

## Blokzincir Teknolojileri ve Ekonomik Faaliyetler

Yusuf KURTOĞLU<sup>1</sup>

### Öz

### Araştırma Makalesi

Yaygın olarak şifreli para işlemlerinde kullanılan kayıt zinciri teknolojileri, veri kayıtlarının açık, değiştirilemeyen ve “dağıtık kayıt ağında” tutulduğu bilgisayar teknolojileridir. Bu teknolojiler temel olarak; şifreleme, taraflar arası mutabakat, kimliklerin açıklanmaması ve banka gibi merkezi kurumlardan bağımsız işlem yapabilme özelliklerine sahiptir. Bunlara “güvenlik” unsurunun da eklenmesi, bu teknolojilerin uygulama alanlarını geliştirmiştir. Kayıt zinciri teknolojilerinin internet ağı üzerinden kullanımıyla girilen veri aktarım sürecinde veri girişi ve bu verilerin izlenmesi, taraflar arasında üzerinde anlaşma sağlanan “akıllı sözleşme” kapsamındaki kurallara uygun olarak yürütülür. Sürecin etkin işleyişi şifrelemenin sağladığı “güven” temeline dayalıdır. Kayıt zinciri teknolojisi uygulamalarında finansal aktarım işlemleri için ödenen komisyon ve aktarım ücretleri vb. ödemelerin olmaması, uçtan uca aktarımın sağladığı etkinlik gibi nedenlerle bu teknolojilerin ekonomik faaliyetlerde kullanımı artmaktadır. Finans sektörü yanında, sağlık, bilimsel araştırmalar, sanayi, ticaret, tedarik zinciri, kamusal alanlardaki yasal kayıtlar, ulaştırma, lojistik sektörleri, sanal evren ve NFT uygulamalarında bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaştığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kayıt Zinciri, Dağıtık Kayıt Ağı, Şifreleme, Güven, Akıllı Sözleşme

## Blockchain Technologies and the Economic Activities

### Abstract

### Research Paper

Blockchain technologies extensively used in cryptocurrency transactions are computer technologies in which data records are kept in an open, unalterable, and in a “distributed network of records”. These technologies mainly have the features of encryption, the agreement between the parties, non-disclosure of identities, and independent transactions from central institutions such as banks. Adding the “security” element to these peculiarities has improved the application areas of these technologies. With the use of blockchain technologies over the internet, data entry and monitoring of these entered data during the transfer process are carried out in accordance with the rules within the content of the “smart contract” agreed between the parties. The effective functioning of the process is based on the “trust” provided by encryption. The use of these technologies in economic activities is increasing due to the lack of fees such as commission and transfer fees paid for financial transfer transactions etc., and the efficiency provided by end-to-end data transfers in Blockchain technologies. In addition to the financial sector, it is observed that the use of these technologies is widespread in health, scientific research, industry, trade, supply chain, legal records in public areas, transportation, logistic sectors, Metaverse and NFT applications.

**Keywords:** Blockchain, Distributed Ledger, Encryption, Trust, Smart Contract

### Makale Bilgileri / Article Info

Alındığı Tarih / Received 06.05.2021

Kabul tarihi / Accepted 30.09.2022

<sup>1</sup> Doç. Dr., Emekli (Hazine ve Maliye Bakanlığı), yusufkurtoglu@outlook.com, ORCID: 0000-0002-7921-8947

## **Giriş**

Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında yayımlanan “Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System” başlıklı makalede, parasal bir değer olarak tanımlanan Bitcoin’in internet ağı üzerinden şifreli işlemlerle alım-satımının nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Finans sektöründe alım-satımı yapılan yeni bir ürün olarak doğan sanal para (Crypto currency) Bitcoin işlemleri, blok zinciri (kayıt zinciri)<sup>2</sup> teknolojilerinin yaygın olarak kullanımının başlangıcını oluşturmuştur. Kayıt zinciri teknolojisi ile yapılan Bitcoin alım-satım işlemlerinde, banka ve aracı kurumlar gibi merkezi kayıt yapılarına gereksinim bulunmaması, finans sektöründe büyük bir yenilik olarak ortaya çıkmıştır. Parasal transfer (aktarım) işlemlerine aracılık yapan banka ve finansal kuruluşlar gibi merkezlere ödenen yüksek komisyon ve havale ücretleri vb. ödemelerin olmaması, aktarım süresinin kısalığı gibi etkenler finans sektörü yanında birçok sektörde kayıt zinciri teknolojilerinden faydalanmanın önünü açmıştır.

Ekonomik verilerin kaydının tutulması ve aktarımına ilişkin mevcut uygulamalarda kurumsal yapılar tarafından yerine getirilen işlemler için taraflar arasında güvence unsuru olarak yer alan merkezi yapılar yerine, kayıt zinciri teknolojilerinin internet temelli ağ yapısında verilerin “dağıtık kayıt ağı” (distributed registered ledger) kaydına dayalı olarak izlendiği, dijital ortamda kamuya açık çalışan ağlar söz konusudur. Bu dağıtık ağ yapısında veri kaydı tutulması ve transfer işlemleri şifrelemenin getirdiği güvence dayalı olarak yürütülerek sonuçlandırılmaktadır.

Kayıt zinciri teknolojilerinin kullanımıyla birlikte gündeme gelen diğer bir yenilik de bu teknolojilerin şifrelemeye dayalı işleyişi nedeniyle, sistemde kayıt yapan kişilerin kimliklerinin saklı kalmasının sağlanmış olmasıdır. Bunun yanında kayıt zinciri sistemi; veri girişi, ağda yapılacak kayıt işlemleri, verinin kontrolü ve dağılımına ilişkin koşulların belirli olması (açıklık-şeffaflık) ve bunlara ait kuralların önceden belirlenerek “akıllı sözleşmelere” yazılması ile sürecin değiştirilemeyen bu sözleşmelere dayalı olarak yürütülmesi gibi temel özelliklere sahiptir. Bunlara güvenlik unsurunun da eklenmesiyle birlikte, kayıt zinciri teknolojilerinin sanal para işlemleri dışında finans sektörünün diğer alanlarıyla, üretim, perakende, lojistik, sağlık gibi sektörlerde de kullanımını gündeme gelmiştir. Nitekim, 2008 yılından bu yana kayıt zinciri teknolojisinin ekonomik faaliyetlerdeki uygulamalarında artış gözlenmektedir.

Çalışmamızın ikinci kısmında kayıt zinciri teknolojisinin tanımı verilerek, kayıt zinciri sisteminin nasıl çalıştığı anlatılacak, üçüncü kısımda kayıt zinciri teknolojisinin yapısını oluşturan bloklar, özet değer, kayıt zinciri aşamaları ve şifreleme konuları incelenecek, dördüncü kısımda kayıt zinciri çeşitleri açıklanacak,

---

<sup>2</sup> Çalışmamızda “Blok zinciri” tanımlaması yerine, Türkiye Bilişim Derneği’nin önermesi olan “Kayıt Zinciri” tanımlaması kullanılmıştır.

beşinci kısımda kayıt zinciri teknolojilerinin ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri incelenerek, sonuç kısmında değerlendirmelere yer verilecektir.

## 2. Kayıt Zinciri Teknolojileri Nedir, Nasıl Çalışır, Kuralları

Kayıt zinciri teknolojileri, bilgisayar-yazılım mühendisliği bilimi alanında geliştirilen dağıtık, değiştirilemeyen, açık “veri kayıt” teknolojileridir. Verilerin bilgisayarda oluşturulan veri tabanına girilmesiyle, bu verilere ait kayıtların tutulması, izlenmesi, saklanması ve bilgilerin aktarımı gibi işlemler dijital-internet ortamında yapılır.

Kayıt zinciri teknolojileri platformlarında (uygulama alanlarında), gerekli bilgisayar donanımı ve yazılımları kullanılarak finansal, ticari, kamusal alanlardaki veri aktarımı, veri derleme vb. işlemler için veriler belirli bir veri tabanına-kayıt ağına (bloklara) kaydedilir. Her bir işlem bir blokta kaydedildikten sonra bu işleme ait bilgilerin özeti (hash) çıkarılır.<sup>3</sup> Kayıt zinciri halkalarını meydana getiren blokların birbiriyle ilişkisi, her bloğun kendi “özet” değerinin kendinden sonraki blok içinde yer alarak, blokların zincir sisteminde birbirine bağlanması şeklinde gerçekleşir. Bloklara bilgi girişi yapanlar “madenciler” (kayıt tutanlar) olarak adlandırılır. Bilginin kayda alınmasının gerekli olduğu herhangi bir işlemde kayıt zinciri teknolojisini kullanmak mümkündür.

Kayıt ağı, ilk kayıttan (genesis blok)<sup>4</sup> itibaren kayıt zincirinde kayıt yapanlar tarafından tutulan bütün bilgileri içeren bir “kayıt ağacıdır”. Ağacın her bir dalı bir zincir bloğuna tekabül eder ve her blok kendinden önceki bloklar yoluyla başlangıç bloğuna bağlanır. Birbirine bağlı bloklardan oluşan yapısı nedeniyle bu teknolojiye “blok zinciri-kayıt zinciri” teknolojisi denilmektedir. Bu teknolojiler, dijital ortamda dağıtık kayıt ağları (distributed ledger technology) olarak da adlandırılmaktadır. Dağıtık kayıt ağları, uçtan uca yapısıyla, şifreleme teknolojileri kullanılarak, verinin tüm kullanıcılar arasında “dağıtık ve değiştirilemez” bir şekilde kayıt altına alınmasını sağlamaktadır. (Şen, 2019; 4-9)

Kayıt zinciri teknolojileri, zincirde yer alan katılımcıların görüş birliğine

---

<sup>3</sup> Kayıt zinciri teknolojileri uygulamasının ilk örneği olan Bitcoin yaratma işlemi, bloklar içinde işlem havuzunda 1 MB seviyesinde bir blok ve blok özetini oluşturma işlemidir. Bu süreçte en uygun blok özetini yapan işlemci (madenci) Bitcoin-para ödülü kazanır. Madenciler para kazanmak için en uygun “özet” oluşturma arayışları sırasında; kayıt zincirine kaydedilecek işlemlerin doğrulanması, yeni blok oluşturulması, blok işlemlerinin doğrulanması ile dağıtık kayıt ağının sürekliliğini sağlamış olurlar. Bu yapıyla Bitcoin kayıt zinciri, açık bir zincirdir. Bu sistemde elektronik-sanal para, iki taraf arasında internet üzerinden aracısız olarak, şifreleme yapılmak suretiyle doğrudan gönderilir. Çatallanma (forking), blok büyüklüğünde önceden anlaşılan boyutun değiştirilmesini ifade etmekte kullanılan bir tanımlamadır. Başlangıç blok büyüklüğündeki değişiklik katılımcıların tamamı tarafından kabul edildiğinde “gönüllü çatallanma”, katılanlar tarafından kısmen kabul edildiğinde ise “zorunlu çatallanma” olarak adlandırılmaktadır. Diğer taraftan, farklı blokların oluşumunda kullanıcılar (üreticiler-madenciler) zor olan kayıt zincirini seçecektir, seçilmeyen bloklar, öksüz (orphan) blok olarak adlandırılır. (Güven, Şahinöz, 2018: 68-73)

<sup>4</sup> “Genesis” adı verilen başlangıç bloku, kendinden önce blok bulunmadığından 256 adet 0 (sıfır) sayısından oluşur. Zincire dahil olan bloklardan birisinden önceki bloğa “ebeveyn bloğu” adı verilir. Her bloğun bir adet ebeveyn bloğu bulunmakla birlikte, kendisinin birden fazla yavru bloğu bulunur. Bu durum her bir ebeveyn blok için geçerlidir. (Güven, Şahinöz, 2018: 53, 64)

dayalı veri kullanımı ve şifreleme sistemi nedeniyle kullanıcı kimliklerinin saklı tutulduğu, güven oluşumuna dayalı olarak işlem yapılan teknolojiler olarak ortaya çıkmıştır. Merkezi herhangi bir idarenin müdahalesi olmadığından, sistemin yönetimi teknolojinin kendi algoritma temelli uygulamaları tarafından yerine getirilmektedir.

Kayıt zinciri ağ kaydını oluşturan parasal aktarımlar, alıcı ve satıcı kimlik bilgileri vb. veri kayıtları, taraflar arasında belirli kurallara uygun olarak düzenlenen “sözleşme” yer alır. Sözleşmeler, taraflar arasında üzerinde anlaşmaya varılarak düzenlenir ve güven oluşumu temeline dayalı olarak hazırlanır. Sözleşme konusu işlem aşamaları birbirini izler ve çözüldükçe ilerleyen koşullara bağlı olarak işlerlik kazanır. Bu nedenle, sözleşmeler “akıllı sözleşmeler” (smart contracts) olarak tanımlanır. Sözleşmelerde, taraflar arasındaki ödeme koşulları, güven oluşumunun sağlanması, ipotek ve zorlayıcı kurallar gibi hususlar yer alır. Sözleşmenin imzalanmasıyla, tarafların sözleşme sürecinin nasıl işleyeceğinin yöntemi ve usulleri üzerinde görüş birliğinin sağlandığı ve yapılacak işlemlerin geçerliliğinin kabul edildiği hususları onaylanmış olur. Bu yapıyla kayıt zinciri teknolojileri “güven temelli” sistemler olarak kabul edilmektedir. (Cong ve He, 2018: 6, 11-12, Pon, 2016: 3-6, Abadi ve Brunnermeier 2018: 7-9, Berryhill vd.,2019: 10-13, Usta ve Tekin, 2018: 23-28, Dilek, 2018: 11, Holden, Malani, 2019: 20-24, Catalini ve Gans, 2019)

Kayıt zinciri teknolojilerinde veriye dayalı kayıt zincirinin oluşması sırasında zinciri oluşturan birden fazla sayıdaki taraf, her bir kayıt bloğundaki bilgi içeriklerini görüp, içeriğin ne olduğu hakkında bilgi sahibi olur. Bu husus, kayıt zinciri sistemine işlerlik kazandırılmasında gerekli bir koşuldur. Bunun yanında, sistemin öngörülen biçimde çalışmasını teminen;

i. girilen kayıtların-bilgilerin incelenmesi, değerlendirilmesi ve değiştirilme imkanının olması,

ii. taraflar arasında şifrelemeye dayalı görüş birliği sürecinde sağlanan güven mekanizmasının kurulmuş olması gerekir.

Kayıt zinciri sisteminde kayıtların tutulduğu her bloğun kendine ait kuralları vardır. Bunlar, “kullanıcılar” tarafından sözleşmeyle belirlenen ve üzerinde “görüş birliğine varılan” kurallardır. Söz konusu kurallara göre kayıtlarda şu bilgilerin yer alması gereklidir.

● Kayıtların kaydedilme kuralları; nasıl kaydedileceği, nasıl sıralanacağı, hangi hususları kapsayacağı,

● Blokların büyüklüğü; blok dolduğunda yapılacak işlemler, yeni blok açılma koşulları,

● Her bir kaydın ait olduğu blok,

● Kayda ait başlık, tarih, kayıt numarası, şifre,

● Bloklar arası bağlantılarda hangi koşulların aranacağı,

• Bloklarda yer alan verilerin ağda dağıtımı, saklanması, izlenmesi ve kontrol edilmesine ait kuralların neler olacağına belirlenmesi, açıklık-şeffaflık.

Kurallara uyulmaması hali kayıt zinciri teknolojilerinin işleyişini durdurmaktadır. Bir blokta belirlenen kurallara uyulmaması durumunda, bunu öğrenen diğer bloklardaki kayıt tutanlar aynı kayıt zincirinde işlem yapmayacaktır. (Güven ve Şahinöz, 2018: 44, Cong ve He, 2018: 8-9, Pon, 2016: 6, 10-11, Abadi ve Brunnermeier 2018; 8, Berryhill vd. 2019: 15-18)

### 3. Kayıt Zinciri Aşamaları ve Kayıt Sistemi

#### 3.1 Kayıt Süreci, Özet Değer ve Güvenli İşlem

Kayıt zincirine giren özgün-rijinal veya sonradan değiştirilmiş verinin özeti için “özet değer” (parmak izi) tanımlaması kullanılmaktadır. Kayıt zincirindeki her blok: bir sonraki bloğun özeti, kendi içerdiği bilginin özeti ile kendinden önceki bloğun kapsadığı ve kendisine aktarılan özetin toplamından oluşur. Kayıt zinciri sistemine girilen veri değeri üzerinde yapılan herhangi bir değişiklik, anında özgün veri içeriğinin değişmesine neden olur. Veri üzerindeki değişiklikler, özgün veri ile son kullanıcıya ulaşan veri karşılaştırıldığında açıkça görülür. Verinin özgünlüğünün kanıtlanması “özet değerlerin” karşılaştırılmasıyla sağlanır. Özet değerler, bu karşılaştırma ve tespit işlemi nedeniyle kayıt zincir sürecinin güvenli işleyişi bakımından önem taşır.

Kayıt zinciri teknolojilerinde güvenlik ön planda olan bir özelliktir. Bunu sağlayan temel algoritma (çözümün sıralı mantıksal işlemlerle ifadesi) “özet algoritması”dır. Özet algoritmasını oluşturan fonksiyon, hangi boyutta olursa olsun, uzun veya kısa metinleri “sabit uzunlukta bir veriye” dönüştürür. Özet değer fonksiyonu algoritma çeşitleri çok sayıda olup, bu algoritmalar en uygun fonksiyon blokları birbirine bağlayarak, kayıt zinciri oluşumu ve zincirin güvenliğinin sağlanmasında temel unsuru teşkil eder. (Güven, Şahinöz, 2018: 45, 50-51, Yermack, 2017: 4)

Kayıt zinciri sürecinin temel yapısı aşağıdaki gibi gösterilebilir.

#### Şekil 1. Kayıt zinciri süreci

Blok 0 (Genesis Blok)	Blok 1
Tarih (zaman damgası)	Tarih
	Veri; Blok 1
Veri; Blok 0 verisi	verisi

Özet

Özet

Önceki Blok

özeti

---

Kaynak Berryhill, J., vd. 2018:16

Kayıt zinciri sisteminde yer alan her bir katılımcı katıldığı andan itibaren zincir kapsamı bloklarda yer alan tüm bilgilere tam olarak sahiptir. Blokların içerdiği bilgilerde yapılacak herhangi bir değişiklik, özetlerin değişmesine yol açacak ve tüm katılımcılar bu değişiklikten anında haberdar olacağından, çoğunluğun onayladığı değişiklikler geçerli olacak, onaylanmayan değişiklikler ise geçersiz olacaktır. Bu durum, sistemin güvenli işleyişi açısından bir sigorta işlevi gördüğünden, güvenli çalışan bir yapının varlığı, katılımcıların birbirini şahsen tanımaları ve güven duyma gereksinimlerini ortadan kaldırır. Bu da kayıt zinciri teknolojileriyle yapılan işlemlerin kendiliğinden oluşan bir güven ortamında yapılmasını sağlayarak, bu teknolojilerin kullanımda bir üstünlük sağlamaktadır.

Verilere ilişkin kayıtların belirli bir veri tabanına-bloklara yüklenmesi sonucu, kullanım kapasitesi dolan veri tabanına yeni veri yüklemesi yapılamaz. Bunun üzerine yeni veriler için ikinci-yeni veri tabanı oluşturulur. Bu veri tabanına da kapasitesi dolana kadar veriler yüklenir. Bu iki veri tabanı birbirine bağlanır ve veri bloku zinciri oluşmuş olur. Blok-kayıt zincirine çok sayıda veri tabanının bağlanması mümkün olmaktadır. Bu veri kayıt yapısına, genel kayıt ağı (general ledger) adı verilmiştir.

Dağıtık veri tabanlı ağ yapısının oluşumu, ağda yapılacak işlemlerin niteliğinden kaynaklanır. Kayıt zinciriyle, iki kişi arasındaki veri aktarımında sözleşmeye dayalı bir süreç çerçevesinde aracısız doğrudan aktarım işlemi gerçekleştirilmektedir. Açıklık ilkesinin bir gereği olarak; kayıt zinciri ağında yeni kayıt-yeni veri girişi yapılması yanında, önceden girilmiş olan kayıtlarda bir değişikliğe gidilmesi, ancak kayıt zinciri sözleşmesindeki kuralların yerine getirilmesi halinde mümkün olmaktadır. Bu işleyiş yapısıyla ağ üzerindeki işlemlerin güvene dayalı olarak yürütülmesi, veri aktarım işlemlerinin hukuksal geçerliliğe dayandırılması gibi yasal zorunluluklara karşı kayıt zinciri teknolojilerini ayrıcalıklı kılmaktadır. (Güven, Şahinöz, 2018: 64-68, 74-79, Nakamoto, 2008, Bosu vd., 2019: 4-5, Narayanan, vd., 2016.)

### **3.2 Şifreleme ve Anahtarlar**

Kayıt zinciri teknolojileri sisteminde birden fazla katılımcıda veri bulunduğundan, taraflar veri iletimi sırasında kendilerine ait “şifreleri” kullanır. Her

işlem, yapıldıktan sonra «değiştirilemeyen-şifrelerle» kayıt zincirine kaydedilir. Sistemin işleyişinde güven ve gerçek bilgi, gerçek veri aktarımı en önemli unsur olarak ön plana çıkar. Güvenin sağlanması ise şifreleme ve dijital imzayla hem koruma hem doğrulama yapılmasıyla mümkün olmaktadır. Şifreleme yapısında kullanılan iki tür anahtar bulunur. Bunlar açık anahtar ve özel anahtar olarak adlandırılmıştır.

Açık anahtar; sadece girilen verinin şifrelenmesi için kullanılır. Açık anahtarla veri bilgileri şifrelenerek kapatılmış-gizlenmiş olur, bu anahtarı kullanarak veri bilgilerine tekrar giriş yapılamaz, çünkü açık anahtarın tek bir işlevi vardır, “veriyi saklamak-kilitlemek”. Şifrelenen verinin içerdiği bilgi kapalı-gizli olarak, değiştirilmeksizin iletilecektir. Sözleşme iki taraf arasında yapıldığına göre, bilgiyi alacak olan taraf kendi açık anahtarını bilgiyi ileten tarafa gönderir. Bilgiyi ileten taraf karşı tarafın gönderdiği bu açık anahtarla veriyi şifreleyerek alıcıya geri gönderir. Bilgiyi alan taraf kendi özel anahtarı ile şifreyi çözerek bilgiyi görür. Buradaki temel kriter, bilginin sözleşmeyi yapan iki taraf arasında bilinir oluşudur. Bilginin üçüncü şahısların eline geçmesi istenmediğinden, buna karşın bir güvenlik önlemi alınması gerekecektir. Bilgi üçüncü bir şahsın eline geçse bile bu kişi sadece alıcıda bulunan özel anahtara sahip olmadığı için bilginin içeriğini göremez.

Özel anahtar; açık anahtarla saklanan-kilitlenen şifreyi çözme işlemi için kullanılır. Açık anahtarla girilen verinin görülmesi ancak ve sadece özel anahtarla yapılabilir. Bu işlevlerine göre, açık anahtar ile özel anahtarlar birbirinin tamamlayıcısı konumundadır. Birisi diğerinin yaptığı işi yapamaz, ikame edemezler. Açık anahtarla verinin görülme imkânı olmadığına göre, açık anahtarla özel anahtar da elde edilemez. Bilgi, dijital imzalama aşamasında özel anahtarla şifrelenerek, dijital imza atılmış olur. Karşı tarafın sözleşmenin imzalandığını görmesi için, imzayı atan kişi karşı tarafa kendi açık anahtarını gönderir. Karşı taraf, kendisine iletilen kilitli-imzalı belgeyi, imzalayan kişinin gönderdiği açık anahtarla açarak belgenin, belgeyi gönderen kişi tarafından imzalandığını ve kayıtların değiştirilmediğini görmüş olur. (Güven, Şahinöz, 2018: 45-64)

Kayıt zinciri ağlarında bir hesabın sahibi, bir sayı ve harf dizisi olan “şifreli özel bir anahtar” ile hesabına ait işlem güvenliğini sağlamaktadır.

### 3.3 Blok Yapısını Oluşturan Alanlar ve İşlevleri

1. Alan: Veri tabanının okunduğu ve alandaki bilgilerin bir blok olduğunun belirtildiği sürüm alanıdır. Bu alanda, bloğun yapısı, uzunluğu, kayıtların şekli, alanların sırası gibi kurallar belirtilir. Bu alan aynı zamanda değişmeyen “sihirli sayı 0xD9B4BEF9” nın bulunduğu alandır. Büyüklüğü 4 Bayt.

2. Alan: Bloğun büyüklüğünün, yani sonunun gösterildiği alandır. Büyüklüğü 4 Bayt.

3. Alan: Blok başlığının belirtildiği bu alan çeşitli alanlardan oluşur. Örneğin, güncellemeler, bir önceki bloğun özet değeri bu bloktaki işlemlerin özeti (blok

içindeki işlemlerin ikili olarak gruplanarak özetlerinin alınması-Merkle Ağacı) sonrası, en son kalan iki özetin özetinin (Merkle ağacı kökünün Hash değeri) hesaplanması bu alanda yapılır. Blok oluşum süresi içinde (zaman damgalı-time-stamped) bloktaki kayıtları oluştururken problemlerin çözümünde karşılaşılan zorlukların giderilerek iş kanıtı bu alanda yerine getirilir. Kurala uygun hesaplanan blok özeti-Hash değerini bulana kadar, deneme-yanılma yoluyla bu alandaki sayılar (tek kullanımlık sayılar-nonce) değiştirilerek kullanılır. 3. alanın toplam büyüklüğü 80 Bayt'dır.

4. Alan: Kaç adet kayıt / işlem olduğunu gösteren kayıt sayacı bu alanda bulunur. 1-9 Bayt büyüklüğündedir.

5. Alan: Kaydedilen işlemler bu alanda yer alır. Büyüklüğü ise işlem hacmine göre değişir. (Güven, Şahinöz, 2018: 54-62, Cong ve He, 2018: 12-13)

#### **4. Kayıt Zinciri Çeşitleri**

Kayıt zinciri yapısında, izin gerekmeksizin sadece zincire giriş yapıp verileri görme imkânı olduğu gibi, izne bağlı veya izne bağlı olmayan ağ girişleriyle zincirde işlem yapma, veri girme-yeni blok ilave etme aşamalarına geçiş de mümkün olmaktadır. Bunun için bazı uygulamalarda mutabakat yapısına uyum ve mutabakat sürecinin işleyişine katılım izni gerekebilmektedir. Mutabakat süreçleriyle ilgili izinlerin gerekli olduğu kayıt zinciri çeşitlerinde, verilen “mutabakata uygunluk izinleri” nedeniyle zincirin güvenli işleyişi sağlandığından bu durum kayıt zinciri teknolojilerinin yaygın kullanımını destekleyen bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada incelenen kayıt zinciri çeşitleri, Abadi ve Brunnermeier (2018: 10-12), Berryhill vd. (2019: 18-19), Usta ve Tekin (2018: 30-35) çalışmalarında yer verildiği gibi; izne bağlı, izin gerektirmeyen ve özel kayıt zinciri olarak üç ana grup ve alt grupları olarak ele alınmıştır.

##### **4.1 İzne Bağlı Kayıt Zincirleri**

İzne bağlı kayıt zincirleri, tamamen veya kısmen izne tabi olan uygulamalar olmak üzere iki ayrı türden oluşur.

###### **4.1.1 Tamamı izne bağlı kayıt zincirleri**

Kayıt zinciri ağında veri okuma ve mutabakat sürecine katılarak yeni veri-blok eklemek için ayrı ayrı izinlerin alınması gereken kayıt zinciri ağlarıdır.

###### **4.1.2 Kısmen izne bağlı kayıt zincirleri**

Kayıt ağındaki işlem hakkı bir kişi yerine birçok katılımcıdan oluşan “sınırlı sayıdaki-özel bir kullanıcı grubuna” verilir. Bu grup kayıt zinciri politikalarını belirleyerek yönetirken aynı zamanda işlemlerin yapılması ve değiştirilmesinden sorumlu tek yetkilidir.

Kayıt ağını görme-okuma hakkı “belirli-özel bir grup için” vardır, bu özel



gruptaki katılımcılara kayıt zinciri ağına girip verileri okuma izni verilir. Bu okuma iznini alan özel grubun, mutabakat sürecinde yer alması için ayrıca izne gerek bulunmaz, ağa giren bu özel gruptaki herkes mutabakat sürecine dahil olarak yeni veri girişi yapabilir. Başka bir anlatımla, okuma izni alanlardan sadece mutabakat uyumu için seçilmiş olanlar- izin verilenler yeni veri girme-yeni blok ekleme işlemi yapabilmektedir.

## 4.2 İzin Gerektirmeyen Kayıt Zincirleri

Kayıt zincirinde sisteme giriş, okuma ve ağda geçerli mutabakata uyarak mutabakata dahil olmak kaydıyla yeni bloklar oluşturmanın tamamen serbest olduğu ağlar izin gerektirmeyen-açık kayıt zinciri ağlarıdır. Mümkün olduğunca katılımcı sayısının artırılmasını amaçlayan yapısıyla tam ve kısmi izin gerektirmeyen kayıt zinciri ağları kamuya açık kayıt zinciri ağları olarak adlandırılmaktadır.

### 4.2.1 Tamamı izin gerektirmeyen kayıt zincirleri

Kayıt zinciri ağına girerek verileri görmek ve mutabakat yapısına uygun olarak yeni veri girişi yapmak için izin gerekli değilse bu tür ağlara “tamamı izin gerektirmeyen kayıt zinciri ağı” denilmektedir.

Kamuya açık kayıt zinciri işlemlerinde kayıt tutan herkes sisteme-dağıtık kayıt ağına veri girişi yapabilir, sisteme giren herkes girilen tüm kayıtlar hakkında aynı bilgilere sahip olur. Bitcoin vb. şifreli para işlemleri bu tür kamuya açık işlemler kapsamındaki uygulamalardır. Bu uygulamalar birbirini hiç tanımayan katılımcılar arasında yapılan işlemlerin düzenli yürütülmesini sağlamak için “iş kanıtı” (Proof of Work) yapılır. Ağa katılanlar, veri zincirini oluşturan blokların birer kopyasına sahiptir. Yeni veri-yeni blok girişi halinde, her katılımcı yeni blokların mutabakat koşullarına uygunluğunu kontrol eder. Bu yapıları nedeniyle izin gerektirmeyen ağlar en yaygın kullanılan kayıt zinciri ağı türüdür.

Açık kayıt zinciri ağları, kayıtların merkezi kurumlarda tutulduğu uygulamalara göre çok daha şeffaf bir yapıya sahiptir. Kayıt tutanlar izne bağlı kayıt zinciri türünde olduğu gibi kontrol edilir. Ağ kullanıcılarının tamamının kimlikleri açık değildir, gizli tutulur. Ancak kayıt tutanların kimliklerinin gizlenmesi halinde, kimlik yönetimi yapılması gerekir. Kayıt tutanlardan bazıları daha hızlı yeni blok oluşturarak ve zincirdeki işlem hacmini çoğunluk sayıdaki kayıt tutanlar aleyhine artırarak, büyük kazanç yaratabilecektir. Bu tür işlemler bir saldırı- “Sybil saldırı” olarak adlandırılır. Bu nedenle, sitemde kayıt tutanlara ilişkin “kimlik yönetimi” önem kazanır. Bitcoin, Ethereum ve Litecoin gibi belli başlı şifreli para kayıt zincirlerinde kimlik yönetimi için “işlem onayı” olarak bilinen kimlik belirleme yöntemi uygulanmaktadır.

Açık kayıt zinciri ağlarında bilgisayarda işlem yapmanın yüksek maliyet gerektirmesi nedeniyle oluşan olumsuzluklara karşın, sanal para işlemlerine katılımın teşviki amacıyla yeni blok ekleyenler ödül-sanal para kazanır. Bu ödül, zincire ilave edilecek her bir yeni blok karşılığında kayıt tutanlar genellikle para basma hakkı

(senyoraj) ve işlem ücreti elde edilmesi şeklinde gerçekleşir. Açık kayıt zinciri yapılarında bilginin yeni bir kayıt zincirine taşınabilir oluşu ve saldırı yapılmayan zincirlere geçiş imkanlarının varlığı ise bu sistemin avantajlı yanları olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4.2.2 Kısmen izin gerektirmeyen kayıt zincirleri**

Bir kayıt zinciri ağına girerek mevcut verileri okumak için izin gerekli olmayıp, ağın mutabakat kapsamına uygun işlem yaparak yeni veri girmek için izin almak gerekiyorsa, bu tür ağlar “kısmen izin gerektirmeyen” kayıt zinciri ağlarıdır.

Ağa katılım serbest olmakla birlikte, mevcut ağa yeni blok eklemek için seçici davranılmakta, yeni veri girişi koşullara bağlı olarak gerçekleşmekte, okuyucu sayısına göre daha sınırlı sayıdaki katılımcı mutabakat sürecine dahil edilmektedir.

#### **4.3 Özel Kayıt Zinciri**

Bu sistemde, kayıt ağında kayıtlı “bir kayıt tutucu” vardır ve sistemin işleyişinin izlenmesi ile kontrolü onun tarafından yerine getirilir. Sistemin kullanıcıları, işlemleri izlemek isteyen müşteriler veya tüm kayıtları görmek isteyen bir düzenleyici (regulator) gibi sadece okuyucu olan gruplardan oluşur. Kayıtları tutan kişi;

- kayıt ağının düzenlemesine ilişkin kuralları veya komisyon yapısını değiştirecek olursa veya
- gerçeğe aykırılık teşkil eden hileli işlemler yaparsa, gerekli görüldüğünde uygun bir şekilde cezalandırma yoluna gidilmesi dahil, kullanıcı tarafından tam olarak kontrol altında tutulur.

#### **5. Kayıt Zinciri Teknolojileri ve Ekonomik Faaliyetler**

Kayıt zinciri teknolojilerinin ilk ve en yaygın kullanım alanı olan “şifreli para yatırımı” yanında, bu teknolojilerin veri aktarım işlemi yapmaya uygun (tamper-proof) yapısı, yasal düzenlemeler çerçevesinde belirlenen otomatik ödemeler, para transferleri, evrak düzenleme ve belge yönetimi vb. işlemlerinde süreçlerin etkinliğini artırmaktadır. Kayıt zinciri sisteminin, akıllı sözleşmelerle gerçekleşen alım, satım-aktarım işleminin merkezi bir idarenin kontrolü olmaksızın, sözleşmeye katılan tarafların üzerinde anlaştıkları ortak kurallara göre ve taraflar arasındaki doğrudan mutabakatla yapılması, işlem süreçlerindeki etkinlik artışına olumlu katkı yapmaktadır. İşlem süreçleri sırasında öncelikle, veri aktarım işlemlerinde bürokratik aşamalar oluşturan üçüncü kişi-idare aracılığının ortadan kalkması sonucu, veri akışına ilişkin sözleşmelerin yürütülmesinde çalışan sayısının azalmasıyla zaman kazanımı ve işgücü maliyetlerinden tasarruf elde edilmektedir. Böylelikle, tek bir merkezi yapının düzenleme yetkisinden doğan tekelci düzenleme yapısı da ortadan kalkmış olmaktadır.

Maliyet avantajı yaratılarak elde edilen etkinlik ve işlevsellik, bu teknolojilerin

ekonomik faaliyetlerde artan ölçüde uygulama alanı bulmasını sağlamaktadır. Alım-satım konusu ticari faaliyetlerdeki toplam iş süreci maliyetlerinde sağlanan tasarruflar, kayıt zinciri teknolojilerine dayalı sözleşmelerin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Bunun yanında, kayıt zinciri yapısında işgücü maliyetleri ve finansal işlem maliyetlerindeki azalış sonucu sosyal ve ekonomik fayda artışı, sahtecilik ve maddi hatalarda ise azalış meydana gelmektedir.

Kayıt zinciri yapısında uçtan uca iletimle işlem süreci sonunda elde edilen pozitif yönlü kazanımları şöyle sıralayabiliriz;

- sürecin daha hızlı ve güvenli ilerlemesi,
- işlem adedi azalıp, işlem süreçleri sadeleştiği için bürokratik sürecin takibi, resmi izinler, mutabakat ve kontroller vb. gereksinimlerin azalması,
- sahtecilik yapılması halinde bunun tespiti ve önlenmesinin mümkün olması; kullanıcı, verisini başka bir kurum ile paylaştığında verinin doğruluğu kayıt zinciri sisteminden kontrol edilebilmesi,
- temel kimlik verileri dışında, kullanıcıya ait kişisel verilerin paylaşılması için bir ağ oluşturulması,
- bilgisayar ağında, işlemlerin kaydının tutulması, doğrulamasının yapılması.

Serbest piyasa ekonomisi koşullarında çalışan rekabetçi yapıdaki bir piyasaya yeni giriş yapmak isteyen bir üretici, piyasaya ancak daha yüksek bir kalite veya düşük fiyatla giriş yapabilecektir. Bunun geçerli olmaması halinde, yeni firmaların piyasaya girme olasılığı düşük kalacaktır. Çünkü tüketiciler piyasada geçmiş olan, denenmiş, kalitesi bilinen markalı ürünleri tercih edecektir. Kayıt zinciri teknolojileri uygulanmalarında, uygulamanın tarafı olan ağ kullanıcılarının-sözleşme taraflarının “piyasada bilinir-yerleşik olup olmadıkları hususu bir ön koşul olmaktan çıkmakta, hatta bazı durumlarda tamamen ortadan kalkmaktadır. Bu durum, kayıt zinciri teknolojilerinin, tarafların kimliklerinin saklı kalmasını sağlayan uygulama yapısından kaynaklanan ve piyasaya giriş serbestisi sağlayarak rekabetçi serbest piyasada sürdürülen ekonomik faaliyetlerin gelişimine yaptığı olumlu katkısı olarak değerlendirilmelidir.

KZ teknolojilerinin en yaygın kullanım alanı, kripto para borsalarındaki alım satım işlemlerinde karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında, KZ teknolojilerinin kripto paraların, metaverse ve NFT uygulamaları gibi yeni alanlarda “bir ekosistem çerçevesinde” kullanımına başlandığı gözlenmektedir. Web 3.0 olarak adlandırılan KZ teknolojilerinin uygulamalarının gelişiminde en önemli unsur olarak, bu teknolojilerin “güvenlik” protokollerinin iyileştirilmesi konusu ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında, sınırlı bir kullanıcı grubu ve kitlesine hitap etmek yerine, “tüm toplum katmanlarının erişimine açık” olması, bu teknolojilerin günlük yaşama giriş sürecinin hızlanmasında etkili olacağı anlaşılmaktadır.

Çalışmamızın bu kısmında kayıt zinciri teknolojilerinin ekonomik faaliyetlerde yaygın olarak kullanıldığı alanlar incelenmiştir.

## **5.1. Kayıt Zinciri Teknolojileri ve Kripto Varlıklar**

Kayıt zinciri altyapılarında işlem yapan çok sayıdaki yazılımcı bu platformların kullanıcısı olarak, altyapıların sahibi konumuna gelmektedir. Kayıt zinciri teknolojilerinin dijital platformlarda kullanımıyla, örneğin kripto varlık (token) yaratılması, bunların alım-satım işlemlerinin gerçekleşmesi ve bir değer olarak saklanması mümkün olmaktadır. (Usta, 2021) Bu teknolojiler, kripto paraların (cryptocurrency) finansal bir yatırım aracı olarak alım-satım yoluyla değerlendirilerek, yatırım piyasalarında farklı bir yatırım aracı olarak yer almasını sağlamıştır.

Kayıt zinciri teknolojilerinin kripto para olarak ilk kullanımı “Bitcoin” (2009) olmuştur. Bilgisayar yazılım programlarıyla oluşturulan ve satılan kripto para çeşitleri 2009 yılından itibaren, hızla artarak, büyük bir gelişme göstermiştir. Daha sonraki dönemde geliştirilen Ethereum altyapısı (2013), kayıt zinciri tabanlı bir teknoloji olarak, “kripto para birimi-Ether” ve “çok taraflı akıllı sözleşme” uygulamalarında kullanılmaktadır. Günümüzde, Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Mixcoin, Zerocoin gibi 20.000 dolayında kripto para ve varlıklar, 500'ün üzerindeki Kripto para borsasında KZ teknolojileri altyapısıyla piyasalarda alım-satım işlemlerine konu olmaktadır. (Blockchain Türkiye, 2021, 13-14, 18, ve BloombergHT 12.5.2022)

Kripto paraların “stabil-coin” olarak adlandırılan ve 1 Dolar = 1 Coin para şeklinde belirlenen değerlerle piyasadaki arzı iki farklı değerlendirme yöntemine dayandırılmıştır. Birinci olarak, bazı kripto paralar ABD Doları (Dolar) gibi gerçek fiziki bir değer karşılığı satışa sunulanlar, ikinci olarak, piyasa değeri Dolar vb. geleneksel yatırım araçları benzeri herhangi bir fiziki-maddi varlığa dayalı olmayan, sadece yazılım algoritmaları ile değer artışı, kaydi bir artış sağlayan, değeri pasif-gelirlere dayalı oluşturularak belirlenen kripto paralar.

Özellikle, bu ikinci tür kriptoların belirli bir maddi karşılığının olmayışı, belirsizlik yaratması nedeniyle finansal piyasa yatırımcıları ve bu piyasaların istikrarlı şekilde gelişimi açısından temel bir risk unsuru niteliğindedir. Belirsizliğin yarattığı bu riskler, parasal likiditenin daraldığı, ekonomik büyümenin gerilediği dönemlerde, bankacılık dışı finansal piyasalarda daha da belirginleşmektedir. Nitekim, ABD Merkez Bankasının (FED) Mayıs 2022 ayında enflasyonla mücadele kapsamında aldığı faiz artışı ve bilanço küçültme açıklaması sonrası, kripto para piyasalarında büyük oynaklıklar sonucu Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, gibi belli başlı kripto paralarda büyük değer kayıpları meydana gelmiştir.

Terra isimli kripto para kuruluşu tarafından, değeri 1 Dolara eşitlenerek satışa çıkarılan ve istenildiğinde Dolar olarak takas edilebilen “sabit coin-stable coin Terra USD-UST” yüzde 84 değer kaybederek, 20 cent düzeyine gerilemiştir. Algoritmik yazılımlara dayalı çıkarılan ve kripto piyasasında ilk 10 sırada yer alan Terra Luna Coin'in arzının artırılmasına karşın, gerekli alım talebiyle karşılık bulmayınca, Luna

fiyatı %99,9 düşerek, bir ay önceki piyasa değeri olan 120 Doların çok altına 1 Cent seviyelerine gerilemiştir. Bu durum kripto piyasasındaki güvensizliği artırmış, Bitcoin ve Ethereum gibi en büyük coinlerde kısa sürede %40-45 oranında değer kayıplarına yol açmıştır. (BloombergHT ve Dünya Gazetesi, 12-13.5.2022) Kripto piyasasında, düzenleyici ve denetleyici kurumsal bir yapının olmayışı, bu paralara karşın yatırımcı risklerini ortadan kaldırmak ve sisteme duyulan güveni artırmak için, dünya genelinde kapsam ve içerik olarak benzer nitelikteki düzenlemelerin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Kayıt zinciri teknolojileriyle oluşturulan “altyapılarda” farklı bankacılık hizmetlerine ilişkin işlemler yapılarak, çok sayıdaki banka müşterisinin bu altyapıları kullanımına imkân tanımaktadır. Özellikle, birden fazla bankayla çalışan müşteriler için bu altyapılar, zaman tasarrufu ve işlem kolaylığı gibi üstünlükler sağladığından, daha uygun işlem ortamları oluşturmaktadır. Bankalar verdikleri bankacılık hizmetlerini bu altyapılar üzerinden kullanıma açtıkça, klasik şube üzerinden veya banka-müşteri arasında yürütülen dijital bankacılık hizmetleri giderek azalacak, KZ teknolojileri tabanlı altyapıların kullanımı yaygınlaşacaktır. Bankaların bu altyapıları kullanımı müşteri kayıplarını önleyeceği için tercihin ötesinde bir zorunluluk olacaktır.

Kayıt zinciri teknolojilerinin kullanımında ve yaygınlaşmasında karşılaşılan başlıca eksiklik, yönetim ve idari yapılarla ilgili olarak dünya genelinde geçerli olacak, hukuki temellere dayalı yasal düzenlemelerin olmayışıdır. Örneğin, finansal sisteme yönelik olarak, kripto varlıklarından kaynaklanan risklerin kapsamlı biçimde düzenlendiği uluslararası standartların belirlenmemiş olması temel bir eksiklik olarak ortaya çıkmakta ve bu alanda düzenleme yapılmasına gereksinim bulunduğu kabul edilmektedir. Uluslararası Para Fonu (IMF), Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) ve Avrupa Merkez Bankası (ECB) gibi uluslararası kuruluşlar, kripto para birimlerine yönelik “kapsamlı, tutarlı ve koordineli” bir küresel politika oluşturulması gereği üzerinde durmaktadır. (Blockchain Türkiye Platformu, 12.12.2021)

Kripto piyasalarında işlem gören kripto paralar yanında, dijital oyunlarda ileri aşamalara geçilerek puan toplanması vb. işlemlerden elde edilen parasal getiriler yoluyla sağlanan kripto varlıklarla "bir ekonomik değer" yaratılmış olmaktadır.

## 5.2. Metaverse – Sanal Evren

İnternete bağlı bilgisayar, tablet, telefon gibi elektronik araçların ekranlarından ülke sınırlarını aşan iletişim, milyonlar ve milyarlar düzenindeki birey ve işletmeler arasında çok hızlı, zaman ve mekân unsuruna bağlı kalmaksızın sağlanabilmektedir. Metaverse uygulamaları, bu iletişim ve etkileşimi “çok sayıdaki katılımcının bir arada olduğu sanal ortamlara” taşımaktadır. Metaverse, internetten sonraki “teknolojik devrim-yeni nesil internet” olarak tanımlanmaktadır. (Can, 2021) Metaverse uygulamalarının zaman ve mekândan bağımsız uygulamaları mümkün kılmasının, ekonomik ve toplumsal yaşamda yeni bir iletişim ve ilişki biçimi dönemine girildiğini göstermektedir.

Metaverse alanındaki işlemler, internet ortamında Sanal Gerçeklik (Virtual Reality-VR), Artırılmış Gerçeklik Augmented Reality-AR), Karma Gerçeklik-Mixed Reality-MR gözlükleri kullanılarak, sanal içerik ve fiziki içeriklerin aynı zamanda etkileşimiyle yapılmaktadır. Bireyler, sanal ortamda, “Avatar” adı verilen ve o bireyi temsil eden “sanal-bedensel kişilikle” özdeşleştirilerek, dünyanın herhangi bir coğrafyasındaymış gibi başka sanal kişilerle de etkileşime geçebilmektedir. Kişiyi temsil eden Avatarlar aracılığıyla, arkasında “gerçek bireylerin” olduğu başka Avatarlarla farklı sanal mekanlarda “gerçek zamanlı” iletişimde bulunulabilmekte, bireysel veya toplu görüşmeler, konferans ve toplantılara katılım, alışveriş, gezi vb. etkinlikler yapılabilmektedir. Bunu mümkün kılan çeşitli Metaverse platformlarında yapılan sanal gezintilerle, bireysel avatarlar üzerinden fiziki mekanlarda yapılan satın alma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.

Metaverse uygulamalarının gelişimi için Avatarların, internet ortamında oluşturulacak “farklı altyapılara” giriş yapabilmesinin bir ön koşul olacağı açıktır. İnternet erişim hızı ve kapsama alanı genişliği, bireyler için internet protokol (IP) adreslerinin kullanılmasını gibi teknolojik altyapı imkanları, yeterli VR, AR gözlükleri kullanımı veya “yeni görüntü teknolojilerinin” geliştirilmesi, yaygınlaşması da bu konudaki temel gereklilikler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uluslararası düzeyde faaliyet gösteren, Microsoft, Facebook, Nvidia, Roblox, Epic Games, Snapchat, Apple gibi büyük teknoloji ve dijital ağ şirketlerinin Metaverse uygulamalarını geliştirme ve bu kapsamda kendi “sanal altyapılarını” kurma çalışmaları bulunmaktadır.(Can, Cem, 2021) Nitekim, 2021 yılında, Facebook, Instagram ve WhatsApp uygulamalarını “Meta” adı verilen bir şirket bünyesine dahil eden Facebook, bu uygulamaların Metaverse evreninde “Horizon” adıyla faaliyetlerini geliştirmek üzere “içerik üreticilerine yatırım” yapmaktadır. Facebook, Meta adını alarak, Metaverse dünyasına verdiği önemi ortaya koymuştur. Microsoft ve çok sayıdaki oyun şirketinin de Metaverse uygulamalarına geçiş çalışmaları bulunmaktadır. (Can, 2021)

Büyük sayılarla ifade edilen Facebook, Instagram, WhatsApp gibi sosyal medya alanları kullanıcılarının Metaverse uygulamasına geçişi, dijital alandaki reklamcılık başta olmak üzere, pazarlama, satış, alışveriş, oyun, eğlence, gezi, iş görüşmeleri ve toplantıları, dijital gayrimenkul alım satımı, finansal işlemler, canlı konser izleme, sanal sınıflarda eğitim, sağlık hizmetleri gibi etkinliklerin yapılmasını olanaklı kılacağından, Metaverse evreni büyük sayıda katılımcının yer aldığı yeni ve geniş bir iş hacmi oluşturacaktır. Bu çerçevede sanal ofislerin kurulması, finansal işlemlerin sanal ortamda banka binalarına gitmeden yürütülmesi ve Metaverse uygulamalarının buralardan yönetimi sağlanmaktadır. Sanal mağazalarda fiziki ve sanal satışların birleşmesi ve kripto paralarla satış yapılması ile bu mecralarda reklam sayfaları açılmasına başlanmıştır. Başka bir uygulamada, yeni model bir aracın bire bir aynısı metaverse alanında sanal olarak simülasyon yoluyla geliştirildikten sonra fiziki üretimine geçilmesiyle, doğrudan üretim sürecinde yaşanması olası kayıplar azaltılarak, imalat aşaması öncesinde aracın kalitesi ve performansında yaklaşık

yüzde 30 civarında bir iyileştirme-maliyet avantajı sağlanmıştır. (Ward, 2022) Buna göre, Metaverse altyapılarının kullanımıyla ekonomik faaliyetlerde etkinlik ve verimlilik artışı sağlanmasının mümkün olduğu görülmektedir.

Metaverse teknolojisi altyapısını oluşturan teknoloji şirketleri gelecekte, “fiziksel dünyadaki iktisadi ve sosyal” etkinlikleri “sanal dünyaya” taşıdıkları ölçüde dünya pazarlarında söz sahibi olacakları söylenebilir.

### 5.3 NFT- Nitelikli Fikri Tapu

KZ teknolojileri altyapısında tanımlanan “Token/Jeton”, genelde “sanal ortamdaki şifreli bir değeri” ifade eder ve bu altyapıda geçerli işlemler sonucu elde edilir. NFT (Non-Fungible Token), birey ve tüzel kişiliklere ait sanatsal veya maddi değeri olan varlıkların dijital/sanal ortamda korunması, satışı vb. yoluyla değerlendirilmesi, değerinin korunması amacıyla oluşturulan bir “değer saklama” yöntemi olarak geliştirilmiş ve Türkçe dilinde “Nitelikli Fikri Tapu” olarak tanımlanmıştır. NFT'ler bireylere ve kurumlara ait “özgün ve farklı” değerler olarak belirtilebilir. NFT'lere örnek olarak; dijital ortamda ve sosyal medya alanlarında yazılan hikâye, deneme, edebi, felsefi ve benzeri türden yazılar, resimler ve diğer sanat eserleri, tasarımlar, tweet'ler, fotoğraflar, forma, afiş vb. görseller, videolar belirtilebilir.

NFT'ler Metaverse gibi dijital ortamlardada “kripto para cinsinden parasal bir değer” karşılığında bulundurulmaktadır. NFT'lerin KZ teknolojileri altyapısında “kopyalanamaz ve şifreli” olarak saklanması bu varlıkların güvence altında tutulmasını sağlar. Bunun ötesinde, özel koleksiyonlar gibi bazı NFT'ler “sertifika” ile belgelendirilerek, bu değerlere ilişkin “sahiplik” konusu belgeye bağlı hale getirilir. NFT'lerin sanal ortamda kripto paralarla değerlendirilmesi ile bunların ticari bir işleme konu olması halinde, kripto para karşılığının reel para ile değişiminin Metaverse altyapısında gerçekleşmesi söz konusu olacaktır. (Ward, 2022) NFT'lere ilişkin yasal düzenlemelerin yapılmasıyla, NFT'lerin izinsiz kullanımı ve kopyalanması gibi girişimleri etkisiz kılacağından, bu varlıkların yaygın kullanımı artacaktır.

### 5.4 Diğer Sektörlerde KZ teknolojileri

Kayıt zinciri teknolojilerinin, merkeziyetsiz veri aktarımı, taraflar arasında akıllı sözleşmelerle sağlanan mutabakatlar yoluyla işlem süreçlerinde etkinlik sağlayan yapısı, bu teknolojilerin finans, sağlık, bilimsel araştırmalar, sanayi, ticaret, tedarik zinciri, kamusal alan (tapu sicil kayıtları vb.), ulaştırma ve lojistik sektörlerinde uygulama imkanını artırmaktadır. Benzer nedenlerle, kamu sektörlerindeki dijital kimlik ve pasaport düzenlemeleri, vergi ve sosyal güvenlik prim ödemeleri, seçim uygulamaları, enerji sektörlerinde ve güvenli iletişim sağlaması nedeniyle de askeri alanlarda da bu teknolojilerin kullanımının artmaya başladığı görülmektedir.

Kayıt zinciri yapısında ticarete konu olan bir malın sevkiyat aşamasından,

depolanması ve perakende satışlara kadar tüm aşamaları, alıcı ve satıcı tarafından gerçek zamanlı olarak izlenip, sürecin tamamı onaylanarak belgelenmesi sağlanmaktadır. Bunun yanında nakliye ve parasal aktarım işlemlerindeki belirsizlikler ve zaman kaybı önlenmektedir. Kayıt zinciri uygulamaları ile gerçekleştirilecek uluslararası ticaret konusu bir ürüne ait işlem sürecinde yer alan;

- kamu kurumları; bakanlıklar, vergi daireleri, gümrük idaresi, gümrük komisyoncusu
- bankalar,
- ihracatçı birlikleri, sanayi ve ticaret odaları
- yerel yönetimler,
- liman idaresi, gemi şirketi, lojistik firmaları
- bilgi teknolojileri sağlayıcıları

gibi işlem yapma yetkisi ve sorumluluğu bulunan çok sayıdaki farklı tüzel kişide dağıtık olan veri kayıtları, doğru, gerçek ve tüm taraflarca eş zamanlı olarak izlenebilmektedir. Akıllı sözleşmelerde belirlenen kurallara uygun olarak çalışan işlem sürecinde, ticari işlemlere aracılık yapan kişi ve kurumların tamamının “aynı ağda” ve eş zamanlı olarak yer alması sürecin etkinliğini artırmaktadır. (Cong ve He, 2018: 12-15, 26, Dilek, 2018: 12)

Kayıt zinciri teknolojileri ülkemizde, uçtan uca diye tanımlanan iş süreçlerinde, üretimden nihai tüketiciye kadar olan aşamaların izlenmesinde etkin olarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Finansal kuruluşlar tarafından bu teknolojiler kullanılarak, ihracat işlemlerine ilişkin ödeme ve parasal transferler, ürün sipariş başlangıcından, mal teslimine kadar geçen sürede hızlı ve güvenilir şekilde yapılabilmektedir. Enerji sektörüne ilişkin olarak; elektrik, petrol ve doğalgaz iletim ve şehir içi dağıtım, ticareti ile bunların finansmanı, şebeke veri yönetimi, kamu hizmet sağlama alanlarının işleyişi, faturalandırma ve ödeme süreçlerinde kayıt zinciri teknolojilerinin kullanılması çalışmaları bulunmaktadır. (Blockchain Türkiye, Kasım, 2021 ve Aralık, 2021)

### **5.5. Ekonomik Büyüme ve Kayıt Zinciri Teknolojileri**

Ekonomilerde, teorik yaklaşıma uygun olarak sermayenin marjinal hasılatındaki artışın bir üst sınırının bulunması ve düşük işgücü maliyet farklarından doğan rekabet gücünden yararlanmak üzere, sermaye yatırımlarının gelişmekte ülkelere yönelmesi sonucu dünya ölçeğinde üretim ve ticarete yapısal bir değişim yaşanmıştır. Bu süreçte, başta Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkeler dahil dünya pazarlarına sanayi ürünleri ihracat eder duruma gelmiştir. Klasik ve neoklasik büyüme teorilerinde sermaye ve işgücü faktör yoğunluklarına dayalı maliyet avantajının sağladığı bu rekabetçi ekonomik yapı, içsel büyüme teorilerinde (endogenous growth) ar-ge ve inovasyon sonucu elde edilen, “bilgi faktörü temelli,



patente dayalı teknolojik üstünlük” ile açıklanmıştır. (Kurtoğlu, 2019)

Günümüzde, dünya ölçeğinde dijital teknolojilerin kullanımının artışıyla ekonomik faaliyetlerin yapısı da değişime uğramaktadır. Bu teknolojilerin iktisadi faaliyetler üzerindeki etkileri, sanayi sektörü ile sınırlı olmayıp, ekonomik ve sosyal yaşamın her alanında belirgin biçimde görülmektedir. "Yazılım temelli" olan bu teknolojilerin, geleneksel büyüme modellerinde bahsi geçen "teknoloji" faktörü ve “ar-ge'ye dayalı bilginin ekonomik büyüme ve rekabet gücünün motoru olduğu” içsel büyüme modellerindeki bilgi faktörünün etkisinden nitelik ve nicelik olarak farklılık gösterdiği söylenebilir.

Kayıt zinciri ve diğer dijital teknolojilerin “üretim ilişkilerini etkileme süreci”, yazılım geliştirebilen çok sayıdaki girişimci tarafından kullanılması, kullanıcılar açısından elde edilecek "fayda" düzeyine bağlı olarak gelişecektir. Bu durum, bu teknolojilerin tekeli bir yapıda gelişimini sınırlayarak, rekabetçi teknolojiler niteliği taşımasını sağlamaktadır. Nitekim, kayıt zinciri teknolojileriyle üretilen kripto para işlemleri, kısa denilebilecek bir zaman sürecinde binlerle ifade edilecek sayıda farklı kripto para üretimine ve “kripto para piyasası” oluşumuna yol açmıştır. Benzer biçimde, kayıt zinciri teknolojisi altyapılarında geliştirilen "Metaverse" ve "NFT" uygulamalarının ekonomik faaliyetler kapsamındaki etkinliği ve gelişimi de yaygınlık kazanmaktadır. Bu uygulamalara herhangi bir mekân ve zamanda katılım sağlanarak işlem yapılabilir. Bu platformlarda yaratılan ekonomik değerler, kullanıcılar bakımında bir gelir teşkil ederken, bu değerlerin bankacılık kredi işlemlerinde "yasal teminat" olarak gösterilmesi de mümkün olabilecektir. Kayıt zinciri altyapılarında yaratılan bu "değerler" milli gelir hesapları açısından bir finansal getiri niteliğindedir. Buna göre, ekonomik büyüme teorileri açısından, yapay zekâ teknolojilerinde olduğu gibi,<sup>5</sup> kayıt zinciri teknolojileri de ekonomik büyüme açısından milli gelir artışına katkı yapan bir “üretim faktörü” niteliği kazanmaktadır.

Kayıt zinciri teknolojilerinin, verimlilik artışı yaratan işleyişi ve uygulandığı sektörlerdeki rekabet gücüne olumlu katkı sağlayan yapısıyla, iktisadi temellerdeki değişim sürecinin bir parçasını oluşturduğu görülmektedir. Bu nedenle, kayıt zinciri teknolojilerinin önümüzdeki dönemlerde ekonomik faaliyetler genelinde yaygınlaşmasını beklemek doğru bir yaklaşım olacaktır.

Kayıt zinciri, yapay zekâ, robotikler, bulut bilişim, nesnelerin interneti gibi dijital teknolojilerin, üretim süreçlerinde sermaye ve işgücü faktörleri gibi işlev görmesi, ekonomik büyüme literatüründe, gözlem, hipotez ve teorem oluşumu açısından incelenmesi gereken yeni bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

---

<sup>5</sup> Yapay zekâ teknolojilerinin makine öğrenmesi yoluyla sağladığı sorun belirleme, öneri geliştirme ve problem çözme işlevi" insan faktörü etkisi olmaksızın yerine getirilir. Bu yapısıyla yapay zekâ teknolojileri üretim sürecine katkı sağlayan bir "üretim faktörü" olarak işlev görür. (Kurtoğlu, 2021).

## **Sonuç**

Kayıt zinciri teknolojileri uygulamalarına konu olan veriler ve işlem süreçleri çok sayıdaki katılımcı tarafından izlenerek, denetlenmektedir. İşlemler, internet ağı üzerinden veri ve bilgi akışı/aktarımı yoluyla küresel düzeyde gerçekleşmektedir. Veri işleme süreci, dünya ölçeğindeki her türlü veriye erişimi içermekte olduğundan, veri değişiminin küresel ölçekte yapılması mümkün olmaktadır.

İki taraf arasında veri aktarımı işlemleri nedeniyle tutulan kayıtların “şifreli” olarak gerçekleştirilmesi ve başlangıçta belirlenen kurallara uygun olarak hazırlanan “sözleşmelere” işlerlik kazandırılması gibi hususlar, kayıt zinciri teknolojilerinin şeffaflık ve veri güvenliğini sağlayan temel unsurları olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurumsal belge saklama-doğrulama işlemlerinde güvenlik “şifreleme” ile açıklık ise “akıllı sözleşmelerle” sağlanmaktadır.

Bu işleyiş yöntemiyle güvenilirlik konusu, merkezi bir yönetimle yapılmış olan sözleşmelerden daha güçlü bir görüş birliğinin varlığına dayanmaktadır. Kayıt zinciri teknolojileriyle yaratılan veri tabanı sisteminde, katılımcıların her biri veri tabanındaki bilgilere erişim sağladığı gibi, veriler üzerinde düzenleme ve değişiklikler yapabilmektedir. Katılımcılar arasında sağlanan görüş birliği nedeniyle bu süreçte; mahkemeler, hükümetler, noterler gibi sözleşmeleri onaylayan-doğrulayan hiçbir merkezi yönetim biriminin-otoritesinin düzenleyici, denetleyici yetkisinin bulunmaması, başta finans sektörü olmak üzere tüm ekonomik sektörlerdeki veri aktarım süreçleri için önemli bir yenilik olarak ortaya çıkmıştır. İşlem yapanların mutabakatı olmadan süreçte veri ekleme ya da değişikliğin yapılamaması önemli bir özelliktir. Bir başka önemli özellik de kayıt zinciri veri tabanının dağıtık yapıda olmasıdır. Güvenlik ve şeffaflık açısından önemli olan bu özellik ile aynı anda, aynı verilerin binlerce hatta milyonlarca noktada uyumlu bir şekilde ve her kayıt noktasında şifrelenerek kaydedilmesi sağlanmaktadır.

Kayıt zinciri teknolojilerinin ekonomik faaliyetlerde kullanımıyla; parasal ve zaman tasarrufu, maliyet avantajı yaratılması sonucu işlem süreçlerinde etkinlik ve verimlilik artışı sağlanmaktadır. Bu da bu teknolojilerin yoğun rekabet ortamında sürdürülen iktisadi faaliyetlerde kullanımının yaygınlaşmasına temel oluşturmaktadır.

Kayıt zinciri teknolojileri ve endüstri 4.0 sürecini etkin kılacak diğer dijital teknolojilerin ekonomik faaliyetlerde kullanımının yaygınlaşmasının, geleneksel sermaye ve işgücü faktörüne dayalı rekabetçi ekonomik sistemde piyasada var olabilmenin koşullarını değiştireceği açıktır. Bu nedenle, kayıt zinciri teknolojileri ve dijital teknolojilerin gelişiminde, kamunun, kullanıcı ve düzenleyici olarak sürece gerekli ölçüde katılımı önem taşıyacaktır.

**Kaynakça**

- Abadi, Josep, Markus Brunnermeier (2018), "Blockchain economics", National Bureau of Economic Research Working Paper 25407, December.
- Berryhill, Jamie, Theo Bourgerly, Angela Hanson (2018), "Blockchains unchanined", Blockchain technology and its use in the public sector, OECD Working Papers on Public Governance No.28, OECD Publishing, Paris.
- Blockchain Türkiye Platformu (2019), "Dünyada blozkinciri regülasyonları ve uygulama örnekleri", Karşılaştırma Raporu, Editör Özlem Özkan, Türkiye Bilişim Vakfı, Şubat.
- Blockchain Türkiye Platformu (2021), "Tedarik Zincirleri ve Uluslararası Ticaret için Blok Zinciri", Nisan, www.blctr.org., Erişim:12.12.2021
- Blockchain Türkiye Platformu (2021), "Enerji Sektöründe Blozkinciri Gelişmeleri", Kasım, www.blctr.org., Erişim: 01.6.2022
- Blockchain Türkiye Platformu (2021), "Ülke Genelinde Uygulanabilir", Kasım, Enerji Sektörü Blockchain Kullanım Alanları, Avantajlar ve Riskler, Aralık, www.blctr.org., Erişim: 03.6.2022
- Bosu, Amiangshu, Anindya Iqbal, Rifat Shahriyar, Partha Chakroborty (2019), "Understanding the motivations, challenges and needs of blockchain software developers; A survey, Empirical Software Engineering manuscript, March, www.researchgate.net/publication/3028083789 Erişim; 15.4.2019.
- Catalin, Christian, Joshua S. Gans (2019), "Some Simple Economics of the Blockchain", National Bureau of Economic Research Working Paper 22952, Revised June 2019.
- Cong, Lin William, Zhiguo He (2018), Blockchain disruption and smart contracts, National Bureau of Economic Research Working Paper 24399, March.
- Dilek, Şerif (2018), "Blockchain teknolojisi ve Bitcoin", SETA-Siyasey, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, Analiz, Sayı 231, Şubat, İstanbul.
- Güven Vedat, Erkin Şahinöz (2018), Blozkincir Kripto Paralar Bitcoin – Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, 2. Baskı, Temmuz Kronik Kitap, İstanbul.
- Holden, Richard T. and Anup Malani (2019), "Can blockchain solve the hold-up problem in contracts?", National Bureau of Economic Research Working Paper 25833, May.
- Kurtoğlu, Yusuf (2019), Orta Gelir Tuzağından Çıkış, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kurtoğlu, Yusuf (2021), "Artificial Intelligence Technologies the Impact to Economic Growth the Global Economy and Future Professions", The Trade Wars of the USA, China, and the EU: The Global Economy in the Age of Populism, Ed. Altuğ Günar, <https://Rowman.com/Lexington>, July.

Nakamoto, Satoshi, 2008, Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org)

Narayanan, Arvind, Joseph Bonneau, Edward Felten (2016), Andrew Miller, Steven Goldfeder, "Bitcoin and Cryptocurrency Technologies", [www.princeton\\_bitcoin\\_book.pdf](http://www.princeton_bitcoin_book.pdf), February.

Usta, Ahmet, Serkan Doğan Tekin (2018) Blockchain 101, Güncellenmiş Versiyonu- v2, Bankalar arası Kart Merkezi, İstanbul.

Pon, Bruce (2016), "Why blockchain matters to big data", BigchainDB Database for the internet, Big Data Meetup London, November 03.

Yermack, David, 2017, Corporate governance and blockchains, Discussion paper, Review of Finance, V.21, Issue 1, March 01.

### **İnternet Kaynakları**

Can, Cem (2021, <https://www.bilimkurgukulubu.com/genel/bilim-teknoloji/internetten-sonraki-teknolojik-devrim-metaverse/>, 13.9.2021, Erişim: 19.01.2022

BloombergHT (2022), "Kripto piyasasının gündemindeki sabitkoin çakıldı", Kripto piyasasının dikkat kesildiği Tether'den açıklama var". <https://www.bloomberght.com/kripto-piyasasinin-dikkat-kesildigi-tether-den-aciklama-var-2306268>,

Dünya gazetesi 2022, "Kripto piyasasında TerraUSD depremi",

<https://www.dunya.com/finans/kripto-para/kripto-piyasasinda-terrausd-depremi-haberi-657522>

<https://www.dunya.com/kose-yazisi/kripto-paralarda-turbulans-surer-mi/657657/Şeref Oğuz>.

<https://www.dunya.com/sectorler/teknoloji/5-maddede-metaverse-gercegi-haberi-657695> Erişim: 11-13.5.2022.

Mastering Bitcoin, <http://blockchain.berkeley.edu> Erişim:27.02.2019

Usta, Ahmet (2021), "Kripto Varlıkların ve Blockchain'in Geleceği Nreye Gidiyor", BTCHaber TV, 29.11.2021, [www.btc.org](http://www.btc.org), Erişim: 07.12.2021.

Ward, Richard (2022), Innovative and practical applications of the metaverse, McKinsey Digital, March 29/Podcast. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights>. Erişim: 26.4.2022

<https://bctr.org/duzenlemeler-blockchain-sistemlerine-guven-tazeleyebilir-mi-7924/>

<http://blockchain.cs.hacettepe.edu.tr> (Adnan Özsoy) Erişim: 19.02.2019

<http://www.turkishtimedergi.com/dijital-ekonomi/blockchain-bir-guven-makinesidir-iskalanmamali> Erişim: 25.01.2019

<https://www.linkedin.com/pulse/blozincir-ve-%C3%B6tesi-da%C4%9F%C4%B1t%C4%B1k-kay%C4%B1t-teknolojisi-dkt-faruk-%C5%9Fen/Faruk-%C5%9Fen> (2019), “Blozincir ve Ötesi: Dđıtık Kayıt Teknolojileri (DKT)”, 23.4.2019. Erişim: 16.9.2022