgilerin erişime açılması, verimli bir şekilde saklanması ve transfer edilmesini sağlayan bir yapıdır (Şahin & Topal, 2016: 1). Bir başka tanıma göre, bilgisayar tabanlı bilişim sistemlerinin, özellikle yazılım ve bilgisayar donanımının yönetimi ve geliştirilmesi kapsamında bilginin işlenmesini, saklanması, iletilmesini, korunmasını ve güvenli bir şekilde erişilmesini sağlamaktadır (Kahraman, 2019: 1).

Gelişmiş ülkelerde IT sisteminin gelişmesi beraberinde dijitalleşme olgusunu da gündeme getirmektedir. Ülkelerin kalkınma politikalarında kilit noktayı temsil eden bu sistemler, teknolojilere ve altyapıya yapılan yatırımların önemini ortaya koymaktadır. Böylelikle yeni teknoloji bilişenleri; gelişen dijital ekonomi, gelişmiş robotik, yapay zekâ, bulut bilişim, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği ve üç boyutlu (3D) baskının artan kullanımı söz konusudur (Bozdoğanoglu, 2022:59).

IT sistemi, 21. yüzyılda iskelet sistemi görevi görerek etkin bir işleyiş sağlamaktadır. İşletmeler için; veri geçişi sayesinde birimleri birbirine eşgüdümleyerek bilgi akışı, iş ilerleyişini kontrol etme ve optimal kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. Bunun yanında kamu idarelerinde hızlı veri akışı sayesinde etkinlik ve verimlilik arttığından kamu harcamalarında iktisadiliğin maksimal seviyeye çıkmasını sağlamaktadır. Devletler de kendilerini revize ederek dijitalleşen dünyaya adapte olmaya çalışmaktadır. Hem ulusal şirketler hem de uluslararası şirketler rekabet ortamında daha fazla kâr marjı elde etme güdüsüyle bilgi iletişim alanlarına yatırım yaparak IT sisteminin, gelişmesinde ve ivme almasında büyük rol oynamaktadır. Bu sayede 21.yy'da IT sistemleri gibi yapıların da gündenden güne önem kazandığı görülmektedir.

2.1. Dijital Dönüşümün Son Halkası: Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi

Dijital dönüşümün son on yılda yaptığı ivmenin neticesinde ortaya çıkan teknolojiler; e-posta, sosyal medya, mobil web, bulut bilişim, nesnelerin interneti ve blok zincir teknolojisidir. Yeni dönemin mimari yapı taşı olarak nitelendirilen blok zincir teknoloji Bitcoin⁴le beraber anılsa da aslında Bitcoin'in arkasında yatan teknolojinin genel adı olarak ifade edilmektedir. Blok zincirin ilk kullanımı⁵ 2009 yılında Bitcoin'le

⁴ Bitcoin, (sanal) para birimi olarak eşlerarası elektronik ödeme aracı olarak oluşturulan transfer sistemidir. Bitcoin, BTC ya da XBT olarak ifade edilmektedir. Çalışmanın mantığı kriptografi (şifreleme) yöntemine dayanmaktadır (Bonneau vd., 2015:106).

⁵ İlk olarak 1991'de bir araştırma projesi olarak önerilen blok zincir kavramı, 2000'lerin başında birbirinden bağımsız iki proje olarak karşımıza çıkan e-Donkey ve BitTorrent, tam olarak internet üzerinde hiç tanımadığımız ama iletişime geçebileceğimiz diğer kişiler, daha doğrusu makineler üzerinden verinin paylaşılması için geliştirilmiş, uçtan uca "Peer to Peer - P2P" olarak isimlendirilen bir tür veri depolama çözümü olarak karşımıza çıktılar (Usta ve Doğanekin, 2018:20).

beraber olmaktadır. O tarihten itibaren blok zincirlerin kullanımı çeşitli varyasyonlarla birlikte gelişme göstermektedir. Bunlar; çeşitli kripto paralar, merkezi olmayan finans sistemi (DeFi), akıllı sözleşmeler ve takas edilemeyen jetonlar (NFT'ler) yoluyla kullanılmaktadır (Hayes, 2022).

Satoshi Nakamoto takma isimli bir kişi ya da kişiler tarafından yayımlanan "Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Nakit Sistemi (Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System)" isimli çalışmada görünürde Bitcoin anlatılsa da arkasında yeni bir teknolojinin varlığına vurgu yapılmıştır. Bahsi geçen teknolojiye dağıtık kayıt sistemi ile üçüncü kişilerin varlığına ihtiyaç duyulmadan işlem yapılabilir. Bu teknoloji, dijital tabanlı sosyal ve ekonomik modellerin ortaya çıkışında aynı zamanda finansal piyasalarda ve sözleşmelerin yapılmasında kilit rol oynayarak garantör olarak güvenilir üçüncü tarafa olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır (World Economic Forum, 2015: 5). Makalede, ihtiyaç duyulan şeyin aslında kişi ya da kurumlara güven yerine kriptoloji bilimine dayanan kayıt altında tutulan ve kişilerin birbirleriyle dijital transferlerini gerçekleştirebileceği dijital bir dünyanın olduğu ifade edilmektedir. Bu bağlamda Bitcoin'den çok daha fazla işlemi yapma ve geniş bir kullanım alanının olduğu vurgulanmaktadır (Nakamoto, 2008: 1).

Dünya Ekonomik Forum'un Blok zincir teknolojisi tanımı şu şekildedir: "Blok zincir veya Dağıtık Defter-i Kebir Teknolojisi (Distributed Ledger Technology -DLT⁶) bir aracıya ihtiyaç duymadan bir verinin iki parti arasında doğrudan değiş tokuşunu mümkün kılan teknoloji protokolüdür. Ağdaki taraflar şifreli kimliklerle anonim bir şekilde işlemleri gerçekleştirirler. Her bir işlem değiştirilemeyen bir işlem zincirine eklenir ve ağdaki tüm kullanıcılara dağıtılmaktadır" (Güven & Şahinöz, 2018: 44).

Blok zincir teknolojisi, şifreli olan bir veriyi zincir halkaları gibi birbirine bağlayarak, değişmesine imkân olmayan bloklar halinde nesnel ve dinamik bir düzene dayanan sistem olarak ifade edilmektedir (Atabaş, 2018: 11). Böylelikle blok zincir sistemi merkezi olarak herhangi bir yere bağlı olmayan ve izin almaksızın faaliyet yapılabilmesine imkân veren bir sistemdir. Basit bir ifadeyle blok zincir sistemi merkezi bir defter kayıt sistemi işlevi görmektedir (Ainsworth & Alwohaibi, 2017: 1). Özellikle ödeme sistemlerinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi başta olmak üzere finans sektörünün⁷ yeniden oluşumunda önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Guo-Liang, 2016: 2).

Blok zincirin bu kadar önemli olmasında şüphesiz kendi bünyesinde barındırdığı özellikler yer almaktadır. Bu teknolojinin üç temel özelliği vardır (Ramada, 2016):

a. Herhangi bir merkezi otoriteye veya kişi ya da gruplara bağlı olmaksızın işlem yapabilme özelliğine sahip olması kısaca merkezi olmayan dağıtılmış defter teknolojisi sistemine sahip olması,

⁶ Dağıtık defter teknolojisi çalışmanın bu bölümünden sonra DLT olarak anılacaktır.

⁷ Goldman Sachs, J.P. Morgan, USB gibi büyük finans kurumları 2015 yılından beri sisteme geçiş çalışmalarını sürdürmektedir. 40'tan fazla finans kurumunun bir araya gelerek oluşturduğu R3 Blockchain Consortium da dikkat çeken oluşumlardan biridir. Bank of America, Citigroup, Morgan Stanley, Deutsche Bank, Barclays Bank gibi dünya çapında önemli rol oynayan finans kurumlarının yer aldığı konsorsiyuma 2016 Mayıs'ında Çin Ticaret Bankası da dahil olmuştur (Guo-Liang, 2016:2).

- b. Sisteme kaydedilen her bilginin mutlak suretle geri dönüştürülemez ve silinemez oluşu aynı zamanda geçmişe dönük bir kopyanın daima mevcut oluşu,
- c. İşlemlere başlamadan önce kimlik doğrulamasının yapılması ve her bir kullanıcının şahsi bir özel anahtar (şifreye) sahip olmasıdır.

2.2. DLT Teknolojisi

Blok zincir teknolojisinin temel çalışma usulünün yapısı “dağıtık defter teknolojisi” ne dayanmaktadır. Bir diğer ismi ile dağıtık kayıt sistemi, bir verinin tek bir merkezde tutulmasından ziyade, birden fazla kontrol mekanizması ile güvence altına alınarak saklanmasına dayanmaktadır (Hays vd., 2017:8). Bu özelliğinden dolayı “Dünya Çapında Defter” olarak atfedilmiştir (Tapscott & Tapscott, 2016:7). Böylece tek bir merkezde tutularak yaşanabilecek bozulma, yok olma, silinme, saldırıya uğrama sorunları tamamen ortadan kaldırılmaktadır (Güven & Şahinöz, 2018:74). Olası bir saldırıya karşı kriptografik yapıyla korunmakta olup kalıcı olarak saklanmaktadır. Bu bağlamda en iyi bilinen DLT uygulamaları Bitcoin ve Ethereum’dur (Wenke vd., 2022:3; Tian, 2017:1-2).

Dünya Ekonomik Forumu’na göre blok zincir, bir aracıya ihtiyaç duymadan bir verinin iki parti arasında doğrudan değiş tokuşunu mümkün kılan bir teknoloji protokolü şeklinde ifade edilmektedir. Ağdaki taraflar şifreli kimliklerle anonim bir şekilde işlemleri gerçekleştirmektedir. Her bir işlem değiştirilemeyen bir işlem zincirine eklenir ve ağdaki tüm kullanıcılara dağıtılmaktadır (The World Economic Forum, 2018). DLT sisteminin temel işlevi ve özellikleri; dağıtılmış yapı, veri bütünlüğü ve güvenliği, anonimlik, şeffaflık, izlenebilirlik, merkezi olmayan yapı, maliyet tasarrufu, verimlilik ve verilerin kalıcı olmasını içermektedir (Scheltz, 2021:2; Yan, 2018:567; Rejeb vd., 2019:8). Bu özellikler ışığında üç DLT sistem mimarisi modeli tanımlanabilir: (1) Kamuya açık (public); DLT sistemleri, bu türde herkese açık şekilde kullanılmaktadır. Kullanmak için izine gerek olmamaktadır. Kullanıcılar ve katkıda bulunanlar, uygulamayı (ör. blok zincirde cüzdan sahipleri) bilgisayarlarına yükleyerek genel DLT'lere katılabilmektedir. Herkes konsensüse katılma hakkına sahip olup DLT sisteminde okuma veya yazma işlemi yapabilir. Bitcoin ve Ethereum bu modeli izleyen önemli örneklerdir. Kamuya açık DLT sistemleri tamamen merkezi değildir ancak diğer yandan gizlilik sorunları vardır. Hem bencil madencilik sorunları hem de %51 saldırı güvenlik açısından zayıf noktaları bulunmaktadır. (2) Özel (private) DLT sistemlerinde; erişim izni gerektirmektedir. Kullanıcılar yetkilendirildikten sonra sistemin veri setlerini okuyabilir veya yazabilir ve işlemleri doğrulayabilirler. Kapalı yapıları nedeniyle özel DLT'ler daha güvenli ve merkezi olma özelliğine haizdir. Ayrıca, özel DLT'ler daha ölçeklenebilir ve %51 saldırı, gizlilik ve bencil madencilik sorunları olmamaktadır (Lin ve Liao, 2017:655; Baudier vd., 2022:4). (3) Üçüncü türle ilgili olarak, kurul-konsorsiyum (consortium) DLT modeli; ayrıca izin kurulumunu da açıklar ancak genel ve özel DLT'ler arasında yer alabilir. Konsorsiyum modelini takip eden ağlar, birlikte çalışan ve sınırlı bir güvenle bilgi paylaşan bağımsız taraflarca oluşturulmaktadır. Bir konsorsiyum DLT'nin kullanıcılarının, yazma işlemlerini

gerçekleştirme yeteneği kazanmak için başlangıçta bir onay sürecinden geçmeleri gerekmektedir. Ancak, özel bir DLT sisteminin aksine, işlemleri göndermek, okumak ve yeni veri setlerini (yani tipik olarak blokları) doğrulamak için onaya gerek yoktur. Bir konsorsiyum DLT kısmen merkezidir, %51 saldırı riski yoktur ve genel olarak daha az gizlilik ve güvenlik endişesi vardır. Corda ve Hyperledger, konsorsiyum DLT modelini izleyen bilinen örneklerini oluşturmaktadır (Wenke vd., 2022:3; Sri & Bhaskari, 2018:419).

2.3. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contract)

Akıllı sözleşme kavramı ilk olarak Nick Szabo tarafından kullanılmıştır. Szabo'ya göre; kişiler arasındaki ilişkileri düzenleyici unsur olarak görülen sözleşmelerin, dijital dönüşüm perspektifinde değişeceğine vurgu yapmaktadır (Szabo, 1996). Akıllı sözleşmeler, "bir sözleşmenin şartlarını yerine getiren bilgisayarlı bir işlem protokolü" olarak tanımlanmaktadır. Ethereum blok zincirin kurucusu olan Vitalik Buterin Ethereum'a göre, "dijital varlıkları önceden belirlenmiş kurallara göre otomatik olarak transfer edebilen sistemler" olarak ifade etmektedir (Aksoy, 2022:19). Akıllı sözleşmelerin beş temel özelliği bulunmaktadır. Bunlar (Savelyev, 2016:11-16);

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

Akıllı sözleşmelerin sağladığı en büyük avantaj herhangi bir aracıya yani üçüncü bir kişiye gerek duymamasıdır. Bu avantaj hem maliyet açısından hem de zaman açısından oldukça elverişlidir (Usta & Doğanekin, 2017:39-40). Akıllı sözleşmeler basit para gönderimlerinin dışında her türlü mülkiyet ve bunlardan doğacak hakları da kaydetmek için kullanılmaktadır. Ayrıca bankacılık, enerji, e-devlet, telekomünikasyon, müzik endüstrisi, sanat, eğitim ve daha birçok alanda etkisini göstermektedir (Voshmgir, 2019).

3. Blok Zincir Teknolojisinin Kalkınmadaki Rolü

3.1. Kalkınma Kapsamında Bir Çerçeve

Ekonomik büyüme, sadece üretim kapasitesinin artırılmasını, ekonomik kalkınma ise ekonomik büyümenin yanı sıra bazı sosyal, siyasal ve kültürel değişkenleri içermektedir. Sosyal ve kültürel değişkenler ise, yaşam koşullarının iyileşmesi, doğumda yaşam belirtisinin artması, ortalama okullaşma oranı, temiz suya erişim, okur-yazarlık

gibi pek çok kriterlerle ilişkilidir. Tüm bu kriterlerin yanı sıra büyüme ise daha çok gelir artışı ve parasal konularla ilgilenmektedir. Her ekonominin amacı, ekonomik büyüme ile beraber yaşam standartlarını yükseltecek şekilde sosyal, kültürel gelişimi sağlayarak ekonomik kalkınmayı da gerçekleştirmektir (Kar ve Taban, 2005:8-9). Bu çalışmada da ekonomik kalkınma kelimesi ekonomik büyüme temelinde ele alınmıştır.

Ekonomik büyümeyi belirleyen birden çok faktör vardır ve bunların içerisinde önemli yer tutan bir faktör de teknolojidir. Teknolojik gelişim, örgütsel yapıda ve üretim aşamasında oluşturduğu yenilikler ile verimliliği artırmaktadır (Ertek, 2016:389-390). Ancak önemle belirtilmesi gerekmektedir ki, uzun dönemde ekonomik büyüme sadece verimlilik artışı ile gerçekleşebilmektedir. Teknoloji ise verimliliğin artışındaki en önemli etmendir (Krugman & Wells, 2011:230-231). Çünkü yeni teknolojilerin bulunması, uygulanması ve yaygınlaştırılmasının ekonomik büyüme üzerindeki katkısı çok fazladır (Yıldırım vd., 2016:281). Bu bakımdan teknolojik gelişim, üstel bir büyümeyi (eski büyümenin üzerine inşa edilen büyüme) oluşturmaktadır (Acemoğlu vd., 2016:150). Ancak büyüme teorileri incelendiğinde; teknolojiyi içsel ve dışsal alan modeller bulunmaktadır.

İçsel büyüme modelleri devletin ekonomideki önemini ortaya koyarak, araştırma-geliştirme, beşerî sermaye, teknolojik gelişme gibi konulara önem vererek, devletin düzenleyici rolüyle karşımıza çıkmaktadır. Romer ve Lucas beşerî sermaye ile bilgi birikimini öne çıkaran çalışmalarıyla içsel büyüme modellerinin öncüleri olmuştur. Bu modeller ekonomik büyümeyi piyasaların iç dinamikleri içinde faaliyet gösteren ekonomik güçlerin içsel olarak belirlediğini varsayarak, beşerî sermaye, araştırma-geliştirme, teknolojik gelişme gibi faktörlerle ekonomik büyümeyi açıklamaya çalışmaktadır (Doruk, vd., 2011:7 akt: Tunalı ve Erbelet, 2017:4). Lucas'ın 1988 yılında yayımladığı, "iktisadi kalkınmanın mekânı" adlı çalışmada büyümenin kaynağı olarak beşerî sermayeyi görmüştür. Lucas; beşerî sermaye faktörünü teknolojik gelişmeleri tamamlayıcı bir unsur olarak değerlendirmiştir (Lucas, 1988: 20).

Çalışma, kalkınmanın içinde barındırdığı bir husus olan teknoloji kavramı ve buna bağlı olarak blok zincir teknolojisi ile teknolojiyi içsel bir faktör olarak ele alan Kaldor büyüme teorisine dayanmaktadır. Bu teoriye göre; Kaldor büyüme yasalarından ilki olan sanayiye dayalı büyüme, ekonomik büyümenin motoru olarak tanımlanmıştır (Kaldor, 1968:385-391; Mercan, Kızılkaya, 2014:139; Doruk, 2019:34). Kaldor'un ekonomik büyümeye ilişkin çalışmaları üç temele dayanmaktadır. Birincisi, ekonomik büyüme tarihsel bir süreçtir. İkincisi, teknolojik gelişimin ve ölçeğe göre artan getirilerinin büyüme üzerindeki inkâr edilemez etkisi, içsel süreçler olarak düşünülmelidir. Son olarak, kendi kendine sürdürülebilir bir büyüme sürecini güvence altına almak için toplam talebin gerekliliğidir (Llerena & Lorentz, 2004:3).

Gelişmiş ülkelerde, IT sistemlerini kamu idarelerine adapte etmekte böylece gereksiz bürokrasiden kurtularak zamandan, mekândan ve işgücünden tasarruf etmektedir. Gelişen teknolojinin yenilenen koşullarına ayak uydurabilen kamu kurumları, bireylere sağladıkları hizmetleri daha etkin ve hızlı bir biçimde

ulaştırabilirlerken, gelişmelerin uzağında kalan kamu idareleri hizmet aşamasında geri kaldıkları gibi, geleneksel tekniklerle çalışmayı sürdürdükleri için işgücü, zaman ve mekân kaybına sebep olarak verimsiz çalışmaktadır. Bu bağlamda IT sistemleri, lüks olmaktan çıkarak yerel yönetimlerin ihtiyacı haline gelmiştir (Saatçioğlu, 2011: 237). Bu çerçevede Boumol tarafından yapılan tasnifte verimsiz sektör olarak görülen kamunun verimliliğinin blok zincir sayesinde artırılacağı öngörülmektedir (Özaltın, Ersoy 2020:756). Ayrıca Schumpeter'e göre gelişmekte olan ülkelerin kalkınması, 'yaratıcı yıkım' çerçevesinde gerçekleşebilmekte ve blok zincir teknolojisi de günümüzde yaratıcı yıkım olarak değerlendirilmektedir (Güven & Şahinöz, 2018:65). Bu çerçevede Schumpeter'e göre; '*yenilik ekonomik büyüme, tersi durağanlıktır*' (Eren, 2001:341). Aslında bu durum, liberal ekonominin bir gerekliliğidir (Tokatlıoğlu & Selen, 2021:12).

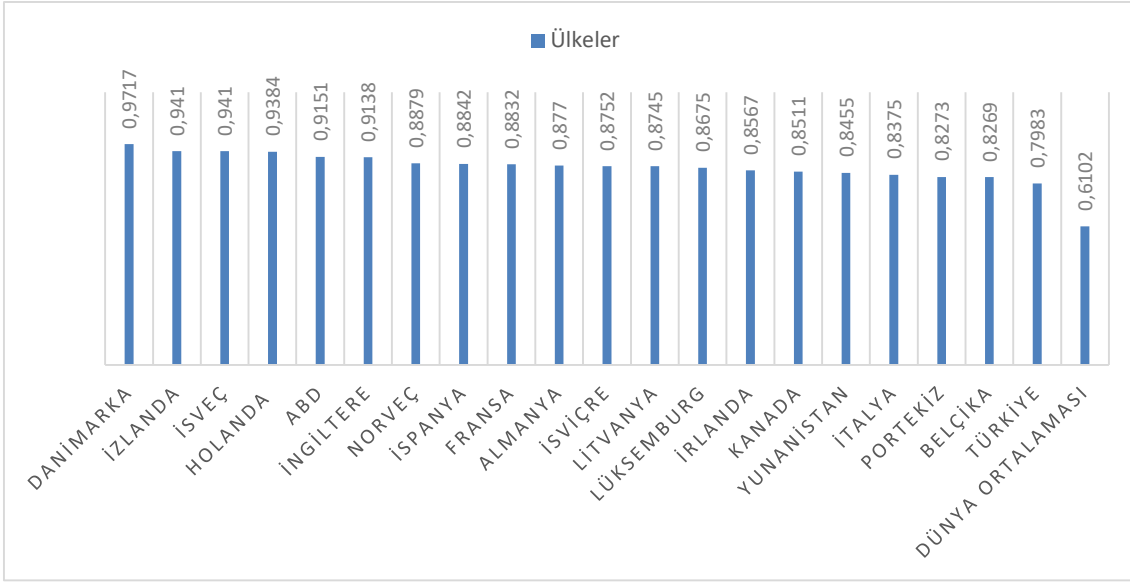
3.2. Kamu Sektöründe Blok Zincir Uygulamaları: Avantajlar ve Kısıtlar

Küreselleşen dünyaya bakıldığında, aktüelleşen kamu yönetimi çalışmalarının merkezinde IT sistemi kullanımının yaygınlaştırılmaya çalışıldığı görülmektedir. Türkiye'de kamu idaresinin gelir-gider dengesinin bozulması, istihdam yaratıcı ve kalkınmayı hızlandırıcı faaliyetlerin yavaşlaması, yatırımların sanayi ve üretim sektöründen ziyade inşaat sektörü üzerine yapılması, vergi yükünün artmasına karşın kamu hizmetlerinin etkililiğinin azalmasının neticesinde kamu yönetimini değişime zorlamaktadır (Öktem & Aydın, 2005:258). Bu bağlamda devletlerin teknolojiyle olan ilişkisi önemli hale gelmiştir.

Devletin teknolojiyle ilişkisi üç ana başlıkta incelenebilir. Birincisi devletin, teknoloji üretimi olan ilişkisidir. Devlet, teknolojinin üretimini, gelişimini direkt ve endirekt biçimlerde yönlendirebilir. İkincisi devletin, teknoloji tüketimiyle olan ilişkisidir. Devlet, organları vasıtasıyla teknolojiyi tükettiği nispette teknoloji, devleti etkiler, değişime zorlar. Üçüncüsü devletin, teknolojiyle ilgili şeyleri denetlemesi ve kontrol etmesiyle ortaya çıkan ilişkidir. Devlet, kendisini ve vatandaşlarını teknolojiden korur. Devlet, kendisini ve vatandaşlarını teknolojinin olası ve negatif dışsallıklardan korumak için yasal, yönetsel ve teknik düzenlemeler gerçekleştirerek, teknolojiyle ilgili şeyleri denetler ve kontrol eder (Özaltın, Ersoy 2020:749).

Devletlerin daha iyi hizmet ve daha iyi karar alma mekanizması oluşturmanın en kolay yolu, IT tabanında blok zincir kanalıyla DLT'leri kullanarak vatandaşların bilgilerini toplandığı sistem sayesinde doğru atılımların yapılmasından geçmektedir. Bu amaçla ülkeler vatandaşlardan bilgileri toplayabilmek adına e-devletleşme yoluna gitmişlerdir. Şekil 1'de OECD ve Türkiye'nin, 2022 yılına ait e-devlet, e-katılım, çevrimiçi hizmet, beşerî sermaye ve telekomünikasyon altyapı endeksleri karşılaştırılması yapılmakta olup, ülkelerin endeks ortalamaları gösterilmektedir.

Şekil 1. OECD Ülkeleri Endeks Karşılaştırması (2022)



Kaynak: UN E-Government Knowledgebase, 2023.

Bilgi iletişim alanındaki çeşitli altyapısal gelişmeler ve vatandaşların bilgi ve iletişim teknolojilerine uyumunu gösteren bir ölçme endeksi olan 'e-devlet kalkınma endeksi' 2022 yılına ait verilere bakıldığında, OECD ülkelerinden en yüksek endekse sahip ülke Danimarka'dır. İnternet hızı, telekomünikasyon altyapısı ve beşerî sermaye gibi birçok alanda da Danimarka, tüm dünya ülkelerine öncülük etmektedir. Türkiye, Danimarka ve diğer OECD ülkeleri ile karşılaştırıldığında özellikle bilgi ve iletişim altyapısı alanında yeterli iyileştirmelerin sağlanamamasından dolayı ortalamanın çok az üzerinde kaldığı gözlemlenmektedir.

Bilginin kullanımında güvenlik önem arz etmektedir. Tam da bu hususta blok zincir teknolojisi, verilerin depolanması ve işlemlerin güvenli bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Bu durum ise çeşitli yollarla maliyetleri azaltarak, ekonomik büyümeyi⁸ teşvik etmektedir (Zhao, 2019:370). Bunlar; operasyonel riskler, hile, işlemler arası zaman boşlukları ya da farklarının azaltılması, etkinlik darboğazı gibi problemlerin önüne geçilmesi ve aracılık maliyetinin minimuma inmesidir (Guo & Liang, 2016:6).

Kamu sektöründe blok zincir teknolojisi özellikle işlevsiz, zayıf veya verimsiz kurum ve süreçlerin yerini alabilecek potansiyele sahip bir teknolojidir. Bu tür sistemler daha açık, demokratik ve güvenilir olmayı vadetmektedir. Teknolojik gelişmeler ve çevrimiçi yapılan işlerin payının artması hükümetlerin bu teknolojilere adapte olmaları gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Pisa, 2018:84). Ayrıca blok zincir teknolojisi, şeffaflığı

⁸ Philip Fisher ekonomik büyüme ile değerin fiyatlandırılması arasındaki ilişki üzerinde çalışmıştır. Monetarizmin destekçisi Milton Friedman, Fisher'in fikrini daha da açıklayarak şu şekilde özetlemektedir: Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), dar para arzı M1 veya geniş para arzı M2 olabilecek para arzı ürününe eşittir ve değer akış hızına. Bir güven mekanizmasının kurulması halinde değer akışını hızlandırabilir ve böylece GSYİH'nın büyümesini hızlandırmış olacaktır (Zhao, 2019:370).

teşvik etmede, dolandırıcılık ve yolsuzluğu azaltmada⁹, mülkiyet tescili ile ilgili engelleri ve maliyetleri azaltabilmektedir. Blok zincir teknolojisinin kullanılması, kamu yönetimini etkilemekte olup (Pilkington vd., 2017:115; Themistocleous, 2018:199) kamuda uygulama alanları Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Blok Zincir Teknolojisinin Uygulandığı Bazı Kamusal Alanlar

Kamu Alanları	Kamu Alanların Sorunları ve Blok Zincir’de Çözümleri
1. Bankacılık	Sayısallaştırılmış, güvenli ve saldırılara karşı dayanıklı bir defter olan blok zincirde, finansal hizmetler doğru ve şeffaf bir şekilde çalışmaktadır.
2. Oylama	Blok zincirde oyların doğru sayılması, herhangi bir hileye, aldatmaya maruz kalmamak şeffaf bir şekilde seçimlerin gerçekleşmesi mümkündür.
3. Dijital Kimlik	Blok zincir yapısında parmak izi niteliğinde kişiye özgü olan gizli anahtar sayesinde herhangi bir kimlik doğrulamasına gerek kalmamaktadır.
5. Eğitim ve Akademi	İlköğretim/ ortaöğretim, üniversite ve akademik kimlik bilgilerinin doğrulanması kâğıt dokümantasyonu ve doğrulama süreçleriyle oldukça zahmetli bir süreçtir. Blok zincir bu soruna çözüm vad ediyor.
6. Akıllı Şehirler	Nesnelerin İnterneti (IoT) ile sağlık, akıllı bina yönetimi, ulaşım, enerji ve alt yapı hizmetlerini içermektedir.
7. Bulut Depolama	Genellikle vatandaşların verilerini merkezi bir sunucuda güvence altına alır, bu da saldırılardan kaynaklanan ağ güvenliği açığı sorununu ortaya çıkarır. Blok zincir sisteminde, depolamanın merkezden dağıtılmasına izin verir ve sisteme hasar ve yaygın veri kaybının önüne geçer.
8. Bulut Hesaplama	Bulut hizmetleri, IoT ürünlerinin lansmanı söz konusu olduğunda verimsiz olabilecek geniş hesaplama kaynakları ve veri depolama kapasitesi gerektirir. Blok zincirde merkezi olmayan bulut hizmetlerini kolaylaştırmaya, bağlantıyı, güvenliği ve hesaplama gücünü artırmaya yardımcı olabilir.
9. Emlak ve Gayrimenkul	Mülkiyetlerin geçmiş sahipliklerinin kayıt altında tutulduğu blok zincir yapısında bir mülkün takibi kolayca yapılmaktadır.
10. Hisse Senedi İşlemleri	Hisse senedi alış satış işlemlerini kolaylaştırmak ve ticari işlemleri kayıtlarının alınması bu sistemi daha verimli olması sebebiyle tercih ediliyor.

⁹ Blok zincir teknolojisinin sadece bankacılıkta değil, şeffaflığı teşvik etmede ve dolandırıcılık ve yolsuzluğu azaltmada da uygulanabilmektedir. Ayrıca, mülkiyet tescili ile ilgili engelleri ve maliyetleri azaltabilir, uluslararası işletmeler arası (B2B) ticarete verimliliği teşvik edebilir ve ticaret ve tedarik zinciri finansmanına erişimi artırabilir. Aynı zamanda, teknoloji tamamen dijital olduğundan ve tamamen otomatikleştirilebildiğinden, çok çeşitli maliyetler azaltılabilir ve bu da uluslararası ödeme sistemleri, sigorta poliçeleri ve risk yönetimi prosedürlerinde verimliliğin artmasını sağlamaktadır (Kshetri, 2017).

11. Sağlık Hizmetleri	Sağlık hizmeti değer zincirindeki hastanelerin, ödeme yapanların ve diğer tarafların veri güvenliğinden ve bütünlüğünden ödün vermeden ağlarına erişimi paylaşmalarına izin verebilir.
13. E-Ticaret	Blok zincir teknolojisi, işlem maliyetlerini düşürerek ve işlem güvenliğini sıkılaştırarak dönüştürme potansiyeline sahiptir.
13. Silah Takibi	Silahın kaç el değiştirdiği, kimler tarafından kullanıldığı ve belki de en önemlisi herhangi bir suça karışma halinde anında tespitinin sağlanması bu sistemle mümkündür.
14. Vasiyet-Miras	Akıllı sözleşmeler ile vasiyetin doğru bir şekilde alınması ve ölüm sonrası gerçekleşecek işlemlerin listesini içermesi açısından blok zincir sisteminin kullanılması oluşabilecek sorunların önüne geçmektedir.
15. Devlet Hizmetleri ve Kamu Kayıtları	Devlet işlerinin gerçekleşmesi için daha az kâğıt kullanımına imkân veren bu yapı sayesinde sahteciliğin önlenmesi devlet çalışanı ve vatandaş arasında yaşanan anlaşmazlıkların önlenmesi mümkündür.
16. Kritik Altyapı Güvenliği	Kriptografi ile sağlanacak olan güvenlik unsuru günümüzde belirli kişilerin sisteme girişiyle mümkündür. Blok zincir yapısında kötü niyetli üçüncü kişilere karşı daha korunaklı bir yapıdır.
17. Vergilendirme	Vergi tahsilatı kolaylaştırması, denetimin kolay ve etkin yapılabilmesi (örneğin; Katma Değer Vergisi gibi dolaylı vergilerden kaçınma ve vergi kaçırma oranını azaltması, işlem maliyetlerinin düşürülmesi, nakit akış problemlerini çözmesi gibi (Altunbaşak, 2018:369)) sağlamaktadır (Biyar, Carda, 2021:99; Atılğan Yaşa, 2022:622).
18. Hava - Karayolu Taşımacılığı	Karayolu taşımacılığında kamyonların içerisinde ne olduğu, nereye gideceği gibi birçok soru önceden biliniyor olacaktır. Hava taşımacılığında ise blok zincir üzerine dizayn edilen KrisPay'ı kullanarak kolaylıkla uçuş gerçekleştirilebilmektedir.
19. İlaç Sektörü	İlaç sektöründe en önemli husus ilaç sahteciliğidir. Sağlık Araştırma Fonu, gelişmekte olan ülkelerde %10-%30 arasında ilaçların sahte olduğunu tespit etti. Afrika, Asya ve Latin Amerika'da satılan toplam ilaçların da %30'u sahtedir. Dünya'nın ciddi anlamda sorunu haline gelen sahte ilaçlar, gelişmekte olan ülkelerde her satılan 10 ilaçtan birinin sahte olduğu tüm dünyaya göstermektedir. Keza ilaç düzenlemelerine de uyulmadığı aşikardır. Bu ilaçlar ciddi anlamda insan sağlığına zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçmek adına blok zincir Hyperledger Fabric kullanarak, yeni bir ilaç tedariki zinciri yönetimi ile güvenli ilaç yönetimini kayıt altına alarak bu sorun çözüme kavuşacaktı (Jamil, vd., 2019:1).
20. Muhasebe	Kapsamlı kişisel veya organizasyonel bilgiler içeren, vergi formlarından banka ekstrelerine, elektronik tablolara kadar çok çeşitli belgelerle çalışır. Blok zincirde işlenen bu veriler izlenmesi kolaylaşır.

Kaynak: Cbinsights, Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform, 2018:1.

İnsani yardım ve kalkınma sektörlerinde blok zincir teknolojisi halihazırda yolsuzlukla mücadele etmek, arazi kullanım hakkını ve mülkiyet haklarını iyileştirmek, güvenli dijital kimlikler¹⁰ oluşturmak ve cinsiyet eşitsizliği ile mücadele etmek için kullanılmaktadır. Her yıl yüz milyonlarca dolar yolsuzluk nedeniyle kaybedilmektedir. Bu teknoloji yolsuzluk akışını durdurmanın yanında yardım fonlarını izlemek için de kullanılmaktadır (Kenny, 2017). Uluslararası yardım kuruluşlarından oluşan Start Network, krizlerden etkilenen insanlara etkin yardım sağlamak amacıyla oluşturulmuştur (Wastell, 2017). Aslında blok zincir genel olarak tedarik zincirleri üzerinde etkileri vardır: örneğin, Provenance şirketi, malzemeleri ve ürünleri şeffaf, güvenli bir şekilde izlemek için kullanılmaktadır (Project Provenance Ltd., 2015).

Blok zinciri kullanmak işlem anlaşmalarını hızlandırabilir, maliyetleri azaltabilir, şeffaflık, denetlenebilirlik, verimlilik ve güvenlik sağlayabilir. Ancak blok zincirin bazı kısıtları da bulunmaktadır. Bunlar; Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Blok Zincir Teknolojisinin Kamu Sektöründe Kullanımına İlişkin Avantajlar ve Kısıtlar

Avantajlar	Kısıtlar
Maliyetlerin düşürülmesi	Zamanla depolama sorununun ortaya çıkacak olması
Veri bütünlüğünün sağlanması ve korunması	Veri girişine bağlı olarak ortaya çıkan veri kökeninin belirsizliğine ilişkin veri kalitesi sorunu
Güvenilirliğin ve değişmezliğin sağlanması	Bilginin güncellenmesinin zorluğuna dayalı olarak ortaya çıkan değişmezlik sorunu
Her blok tarafından ortaya konulan verilerin doğrulanıyor olması ile istenilen şeffaflığın oluşturulması	Teknolojik alt yapının hazır olmaması nedeniyle görülen uygulama zorlukları

Kaynak: Atılğan Yaşa, 2022:623.

Gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde blok zincir teknolojisinin kalkınmaya etkisi ekonomiler için bir nimet olduğu öngörülmektedir (Kewell vd., 2017:491). Bu duruma bir örnek olarak küresel olarak 200’den fazla finans kuruluşundan oluşan konsorsiyum olan R3, Corda tarafından blok zincir kullanılmaktadır. Gürcistan, Estonya ve Rusya gibi çeşitli ülkelerde¹¹ ve ayrıca IBM ve Microsoft gibi şirketlerde blok zincirinin

¹⁰ Sağlık eğitim banka hesabı açmak oy kullanmak gibi işlemleri gerçekleştirebilmek için yasal kimliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü yaklaşık 1,1 milyar insan veya her 7 kişiden 1’i dünyada yasal kimliklerinin olmamasından ya da bunun kanıtından yoksun durumdadır. Blok zincir güvenli ve yalın dijital tanımlama (ID) mekanizmalarını destekleyebilmektedir (Pisa, 2018:84).

¹¹ 2015 ten bu yana dünyanın en büyük finans kurumlarından bazıları finans sektöründe blok zincir veri tabanı kullanımını araştırmak ve geliştirmek için R3CeV adlı bir start-up tarafından koordine edilen bir konsorsiyumda toplandı (Popper, 2016). Ayrıca Ocak 2016 da İngiliz hükümeti teknolojinin kamu hizmetlerinin sunumunu nasıl dönüştürebileceğine ve verimliliği nasıl artırabileceğine dair bir rapor yayınladı (Hancock Mp ve Vaizey, 2016).

birkaç uygulaması mevcuttur. Bunlara ek olarak blok zincirin ticari değerinin 2025 ve 2030 yılına kadar sırasıyla 176 milyar dolar ve 3,1 trilyon doların üzerinde olacağı tahmin edilmekte olup 2027 yılına kadar küresel GSYİH'nın %10'unun blok zincirde olacağı öngörülmektedir (Sanka vd., 2021:180). Ancak ülkelerin bu teknolojiye yararlanmasında; devletin rolü, düşük ve düşük orta gelirli gelişmekte olan ülkeler, üst orta gelirli gelişmekte olan ülkeler ve yüksek gelirli ülkeler için farklılık göstermektedir.

4. Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Bağlamında Atılması Gereken Adımlar

Blok zincir teknolojisi, birçok alanda belirsizliği azaltarak verimlilik artışını sağlamaktadır. Bu alanlar; gıda güvenliği (Gerdan vd., 2020:13; Feng vd., 2020:13), finans (Nguven, 2016:54), dış ticaret (Benli & Yaman, 2021:22-23), vergilendirme süreci (Topçu & Sarıgül, 2020:37-38; Altunbaşak, 2018:369; Erdoğan & Bodur, 2020:294; Xu & Zhang, 2022:143), kamu yönetimi (Özaltın & Ersoy, 2020:756-757; Uysal & Aydemir 2018:519; Babaoğlu & Karasoy, 2022:293; Şat, 2019:139), iç denetim (Karahana & Tüfekçi, 2019:70), sağlık (Khan vd., 2020:10), lojistik (Karlı & Tanyaş, 2020:51; Tijan vd, 2019:10), eğitim (Sümer, 2021:202) vb. olarak sıralanabilir. Bu alanlarda yapılan ekonomik ve sosyal gelişmeler, potansiyel bir güç sağlayarak ekonomik büyüme ve kalkınmanın gerçekleşmesini kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında kamu idarelerinde hızlı veri akışı sayesinde etkinlik ve verimlilik arttığından kamu harcamalarında iktisadiliğin maksimal seviyeye çıkmasını sağlamaktadır. İşletmeler için ise veri geçişini kolaylıkla sağlamakta olup birimlerin birbirine eşgüdümleyerek bilgi akışı, iş ilerleyişini kontrol etme ve optimal kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkeler bazlı bakıldığında, çeşitli siyasi ve ekonomik politikaların yanında bilgi ve iletişim altyapısına yüksek miktarda harcama yaptıkları gözlemlenmektedir. Bunlara ek olarak bilgi sistemlerinde yetkin olmaları ve vatandaşların bilgi sistemine adaptasyonu konusunda teşvik, eğitim gibi yollarla büyük çaba sarf ettikleri görülmektedir. Bilgi ekonomilerinde, kamu finansmanı ve harcamaları konusunda vatandaşlarla bilgi kontağı önem arz etmektedir.

4.1. Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler İçin Atılacak Adımlar

Ülkelerin bu teknolojiye yararlanmasında; devletin rolü, düşük ve düşük orta gelirli gelişmekte olan ülkeler, üst orta gelirli gelişmekte olan ülkeler ve yüksek gelirli ülkeler için farklılık göstermektedir. Kalkınma açısından en fazla yararı az gelişmiş ülkeler elde edebilecek olmasına rağmen söz konusu ülkelerin politik çerçeveleri, dijital altyapıları, finansal yeterlilik ve yetişmiş insan gücü eksiklikleri sebebiyle bazı zorluklarla mücadele etmeleri gerekmektedir. Bu çerçevede düşük ve düşük orta gelirli gelişmekte olan ülkelere yapılması gerekenler (UNCTAD, 2021:34-37);

Tablo 3. Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler İçin Yapılacaklar

<p>Blok Zincir Uzmanlarından Gruplar Oluşturulmalı: Blok zincir yeni gelişen bir teknoloji olduğundan, blok zincirini uygun ölçekte uygulamak için gereken uzmanlık, düşük ve düşük orta gelirli gelişmekte olan ülkelerde hazır olmayacaktır. Bu nedenle devletler, blok zincirinde çeşitli derecelerde uzmanlığa sahip hukuk ve teknoloji uzmanlarını belirleyip, akademi ve endüstriden bir danışma kuruluna katılmaya davet etmelidir. Bu danışma kurulu, düzenleyici süreci bilgilendirecek ve blok zinciri girişimlerine¹² teknik yetenek ve yatırım çekmek için stratejiler geliştirecektir.</p>	<p>Gelişmiş STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics-Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Alanlarında Araştırma Kurumlarına ve Lisansüstü Programlara Yatırım Yapılmalı: Eğitime yatırım yaparak beşerî sermayenin artışı sağlanabilir. Bu çerçevede yapılacak yatırımlar, blok zincir ve diğer öncü teknolojilerin benimsenme oranını artırmak için önemli bir adımdır. Üniversiteler, blok zincir teknolojisi ile ilgili diğer alanların yanı sıra kriptografi, veri yapıları, yazılım altyapısı ve web geliştirme konularında eğitimleri iyileştirmeye teşvik edilmelidir¹³.</p>
<p>Blok Zincir Endüstrisi İçin Dernekler, Laboratuvarlar, Kuluçka Merkezleri ve Danışmanlıklar Kurulmalı: Az gelişmiş ülkelerde blok zincirinin gelişimi, söz konusu teknolojiye odaklanan aktif destek hizmetleri ile daha iyi kolaylaştırılabilir. Bu çerçevede az gelişmiş ülkeler, dernekler, laboratuvarlar, kuluçka merkezleri gibi kurumları hayata geçirmelidir¹⁴.</p>	<p>Blok Zinciri Tabanlı Hizmetler Mevcut Platformlara Entegre Edilmeli: Pilot projeler, blok zinciri uygulamalarının tanıtılmasına ve kullanıcıların ve inşaatçıların teknolojinin potansiyeliyle ilgilenmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, mevcut dijital hizmeti geliştirmek için blok zinciri kullanmak, yeni uygulamalar oluşturmaktan daha ulaşılabilir ve bazen daha faydalı olabilir. Danışma kurulu tarafından desteklenen ülkeler, teknolojinin aktif dijital hizmetlerde nerede ve en iyi şekilde kullanılabileceğini değerlendirebilir ve dijital hizmetleri daha hızlı, uygun maliyetli ve güvenli hale getirmek için entegrasyon projeleri¹⁵ uygulayabilir.</p>
<p>Blok Zincir için Pilot Programlar Oluşturulmalı: Kamu hizmetleri aracılığıyla pilot programlar başlatmak, blok zinciri çözümlerini denemek ve değerini göstermek için bir fırsat olabilir¹⁶.</p>	

Kaynak: UNCTAD, 2021:34-37.

¹² Güney Afrika'da araştırma, geliştirme ve yenilik için rekabet öncesi bir alan yaratmak ve Güney Afrika'da blok zincirinin benimsenmesini hızlandırmak ve blok zinciri ekosistemindeki oyuncuları birbirine bağlamayı amaçlayan SANBA isimli bir ortaklık kurulmuştur (SANBA, 2022).

¹³ Avustralya ve Malezya, firmalara ve araştırmacılara blok zinciri çözümlerini denemeleri için düşük riskli bir ortam sağlamak için araştırma enstitüleri kurmuştur ve Kore Cumhuriyeti'ndeki Daegu şehrinin blok zinciri ve yapay zekayı teşvik etmek için 6 milyon dolar ayırdığı görülmektedir.

¹⁴ Küba'da 2017 yılında kurulan Kriptografi Enstitüsü (Havana Üniversitesi, 2022¹), Kenya'da 2017 yılında Kenya Blockchain Derneği (The Blockchain Association of Kenya, 2022) ve Romanya'da Modex Blok Zincir Laboratuvarları (Modex, 2022) örnek olarak gösterilebilir.

¹⁵ Örneğin, Hindistan, Gürcistan, Gana ve Güney Kıbrıs mevcut tapu sistemlerine blok zinciri tabanlı tapu sicili veri tabanlarını dahil etmek için çalışmaktadır (Themistocleous, 2018:198). Ayrıca Moldova Tours 2.0 girişimi, Moldova'ya seyahat eden ziyaretçilerin isteklerini ve beklenilmektedir (Pilkington ve Crudu, 2017:124).

¹⁶ Örneğin Kenya, banka hesabı olmadan satın alınabilen bir devlet tahvili olan ilk blok zinciri ve akıllı sözleşmeye dayalı perakende tahvili M-Akiba'yı hayata geçirmiştir (The National Treasury and Planning, 2022).

4.2. Üst Orta Gelirli Ülkeler İçin Atılacak Adımlar

Dijital teknolojiler, sosyal içermeyi, verimliliği ve yeniliği teşvik ettikleri için gelişmekte olan ülkelerde çok önemli bir rol oynamaktadır (World Bank, 2016:2). Üst orta gelirli gelişmekte olan ülkelerde, blok zincir teknolojinin benimsenmesinin erken aşamalarında olmasına rağmen, düşük gelirli gelişmekte olan ülkelere göre teknik altyapılarının ve yetişmiş insan kaynağı ulaşım daha kolaydır. Ancak bu ülkelerin açısında ortaya çıkan en önemli zorluk; yerel inovasyon sistemini, küresel inovasyon sistemine entegre etmektir. Bu çerçevede üst orta gelirli gelişmekte olan ülkelerde yapılması gerekenler (UNCTAD, 2021:37-40);

Tablo 4. Üst Orta Gelirli Ülkeler İçin Yapılacaklar

<p>Ulusal Bir Blok Zinciri Stratejisi Oluşturulmalı: Ulusal bir stratejide blok zinciri teknolojisine ilişkin politika hedeflerinin tanımlanması, uzun vadeli planlama ve koordineli gelişim için gereklidir. Bu durum, kamu için emredici bir nitelik taşıyarken, özel sektör için yol gösterici olabilecektir. Ayrıca ulusal bir strateji, blok zincirin ulusal önceliklere nasıl katkıda bulunabileceğini ve kamu ve özel sektörde oynayacağı rolü açıkça belirleyecektir¹⁷.</p>	<p>Blok Zincir Merkezleri ve Ağları Kurulmalı: Bilim ve teknolojide halk eğitimine yatırım yapmanın yanı sıra, araştırma kurumları, inovasyon merkezleri ve blok zinciri odaklı ağlar kurmak, teknolojinin mevcut zorluklarının üstesinden gelmek için blok zinciri uygulamalarının ve inovasyonun benimsenme oranını hızlandırabilir¹⁸.</p>
<p>Uzmanlaşmış Blok Zinciri Görev Gücü Oluşturulmalı: Üst orta gelirli ülkeler, blok zinciri teknolojisi ve politikasında uzmanlık geliştirmek için çok paydaşlı bir blok zinciri görev gücü geliştirmelidirler. Bazı ülkelerde, Blockchain'i ve bankacılık sektörü üzerindeki etkisini incelemekle görevli Brezilya Bankalar Federasyonu (Febraban) gibi mevcut çalışma grupları vardır (Febraban, 2022).</p>	<p>Blok Zincir Yönergeleri ve İlkeleri Geliştirilmeli: Hükümetler, iç ve dış paydaşlarıyla birlikte blok zincir hakkında temel ilkeleri belirlemelidirler. İlkeler ve yönergeler aracılığıyla blok zincirinin kullanılacağı uygulama türlerini idealleştirmeyi amaçlamalıdır. Blok zincir ilkeleri, diğer uygulamaların yanı sıra kripto para birimleri, vergilendirme, akıllı sözleşmelerin yasal durumu ve tedarik zinciri yönetimi için düzenlemelere de rehberlik edebilir. Örneğin Kenya'da blok zincirin kullanıma ilişkin yönergeler ve ilkeler belirlenmiştir (Global Legal Insights, 2022).</p>

¹⁷ Kenya, dört büyük gündem maddesi (The Big Four Agenda) ile gıda güvenliği, sağlık, uygun fiyatlı konut ve üretim alanlarında ulusal gelişim göstermeyi hedeflemektedir (Republic of Kenya, 2022). Suudi Arabistan 2030 vizyonunda (Saudi Arabia 2030 Vision, 2022) ve Türkiye 11. Kalkınma Planında (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 11. Kalkınma Planı, 2019-2023) blok zincir ile kalkınmaya yönelik strateji oluşturmuşlardır.

¹⁸ Örneğin Türkiye'de blok zincir teknolojisi üzerine araştırma ve geliştirme faaliyetlerini kolaylaştırmak için Blok Zincir Araştırma Ağı (BAG) platformu kurulmuştur. BAG platformu, araştırmacıların çabalarını birleştirerek ve kaynakları daha etkin kullanarak verimli projeler geliştirmek için blok zincirin çeşitli alanlarında çalışmalarını sağlayarak ulusal bilgi birikimini hızla artırmayı hedeflemektedir (BAG, 2022).

<p>Birlikte Çalışabilirlik için Standartlar Oluşturulmalı: Birlikte çalışan çeşitli blok zinciri hizmetleriyle ortak şifreleme ve veri standartları oluşturmak, birlikte çalışabilirliği kolaylaştırabilir ve blok zinciri hizmetlerinin daha fazla değer sağlamak için birlikte çalıştığı ekosistemler oluşturabilir.</p>	<p>Önemli Kullanım Alanları Belirlenmeli ve Stratejik İş birlikleri Oluşturulmalı: Uzun vadeli bir bakış açısıyla politika yapıcılar, blok zinciri uygulamalarının kamu hizmetleri aracılığıyla gerçek değer sağlayabileceği kilit alanları belirlemelidir¹⁹.</p>
<p>Uluslararası Toplumla İşbirliği Kanalları Oluşturulmalı: Ülkeler bir yenilik iklimi geliştirmek için benzer zorluklarla karşı karşıyadır. Uluslararası ve yerel uygulayıcıların buluşabileceği ve çalışmalarını paylaşabileceği forumlar oluşturmak ve bunlara katılmak, iş birliği ve öğrenme için fırsatlar sağlayacaktır. Blok zinciri uzmanlarını, politika yapıcıları ve teknoloji uzmanlarını konferanslara ve eğitim fırsatlarına katılmaları için desteklemek, yerel inovasyon ekosistemi ile blok zinciri uygulamaları üzerinde çalışan uluslararası topluluk arasında daha iyi bağlantılar oluşturacaktır. Ülkeler, öncü teknolojiler üzerinde çalışan yerli ve yabancı üniversitelerdeki öğrenciler için burslar kurabilir. Bu girişimler zamanla inovasyon sistemini ilerletecek ve blok zinciri teknolojisini tam potansiyeliyle kullanabilen profesyonel gücü geliştirecektir.</p>	

Kaynak: UNCTAD, 2021:77-40.

4.3. Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Atılacak Adımlar

Yüksek gelirli ülkelerin ise, diğer ülkelere göre avantajları bulunmaktadır. Finansal ve yetişkin insan kaynağının yanında yüksek gelirli ülkelerde, bu alana talep son yıllarda artmış ve bu sayede yalnızca blok zincirinin teknolojik potansiyelini artırma da değil, aynı zamanda blok zinciri uygulamalarını destekleyebilecek bir ortam yaratmada da önemli atılımlar yapmışlardır. Ancak yine de bu ülkelerde yapılması alınması gereken bazı politika tedbirleri bulunmaktadır (UNCTAD, 2021:40-41);

¹⁹ Örneğin Hindistan ve Tayland kamusal dijital altyapısı üzerine inşa edilebileceği alanları belirlemişlerdir. Kullanım alanları belirlendikten sonra, teknik uzmanlığa sahip uluslararası ve yerel ortaklarla gelişim gerçekleştirilebilir. Örneğin IBM, blok zincir tabanlı endüstriyel tedarik zinciri sistemleri kurmak için Hindistan'da çalışma yürütmektedir (Manda ve Polisetty, 2018).

Tablo 5. Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Yapılacaklar

<p>Blok Zincir Geliştirme Komitesi Kurulmalı: İş liderleri ve politika yapıcılar, blok zinciri teknolojisini etkili bir şekilde anlamak, yenilik yapmak, düzenlemek ve uygulamak için birbirleriyle iletişim kurmalıdır. Blok zincir geliştirme komitesi, diğer ülkelerde blok zincir teknolojisinin gelişimini incelemek, kullanım durumlarını belirlemek, kamu projelerine tavsiyelerde bulunmak ve özel sektörle istişare içinde düzenleyici yönergeleri geliştirmek gibi benzer hedeflere sahip olmalıdır.</p>	<p>Araştırma ve Geliştirme Yoluyla Sinerji Sağlanmalı: Tüm ülkelerde ulusal yenilik sistemleri olmasına rağmen, yüksek gelirli ülkeler teknoloji ve uygulamada çığır açan yeniliklerin şansını artıran finansmana ve insan kaynaklarına sahiptir. Bu bağlamda, hükümetler tarafından hibeler ve finansal teşvikler verilmelidir. Yeni girişimler için devlet desteği bu yükü hafifletebilir ve daha fazla deneysel uygulamanın olgunlaşmasına izin verebilir²⁰.</p>
<p>Yenilik Teşvikleri, Yeni Girişimler ve İşler İçin Destek Yaratılmalı: Yüksek gelirli ülkeler, araştırma yatırımı, yeni başlayanlar için destek, akademik burslar ve atölye çalışmaları yoluyla blok zincir teknolojisini teşvik edebilir ve gelecekteki blok zinciri işgücünü geliştirebilir. Letonya'daki blok zinciri ekosistemi, hükümetin güçlü desteği ve özel sektördeki paydaşların aktif katılımı ile bu alanda güzel bir örneği temsil etmektedir. Bu çerçevede Letonya'da blok zincire ilişkin faaliyetlerden elde edilen gelirlerinde vergi sistemi esnetilmiş ve şirket sahipleri için özel bir vize verilmektedir. Yüksek gelirli ülkeler, diğerlerinin yanı sıra doğrulama hızı, enerji tüketimi, ağ güvenliği gibi blok zincir teknolojisindeki sınırlamaların üstesinden gelmek için gereken araştırma ve geliştirmeyi de teşvik etmelidir. Teknolojideki yenilikler sonunda daha fazla kullanılabilirliğe ve blok zincirinin günlük dijital hizmetlere dahil edilmesine dönüşecektir. Bu zorlukları çözebilen ülkeler, artan verimlilikten ilk yararlanacak ve küresel olarak kabul edilen standartları oluşturabilecektir.</p>	

Kaynak: UNCTAD, 2021:40-41.

²⁰ 2018 yılında Portekiz, 17 sürdürülebilir kalkınma hedefinden en az birine hitap eden yenilikçi ürün ve girişimlerin ödüllendirilmesi amacıyla Govtech yarışması düzenlemiştir (Ubaldi vd., 2019:48).

5. Sonuç

Günümüzde dijitalleşmenin son noktası olarak kabul edilen blok zincir teknolojisi, merkezileşmeyen, değiştirilemeyen ve bozulamayan özellikleri sebebiyle gelecekte pek çok alanda kullanacağı bir sistem olarak görülmektedir. İdari anlamda en sık kullanılan alanlar finans, dış ticaret, vergilendirme süreci, kamu yönetimi, iç denetim, sağlık, lojistik, eğitim olacaktır. Dolayısıyla orta vadede pek çok ülkede köklü değişiklikler olacağını söylemek mümkündür.

Günümüzde ise Boumol tarafından verimsiz sektör olarak ifade edilen kamu sektörünün verimliliğini artıran ve Schumpeter tarafından ifade edildiği üzere kalkınmanın gerekliliği için gereken yaratıcı yıkımı içerisinde barından blok zincir teknolojisi, birçok alanda belirsizlik azalışı ve verimlilik artışı sağlamaktadır.

Kalkınma açısından değerlendirildiğinde ise; ülkelerin kalkınmışlık düzeyi devletin alması gereken rolü değiştirmektedir. Ülkelerin fiziki durumlarındaki farklılıklar, ülkelerin ayrı kategorilerde incelenmesini sağlamıştır. Bu çerçevede öncelikle düşük ve orta gelirli ülkelerde; teknoloji yoksunluğundan ve kalifiye elemanın eksikliğinden kaynaklı olarak öncelikle bu alanlara yatırım yapılması gerekmektedir. Üst orta gelirli ülkeler, bir önceki kategorideki ülkelere nazaran iyi olmasına rağmen beşerî sermayeye yatırım yapılmasının yanı sıra bu teknolojiyi ulusal bir strateji haline getirmelidirler. Yüksek gelirli ülkelerde ise, beşeri sermaye sorunu olmaması sebebiyle araştırmalara ve geliştirmelere teşvikler verilmesi gerekmektedir.

Etik Kurul Onayı: Etik kurul belgesi gerektiren bir çalışma değildir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları:

[Hüda Carda](#) ^{ID} - Fikir ve Amaç, Planlama ve Tasarım, Veri Toplama, Veri Analizi ve Tartışma, Literatür ve Atıf, Yazım ve Format, Son Onay ve Sorumluluk, Genel Katkı Düzeyi - % 65.

[Ökkeş Kısa](#) ^{ID} - Planlama ve Tasarım, Veri Toplama, Veri Analizi ve Tartışma, Literatür ve Atıf, Yazım ve Format, Son Onay ve Sorumluluk, Genel Katkı Düzeyi - % 35.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Kaynakça

- Acemoğlu, D. Laibson, D. & List, J. A. (2016). *Makroekonomi*. Ertok M., Tunalı, Ç.B., Dayanır A., Tuna K., Hacıoğlu V. & Şener S. (Çev.), Şener S. (Ed.), İstanbul: Beta Yayınevi.
- Ainsworth R.T. & Alwohaibi, M., (2017), "Blockchain, Bitcoin, and VAT in the GCC: The Missing Trader Example!". *Boston University School of Law & Economics Working Paper*. No. 17-05, 1-19.
- Aksoy, P.Ç., (2022). "Akıllı Sözleşmelerin Dünü, Bugünü ve Yarını: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme". *Vergi Dünyası*. Yıl: 42, Sayı: 494, 17-38.
- Altunbaşak, T.A. (2018). "Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi ile Vergilendirme". *Maliye Dergisi*, (174), 360-371.
- Atabaş, H., (2018). *Blockzinciri Teknolojisi ve Kripto Paraların Hayatımızdaki Yeni Yeri*. İstanbul: Ceres Yayınları.
- Atılğan Y. A. (2022). "Kamu Sektöründe Blokzincir Teknolojisi Kullanımı: Türkiye’de Mevcut Durum Analizi". *Journal of Yasar University*, 17/66, 615-633.
- Babaoğlu, C. & Karasoy, H.A. (2022). "Kamu Yönetiminde Blokzincir: Kullanım Alanları ve Örnek Uygulamalar". *Sosyoekonomi*. 30(52). 283-297.
- BAG. <https://bag.org.tr/> (Erişim: 28.09.2022).
- Baudier, P., Chang, V. & Arami, M. (2022). "The Impacts of Blockchain on Innovation Management: Sectoral Experiments". *Journal of Innovation Economics & Management*, Vol: 37, 1-8.
- Benli, V.F. & Yaman, A.R. (2021). "Blokzincir Teknolojisinin Dış Ticaretteki Uygulama Alanları ve Hukuki Durumu Blokzincir Dış Ticaret Finansman Uygulama Örneği". *Dış Ticaret Enstitüsü Working Paper Series*. 2(3), 8-24.
- Berberoğlu, B. (2011). "Yaşam Boyu Öğrenme ile Bilgi İletişim Teknolojileri Açısından Türkiye’nin Avrupa Birliği’ndeki Konumu". *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*. 5(2). 129-142.
- Bıyan, Ö. & Carda H. (2021). "Türk Vergi Hukukunda Geleceğe Dair Öngörüler: Blok Zincir Teknolojisinin Olası Etkileri". *Maliye Dergisi*, Ocak-Haziran 2021, 180: 93-114.
- Bonneau, J., Miller, A., Clark, J., Narayanan, A., Kroll, J.A. & Felten, E.W. (2015). "SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies". *IEEE Symposium on Security and Privacy*, San Jose, California, USA, 18-20 May 2015.
- Bozdoğanoglu, B. (2022). "Teknoloji Okuryazarlığı Kavramının Kripto Varlıklara Yatırım ve Vergilendirmeye Etkileri", *Vergi Dünyası*, 42(494), 47-62.
- Cbinsights, *Banking Is Only The Beginning: 50 Big Industries Blockchain Could Transform*, 2018, <https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/> (Erişim: 24.04.2023).
- Çelik, A. (1998). "Bilgi Toplumu Üzerine Bazı Notları". *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*. 15(1), 53-59.
- Çelikkol, E.S., Genç, Y.S. ve Şeneldir, O. (2011). "Küreselleşme Olgusu ve Bilgi Toplumunun Gelişme Dinamiklerinin Türkiye Üzerindeki Etkileri". *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*. 199-212.

- Doruk, Ö.T. (2019). "Kaldor Büyüme Modelinin Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Sınanması: Panel Veri Analizlerinden Bulgular". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 20(2), 31-50.
- Erdoğan, S. ve Bodur, D. (2020). "Blockchain Teknolojisi ve Günümüz Finansal Sisteme Olası Etkileri". *Mali Çözüm Dergisi*. 30(160), 281-295.
- Eren, E. (2001), *Makro İktisat*. İstanbul: Avcıol Basım Yayın.
- Ertek, T., (2016), *Makroekonomiye Giriş*. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Febraban, <https://portal.febraban.org.br/> (Erişim: 28.09.2022).
- Feng, H., Wnag, X., Duan, Y., Zhang, J. & Zhang X. (2020), "Applying Blockchain Technology to Improve Agri-food Traceability: A Review of Development Methods, Benefits and Challenges" *Journal of Cleaner Production*. (260), 1-37.
- Gerdan, D., Koç, C. & Vatandaş, M. (2020). "Gıda Ürünlerin İzlenebilirliğinde Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanımı". *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 16(2), 8-14.
- Global Legal Insights, <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-lawsand-regulations/kenya#chaptercontent3>. (Erişim: 28.09.2022).
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). "Blockchain Application and Outlook in the Banking Industry". *Financial Innovation Springer*. (2016), 2-24.
- Güven, V., & Şahinöz, E. (2018). *Blokzincir, Kripto Paralar, Bitcoin*. İstanbul: Kronik Kitap.
- Hancock Mp, R.H.M., & Vaizey, E., (2016), "Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain", <https://www.gov.uk/government/news/distributed-ledger-technology-beyond-block-chain>. (Erişim: 22.09.2022).
- Havana Üniversitesi, <https://matcom.uh.cu/instituto-de-criptografia/> (Erişim:28.09.2022).
- Hayes, A., (2022). "Blockchain Facts: What is it, How it Works, and How it can be Used".18 September 2022, Investopedia, <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> (Erişim:22.09.2022).
- Hays, D.K., Stoferle, R.P. & Valek, M.J., (2017). "Vontobel Incrementum". <https://cryptoresearch.report/wp-content/uploads/2017/12/IncrementumCrypto-Research-Report-Edition-1-English-Version.pdf>. (Erişim: 06.06.2022).
- Jamil, F., Hang, L., Kim, K.H. & Kim, D. (2019). "A Novel Medical Blockchain Model For Drug Supply Chain Integrity Management in a Smart Hospital". *MDPI Electronics*, 8(505),1-32.
- Kagia, R. (2002). "Lifelong Learning and the Knowledge Economy", *Summary of the Global Conference on Lifelong Learning*. Stuttgart, Germany, October 9-10, 1-23.
- Kahraman, E. (2019). IT (Information Technologies) Nedir?, <http://blog.emrahkahraman.com.tr/itinformation-technologies-nedir/>, (Erişim: 11.11.2022).
- Kaldor N. (1968). "Productivity and Growth Theory". *Growth Economic Journal*, New Series, Vol:35 No:140, 385-391.
- Karahan, Ç. & Tüfekci, A. (2019). "Blokzincir Teknolojisinin İç Denetim Faaliyetlerine Etkileri: Fırsatlar ve Tehditler". *Denetişim*. (19), 55-72.
- Karlı, H. & Tanyas, M. (2020). "Bilgi İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Uygulamaların Lojistik Merkezlere Entegrasyonu". *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*. 2(1), 42-59.

- Kenny, C. (2017). "How Much Aid is Really Lost to Corruption?". Center for Global Development, <https://www.cgdev.org/blog/how-much-aid-really-lost-corruption>. (Erişim: 22.09.2022).
- Kewell, B., Adams, R., ve Parry, G., (2017). "Blockchain For Good". Briefings in Entrepreneurial Finance. Wiley. 26(5), 491-498.
- Khan, F.A., Asif, M., Ahmad, A., Alharbi, M. & Aljuaid, H. (2020). "Blockchain Technology, Improvement Suggestions, Security Challenges on Smart Grid and its Application in Healthcare for Sustainable Development". *Sustainable Cities and Society*. (55), 1-12.
- Krugman, P. & Wells, R. (2011). *Makro İktisat*. Oğuz F., Arslan, M.M., Akkemik, K.A. & Göksal K. (Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Lin, I.C. ve Liao, T.C., (2017). "A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges". *International Journal of Network Security*, 19(5), 653-659.
- Llerena, P. & Lorentz, A. (2004), 'Alternative Theories on Economic Growth and the Co-evolution of Macro-Dynamics and Technological Change: A Survey', LEM Working Paper Series, 27.
- Lucas, R.E. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics* 22, 3-42.
- Manda, V.K. & Polisetty, A. (2018). "Status Check on Blockchain Implementation in India". Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3265654> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3265654>.
- Mercan, M. & Kızılkaya, O., (2014). "Türkiye'de Sanayi Sektörü Ekonomik Büyüme ve Verimlilik İlişkisinin Kaldor Yasaları Çerçevesinde Sınanması: Ekonometrik Bir Analiz". *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, Cilt: XXXVI, Sayı: I, 137-160.
- Modex, <https://www.modex.tech/> (Erişim: 28.09.2022).
- Nakamoto, S., (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, (Erişim: 10.05.2023).
- Nguyen, Q.K. (2016). "Blockchain- A Financial Technology for Future Sustainable Development". *3rd International Conference on Green Technology and Sustainable Development*, 51-54.
- Öktem, M.K. ve Aydın, M.D. (2005). "Bilgi Teknolojileri ve Türk Kamu Yönetiminde Dönüşüm". *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 257-282.
- Özaltın, O. & Ersoy, M. (2020). "Kamu Yönetiminde Blokzincir Kullanımı: D5 Örneği". *Neveşir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*. 10(2), 746-763.
- Pilkington, M., Crudu, R. & Grant, L.G. (2017). "Blockchain and Bitcoin As a Way to Lift a Country Out of Poverty-Tourism 2.0 and E-Governance in the Republic Moldova". *International Journal of Internet Technology and Secured Transactions*. 7(2), 115-143.
- Pisa, M., (2018). "Reassessing Expectations for Blockchain and Development". *Innovations/Blockchain for Global Development, Governance Globalization*. 12(1/2), 81-88.
- Popper, N., (2016). "Central Banks Consider Bitcoin's Technology, if not Bitcoin". *The New York Times*, <https://www.nytimes.com/2016/10/12/business/dealbook/central-banks-consider-bitcoins-technology-if-not-bitcoin.html>. (Erişim: 22.09.2022).
- Project Provenance LTD. (2015). Blockchain: the solution for transparency in product supply chain, White Paper, <https://www.provenance.org/whitepaper>. (Erişim: 22.11.2022).

- Ramada, M., (2016). For Insures Blockchain is the New Black. <https://blog.willis.com/2016/12/forinsurers-blockchain-is-the-new-black/>. (Erişim: 07.06.2022).
- Rejeb, A., G.Keogh, J. & Treiblmaier, H., (2019). “Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management”. *Future Internet*, 11(161), 1-22.
- Republic of Kenya, <https://www.hudumanamba.go.ke/the-big-4/> (Erişim: 28.09.2022).
- Saatçioğlu, C. (2011). “Yerel Yönetimlerinde Bilgi Sistemleri ve Teknolojileri: İstanbul Örneği”. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*, 237-256.
- Sanka, A.İ., İrfan, M., Huang, I. & Cheung, R.C.C., (2021). “A Survey of Breakthrough in Blockchain Technology: Adoptions, Applications, Challenges, and Future Research”. *Computer Communications*. Vol: 169, 179-201.
- Saudi Arabia 2030 Vision, <https://www.vision2030.gov.sa/> (Erişim: 28.09.2022).
- Savelyev, A. (2016). “Contract Law 2.0: Smart Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law”. *Higher School of Economics Research*. Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, 1-24.
- Sayar Özkan, G. & Alancıoğlu, E. (2017). “Bilgi Ekonomisi İndeksi Performans Göstergelerinin Türkiye Açısından Ar-Ge Harcamaları Analizi”. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi (ASSAM UHAD)*. 4(8), 1-12.
- Schletz, M.C., (2021). Radical Innovation for the Paris Agreement- A Blockchain Technology Adoption Perspective. [Doktora Tezi, Technical Universty of Denmark]. Açık Erişim Sistemi. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/radical-innovation-for-the-paris-agreement-a-blockchaintechnolog>.
- South African National Blockchain Alliance (SANBA), <https://sanba.co.za/home/>, (Erişim 28.09.2022).
- Sri, A.P.S.G. & Bhaskari, D.L. (2018). “A Study on Blockchain Technology”. *International Journal of Engineering & Technology*. 8(2.7), 418-421.
- Sümer, G. (2021). “Dünyada ve Türkiye’de Blok Zincir Teknolojisinin Gelişimi ve Kripto Paralar”. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*. 14(1), 191-207.
- Szabo, N. (1996). “Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets”. https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/L_OTwint_erschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html. (Erişim: 20.05.2023).
- Şahin, H. & Topal, B. (2016). “The Effect of the Use of Information Technologies in Businesses on Cost and Financial Performance”. *International Journal of Engineering Innovation & Research*, 5(6), 394-402.
- Şat, N. (2019). “Blokzincir (Blockchain)’in Kamu İdaresine Olası Etkileri”. *Amme İdaresi Dergisi*. 52(4), 117-147.
- Tapscott, D. ve Tapscott, A., (2016). *Blockchain Revolution*, Portfolio Penguin Random Random House, UK.
- The Blockchain Association of Kenya, <https://bak.or.ke/> (Erişim Tarihi: 28.09.2022).
- The National Treasury and Planning, <https://www.treasury.go.ke/916-2/> (Erişim:28.09.2022).

- The World Economic Forum, (2018). Blockchain and Distributed Ledger Technology. <https://www.weforum.org/communities/blockchain-and-distributed-ledgertechnology>. (Erişim: 02.08.2022).
- Themistocleous, M. (2018). "Blockchain and Land Registry". *The Cyprus Review*, 30(2), 195-202.
- Tian, F., (2017). "A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP Blockchain & Internet of Things". *International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*. 1-6.
- Tijan, E., Aksentijevic, S., Ivanic, K. & Jardas, M. (2019). "Blockchain Technology Implementation in Logistics". *Sustainability*. (11), 1-13.
- Tokatlıoğlu, M. & Selen, U. (2021). *Maliye Politikası*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Topçu, B.A. & Sarıgül, S.S. (2020). "Dünyada ve Türkiye’de Blok Zincir Teknolojisi: Finans Sektörü Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Değerlendirme". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (18), s.37-38.
- Tunalı, H. & Erbelet, E. (2017). "Ekonomik Büyüme ve Sanayişme İlişkisinde Kaldor Yasasının Türkiye’deki Geçerliliğinin Analizi". *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1-15.
- TÜBİTAK BİLGEM UEKAE, Blok Zincir, Blok Zincir Araştırma Laboratuvarı, <https://blokzincir.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html>. (Erişim: 10.05.2022).
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 11. Kalkınma Planı (2019-2023). https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Planı-20192023.pdf. (Erişim: 28.09.2022).
- Ubaldi, B., Le Fevre, E. M., Petrucci, E., Marchionni, P., Biancalana, C., Hiltunen, N., Intravavia, D.M. & Yang, C. (2019). "State of the art in the use of emerging technologies in the public sector". *OECD Working Papers on Public Governance* No. 34.
- UN E-Government Knowledgebase, Erişim Adresi: <https://publicadministration.un.org/egovkb/Data-Center> (Erişim Tarihi: 24.05.2023).
- UNCTAD (2021). "Harnessing Blockchain for Sustainable Development: Prospects and Challenges". UNCTAD/DTL/STICT/2021/3 and Corr.1, Geneva.
- Usta, A. & Doğanekin, S. Blockchain 101 Güncellenmiş Versiyon, Bankalararası Kart Merkezi. <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/markets/>. (Erişim: 01.02.2022).
- Uysal, T.U. & Aldemir, C. (2018). "Dijital Kamu Mali Yönetim Sistemi ve Blok Zincir Teknolojisi". *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*. 11(3), 505-522.
- Voshmgir, S. (2019). Smart Contract, Token Economy içinde Blockchain Berlin. <https://blockchainhub.net/smart-contracts/>. (Erişim: 24.05.2023).
- Wastell, D., (2017). Blockchain Experiment in Humanitarian Aid, Start Network, <https://startnetwork.org/news-and-blogs/blockchain-experiment-humanitarian-aid>. (Erişim: 22.09.2022).
- Wenke, C., Lang, F., & Buschle, M., (2022). "Distributed Ledger Technology in the Financial Industry: Managerial, Organizational, and Technological Challenges". *Thirtieth European Conference on Information Systems (ECIS 2022)*, 1-15.
- World Bank (2016), Digital Dividends, A World Bank Group Flagship Report.

- World Economic Forum, (2015). "Technology Tipping Points and Societal Impact". *Global Agenda Council on the Future of Software & Society*. 1-44.
- Xu, Y. & Zhang, Z. (2022). "Taxation in the Digital Economy New Models in Asia and the Pacific". İçinde Hendriyetty, N., Evans, C., Kim, C.J. & Taghizadeh-Hesary, F. *Blockchain and Its Implications for Tax Administration in the People's Republic of China* (128-149). New York: Routledge.
- Yan, C., (2018). "Blockchain Tokens and the Potential Democratization of Entrepreneurship and Innovation". *Business Horizons, Elsevier*. 61(4), 567-575.
- Yıldırım, K., Bakırtaş, İ., Yılmaz, R. & Esen, E. (2016). *Makro İktisada Giriş*. Eskişehir: Nisan Yayınevi.
- Yılmaz, B. (1998). "Bilgi Toplumu: Eleştirel Bir Yaklaşım". *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 147-158.
- Zhao, W., (2019). "Blockchain Technology: Development and Prospects". *National Science Review*. 16(2), 369-373.