

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK
VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü



ANKARA
AĞUSTOS, 2022



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ

Adı Soyadı	Unvanı	Kurumu	İmza
Fatih Sinan ESEN (Başkan)	Dr. Bilimsel Programlar Başuzmanı	TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı	
Levent TÜRKER (Raportör)	Dr. Mühendis	Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü	
Elif TANGAL (Raportör)	Uzman	Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı	
Emre GÖKKAYA (Raportör)	Mühendis	Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü	
Vural ÇELİK (Üye)	Birim Müdürü	Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Başkanlığı	
Ali Osman ÇIBIKDİKEN (Üye)	Dr. Öğretim Üyesi	KTO Karatay Üniversitesi	
Anıl KOÇ (Üye)	Bilimsel Araştırma Proje Uzmanı	ODTÜ Tasarım Fabrikası	
Aras ÖZKAN (Üye)	Avukat	Türkiye Barolar Birliği	
Duygu SARAÇOĞLU (Üye)	Dr. Bilimsel Programlar Başuzmanı	TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı	
Hüseyin ERGUN (Üye)	Dr. Öğretim Üyesi	KTO Karatay Üniversitesi	
Oğuz Evren KILIÇ (Üye)	Avukat	Türkiye Barolar Birliği	
Taner DURSUN (Üye)	Dr. Kıdemli Başuzman Araştırmacı	TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM)	



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

ÖNSÖZ

Önsöz yazmaya buradan başlayabilirsiniz. Önsöz, Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto büyüklüğünde, iki yana yaslı ve 1.5 satır aralığında yazılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: En az üç, en fazla beş anahtar sözcük yazılmalıdır.





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

YÖNETİCİ ÖZETİ

Yönetici Özetini yazmaya buradan başlayabilirsiniz. Yönetici Özeti, Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto büyüklüğünde, iki yana yaslı ve 1.5 satır aralığında yazılmalıdır.





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÇALIŞMA HEYETİ ÜYELERİ.....	2
ÖNSÖZ.....	3
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	4
İÇİNDEKİLER.....	5
TABLolar DİZİNİ.....	7
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	8
KISALTMALAR/SİMGELER.....	9
TANIMLAR.....	10
1. GİRİŞ.....	11
1.1. Amaç.....	11
1.2. Önem.....	12
1.3. Sınırlılıklar.....	12
2. GENEL BİLGİLER.....	12
2.1. Blokzincir Nedir?.....	14
2.2. Blokzincir Ağının Temel Bileşenleri.....	16
2.3. Blokzincir Türleri.....	16
2.4. GeoBlokzincir Nedir?.....	18
2.5. Metaverse Nedir?.....	19
3. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER.....	21
3.1. Blokzincir Teknolojilerinin Gelişimi.....	25
3.2. Nitelikli Fikri Tapu (NFT).....	45
3.3. DAO (Merkeziyetsiz Otonom Örgütler).....	46
3.4. Akıllı Sözleşmeler.....	46
3.5. Dijital İkizler.....	52
3.6. İnternetin Gelişimi.....	57
4. METAVERSE GELİŞMELERİ.....	58
4.1. Kripto Metaverse ve İlişkili Blokzincir Teknolojileri.....	59
5. GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ.....	62
5.1. Sanal Gerçeklik.....	63
5.2. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality- AR).....	64
5.3. Karma Gerçeklik (Mixed Reality MR).....	65
6. CBS VE BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI KONUSUNDAKİ GELİŞMELER.....	65
6.1. Şehircilikte GIS ve Blokzincir Teknolojisi Birlikte Kullanımı.....	67
6.2. Metaverse ve GIS kullanımları.....	68
6.3. Diğer CBS İlişkili Uygulamalar.....	69



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU	Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi
------	-------------------------------------

7.	SOSYAL, BEŞERİ BİLİMLER ve ETİK KONUSUNDA GELİŞMELER	69
8.	HUKUKİ DURUM VE MEVZUAT	79
9.	SEKTÖREL UYGULAMA VE İŞ MODELİ ÖRNEKLERİ	88
9.1.	Akıllı Sözleşmeler	90
9.2.	Finans.....	90
9.3.	Enerji.....	91
9.4.	Kamu Sektörü	91
9.5.	Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi.....	92
9.6.	Nesnelerin İnterneti (IoT).....	93
9.7.	Sağlık	94
9.8.	Arazi Yönetiminde Mevcut Uygulamalar	94
9.9.	Metaverse'de Emlak Sektöründe Gayrimenkul Alımına İlişkin Örnek	101
10.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	102
10.1.	Yasal Düzenleme Önerileri.....	103
10.2.	Diğer Öneriler.....	109
KAYNAKÇA		114
EKLER		119
EK 1. Çalışma Takvimi		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EK 2. Toplantı Tutanakları		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

TABLolar DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Tablo 1 - Blokzincir Teknolojilerinin Metaverse Alanındaki Katkıları 60

Tablo 2 - ABD’de Eyaletlerde Blokzincir ile İlgili Yürürlüğe Girmiş Olan Düzenlemeler
..... 81





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokszincir ve Metaverse Teknolojisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1 - Metaverse'ün Gelişim Evreleri (Deloitte, 2022).....	22
Şekil 2 - Dünya Ekonomik Forumu Stratejik İstihbarat Metaverse Haritalaması (WEF, 2022).....	23
Şekil 3 - Blokszincir Çözümlerine Yapılan Küresel Yatırımlar	25
Şekil 4 - Blokszincir'in Küresel Çapta Kullanım Alanları, 2021 (Deloitte, 2022)	31
Şekil 5 - Akıllı Kontratların Yaşam Döngüsü (Gec vd., 2018).....	49
Şekil 6 - Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik.....	62
Şekil 7 - Artırılmış, Sanal ve Karma Gerçeklik Teknoloji İlişkileri	63
Şekil 8 - Dağıtık CBS Teknolojilerin Gelişimi (Deloitte, 2022).....	66
Şekil 9 - Metaverse'e Yatırım Yapan Önde Gelen İş Sektörleri (Statista, 2022b).....	89
Şekil 10 - Blokszincir Tabanlı Arazi Yönetimi Bilgi Sistemi	111



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

KISALTMALAR/SİMGELER

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

TANIMLAR

Coğrafi Bilgi Sistemi	Her türlü coğrafi verinin; üretilmesi, temini, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi, paylaşılması, sunulması ve güncel tutulması için gerekli olan donanım, yazılım, insan kaynağı, standartlar ve yöntemler bütünü.
Sorumlu kurum	Coğrafi veri sorumluluk matrisinde yer alan coğrafi veri temasının üretim, uyumlaştırma, güncelleme, güvenlik ve paylaşımından sorumlu olan ve ilgili temaya ait veriyi üreten diğer kamu kurum ve kuruluşlarıyla gerekli koordinasyonu sağlayan kamu kurum ve kuruluşu.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

1. GİRİŞ

18. ve 19. yüzyıllarda Avrupa’da makineleşme ve buhar gücüyle başlayan endüstri devrimi, günümüz dünyasında hızla gelişen ve gelişmekte olan Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT) ile birlikte Endüstri 1.0’dan Endüstri 4.0’a evrilmiştir. Endüstri 4.0 yapay zekâ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, bulut teknolojisi, büyük veri ve analitiği, makine öğrenmesi vb. sayısız teknolojiyi içeren çok geniş kapsamlı bir terimdir. Günümüz dünyasını şekillendiren bu teknolojiler hem ülkemizde hem de dünyada dijital çağı başlatmıştır. Dünya genelinde Bilgi Teknolojileri (BT) alanında yaşanan yıkıcı değişiklikler ve hızlı gelişmeler “metaverse” ve “blok zincir” gibi teknolojileri ortaya çıkarmıştır. Metaverse ve blok zincir teknolojileri internetin icadından sonra gelen en yıkıcı yeniliklerdendir. Son zamanlarda oldukça trend olan ve gelişmekte olan bu teknolojiler, birçok ülkenin, kamu ve özel sektör kuruluşlarının, üniversitelerin ve uluslararası şirketlerin çalışma alanları içerisinde yer almıştır.

1.1.Amaç

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından gelişen teknolojiler içerisinde “Blokzincir” ve “Metaverse” teknolojilerine yönelik inceleme ve araştırmanın yapılması planlanmaktadır. Bu kapsamda, bu teknolojilere yönelik olarak ülkemizdeki ve dünyadaki mevcut durumun tespiti, teknolojik gelişmelerin takip edilmesi, sektörel uygulama ve iş modeli örneklerinin tespit edilmesi, sosyal, beşeri, hukuk ve etik konusundaki gelişmelerin neler olduğu, toplumsal farkındalık ve hazırbulunuşluğun ne aşamada olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Tüm bu çalışmaların akabinde, ülkemizde “Blokzincir” ve “Metaverse” teknolojilerinin uygulanmasına ve kamu sektörü, özel sektör, akademisyenler, öğrenciler, girişimciler ve vatandaşların bu teknolojilerden en iyi şekilde faydalanmasına yönelik değerlendirme ve önerilerin sunulması hedeflenmektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı CBS Genel Müdürlüğü tarafından farklı kurum ve kuruluşların katılımlarıyla oluşturulan “Blokzincir ve



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Metaverse Çalışma Heyeti” nin çalışmaları neticesinde oluşturulan bu rapor, “Blokzincir” ve “Metaverse” teknolojilerinin kapsamlı bir şekilde ele alınması ve “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)” özelinde bu iki teknolojinin değerlendirilmesiyle oluşturulmuştur.

1.2.Önem

Ülkemizin dijital dönüşüm yolculuğunda yeni teknolojileri takip etmesi, bu teknolojilere öncülük etmesi, bu teknolojileri uygulaması ve bu teknolojileri kullanarak yerli ve milli ürünler geliştirmesi oldukça önem arz etmektedir. “Blokzincir” ve “Metaverse” teknolojilerinin ülkemizde farkındalığının artırılması, bu teknolojilerin getirdiği köklü değişikliklere uyum sağlanması, bu teknolojilerin beslediği küresel ölçekte yaşanmakta olan dönüşümden faydalanması ve bu dönüşüme katkı sağlaması önemlidir.

1.3.Sınırlılıklar

“Blokzincir” ve “Metaverse” teknolojileri oldukça yeni ve çok hızlı gelişen teknolojilerdir. Yakın gelecekte her iki teknoloji birçok alanda uygulanmaya başlayacaktır. Ancak, günümüzde bu teknolojiler ile ilgili bilgisi olmayan ya da yeni farkındalık oluşturan birçok ülke bulunmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Dijital teknolojilerdeki gelişim ve bilgisayar, akıllı telefonların yaygınlaşması ile birlikte internetin ulaşım, sağlık, eğitim, ekonomi gibi birçok alanda kullanılması insan hayatında köklü değişikliklere neden olmuştur. İnternetin yeniçağı olarak adlandırılan internet 4.0, otonom araçlar, dijital paralar, NFT, akıllı sözleşmeler, blok zincir, metaverse, yapay zekâ, giyilebilir teknolojiler günümüzde insan hayatını yakından ilgilendiren dijital teknolojilerin başında gelmektedir. Blokzincir ve metaverse



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

teknolojilerinin kullanımının önümüzdeki birkaç yıl içinde önemli ölçüde artması beklenmektedir.

İnternet üzerinden yapılan elektronik ödemelerin ve e-ticaretin hızlı bir şekilde yaygınlaşması ile birlikte alıcı ve satıcı dışındaki üçüncü bir taraf olan finansal kurumlar önem kazanmaya başlamıştır. Finansal kurumların sistemleri çok iyi çalışmasının yanı sıra güvenlik ile ilgili zayıflıklara sahiptir (Nakamoto, 2008). 2008 küresel kriz sonrası, bir merkezi sisteme bağlı olmadan çalışabilen (merkezsizleştirilmiş) ve üçüncül müdahalelere karşı korumalı bir otorite tarafından yönetilmeyen, birbirine güven içerisinde tarafların kullanabileceği bitcoin kripto para sistemi ortaya çıkmıştır ve blok zincir 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından kavramsallaştırılmıştır. Dijital paraların hızlı bir şekilde artması ve çeşitlenmesi ile birlikte, dijital paraların teknolojik altyapısını sağlayan blok zincir teknolojisi kripto para dışındaki alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Kripto paralar ile birlikte popüler hale gelen blok zincir teknolojisi sadece kripto paralara özgü değildir. Blokzincir, dağıtık, şeffaf, değiştirilemez ve güvenli veri yapıları sağlayan teknolojiler bütünüdür. Üzerindeki işlem bilgileri; değişmez kayıtlar olarak ağdaki paydaşlar tarafından doğrulanır, kaydedilir ve paylaşılır (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2022). Blokzincir teknolojisi güvenli, hızlı ve şeffaf olmasından dolayı bankacılık ve finans, ödeme sistemleri, hisse senetleri ve borsalar, dijital kimlik, tedarik zinciri yönetimi vb. birçok alanda uygulanmaktadır.

Blokzincir altyapısı, metaverse teknolojisinin de hızlı bir şekilde gelişmesine olanak sağlamıştır. Fiziksel ve dijital dünyayı birleştiren metaverse, sanal evren olarak Türkçeye çevrilmektedir. Arttırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik cihazları gibi internete bağlanabilen cihazlarla 3B sanal evrende insanlar kendilerine ait avatarlar ile alışveriş yapabilecek, eğitim alabilecek, konsere katılabilecek, oyun oynayabilecek, toplantıya katılabilecektir. Pandemi döneminde tüm dünyanın eve kapanması, birçok şirketin uzaktan çalışma sistemine geçmesi ile birlikte birçok insan kısmen de olsa metaverse evrenini önceden deneyimledi. İnternetin geleceği olarak adlandırılan metaverse Facebook, Microsoft, Roblox ve Epic gibi şirketler büyük yatırım planlarıyla daha da önem kazandı. Gartner'a göre 2026 yılına kadar insanların %25'inin iş, alışveriş, eğitim, sosyal medya veya eğlence için Metaverse' de günde en az bir saat geçireceği tahmin



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

edilmektedir (Gartner, 2022). Karayipler’de bağımsız ada ülkesi Barbados, metaverse’te büyükelçilik açma kararı alarak sanal gerçeklik platformu Decentraland¹ ile sözleşme yaptı (TRTHABER, 2022). Samsung en ünlü mağazasını metaverse taşımıştır. Samsung, metaverse’de 837 isimli mağazasını açmak için Decentraland ile anlaşma yapmıştır (BTC Haber, 2022). Metaverse teknolojisi, hem finansal hem de ekonomik işlemlerin gerçekleştirilebileceği bir evren olarak geliştirilmektedir. Bitcoin ve Ethereum gibi kripto para birimleri ve çeşitli blokzincir teknolojileri sanal platformlarda kullanılmaktadır. Metaverse’de bir ürün veya hizmet almak ve bedelini kripto para birimleri ile ödeyebilmek mümkündür. Oldukça yeni bir teknoloji olmasına rağmen, metaverse birçok arsa satılmıştır. (Bostancı ve Uncu, 2021).

Metaverse yeni bir alandır ve blok zincir ile birlikte birçok teknolojiyi etkileyecektir. Son zamanların önemli teknolojilerinden olan bu teknolojileri bilmek, uygulamak ve bu teknolojilerin kullanım alanlarını geliştirmek oldukça önemlidir.

2.1.Blokzincir Nedir?

Blokzincir ilk olarak Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan bitcoin kripto para birimi için matematiksel temelleri ortaya koyan “Bitcoin: Eşten-eşe Elektronik Nakit Ödeme Sistemi” adlı makalesinde ortaya çıkmıştır. Blokzincir teknolojisi sadece tüm kripto para birimlerinin temelinde değil, geleneksel finans endüstrisinde de geniş bir uygulama alanı bulmuştur. (Pierro, 2017).

Blokzincir en genel anlamıyla bir ağdaki işlemlerin kaydedilmesi ve somut (ev, nakit vb.) veya soyut (patent, marka vb.) varlıkların takip edilmesi sürecini kolaylaştıran, paylaşılan ve üzerinde değişiklik yapılamayan büyük defterdir (ledger) (IBM, 2022). Dağıtık hesap defteri (distributed ledger) adıyla da kullanılan blok zincir, temel olarak birden fazla paydaşın kendi aralarında anlaşmaya vararak, işlemleri farklı veri tabanları üzerinde kaydederek değiştirilememesini garanti altına aldıkları bir veri saklama yaklaşımı olarak nitelendirilebilir. Yani, ekosistem içerisinde gerçekleştirilen bir işlem

¹ Decentraland, metaverse evreninin bulunduğu, Ethereum blokzincir tarafından desteklenen çok oyunculu bir 3D sanal gerçeklik platformudur.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

yetkisi olan paydaşların onayına tabi olup, merkez, olmayan bir yapıda işlem bilgisi tüm paydaşlarda kayıt altına alınmakta ve sistem içerisinde gerçekleştirilen her işlem bir önceki işleme bağlı tutulmaktadır (Deloitte, 2018). Gartner' a göre ise; "Blokzincir, katılımcılar arasında işlemleri kaydeden, dağıtılmış salt okunur bir defterdir". Blokzincir, işlemleri ya da dijital etkileşimleri kaydetmek ve şeffaflık, verimlilik ve güvenlik için tasarlanmıştır (Gartner, 2021).

Blokzincirde, veriler merkezi bir sunucu yerine tüm bilgisayar ağlarına dağıtılmaktadır. Blokzincirdeki tüm veriler özel olarak şifrelenir ve bloklar üzerindeki tüm işlemler, herkes tarafından görüntülenebilir. Gerçekleştirilen işlemlerde üçüncü bir tarafa ihtiyaç kalmaz. Blokzincir teknolojisi açık kaynak kodlu olarak çalışır. Blokzincirindeki kullanıcılar anonimdir ve tüm işlemler herkese açıktır (Ünal ve Uluyol, 2020).

Blokzincir teknolojisi, merkeziyetçi güven yapısını dağıtarak merkezi olmayan şifreleme yöntemiyle günümüzde oldukça popüler olmuştur. Bu teknoloji üzerinde gerçekleştirilen her işlem, blok adı verilen yapılarda kayıtlı tutulur. Her blok, kendisinden önceki ve sonraki bloklara kriptografik özet algoritması ile bağlanarak, şifreleme protokolleriyle şifrelenir ve blokzincir ağında saklanır. Veriler blok zincirine işlendikten sonra hiçbir şekilde değiştirilemez. Blokzincir üzerinde gerçekleştirilen tüm bu işlemler kullanıcıların ve verilerin güvenliğini sağlar (TÜBİTAK, 2022).

Blokzincir teknolojisi hem güvenli olması hem de şeffaflık sağlanmasından dolayı, birçok sektörde geniş uygulama alanına sahiptir. Bankacılık, hisse senetleri ve borsalar, bulut bilişim ve güvenli bulut depolama, e-Noter, e-Ticaret ve ödemeler, fintech, sahiplik belirten işlemler (tapu işlemleri, araç alım/satımı, vb.), değerli belgelerin yaratılması ve saklanması vb. birçok alanda blok zincir teknoloji kullanılmaktadır (TÜBİTAK BİLGEM UEKAE Blokzincir Araştırma Laboratuvarı, 2022).

Blokzincirde daha önce de bahsedildiği üzere; ev, araba, nakit, arazi gibi somut ve patent, telif hakkı, marka gibi soyut varlıklar kayıt edilebilir. Bu varlıklar blokzincir ağı üzerinde izlenebilir ve üzerinde işlem yapılabilir. Bu varlıklar üzerindeki işlemleri kolay bir hızlı bir şekilde gerçekleştirmek için bir dizi kural içeren ve otomatik olarak yürütülen akıllı sözleşmeler kullanılabilir. Örnek olarak; akıllı sözleşmeler kurumsal



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

tahvil aktarımlarına ait koşulları tanımlayabilir, seyahat sigortasına ait koşulları ve satış sözleşmelerini içerebilir (Ünal ve Uluyol, 2020).

Blokzincir ağının 3 temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar:

2.2.Blokzincir Ağının Temel Bileşenleri

- 1. Madenciler (Miner):** Blokzincir işlemlerini doğrulayan ve doğrulama işlemi karşılığında ödül olarak kripto para alan kişiler madenci olarak adlandırılır. Madenciler, zincirdeki karmaşık matematik problemlerini özel donanımlara sahip cihazlarla çözmeye çalışır ve böylelikle blokzincir teknolojisinin sürdürülebilir olması sağlanır.
- 2. Blok (Block) :** Blokzincir üzerinde önceden gerçekleşmiş işlemlerin kontrol edilmesi ile yeni işlemlerin doğrulanması ve değişmez kayıt olarak saklanmasına olanak sağlayan veri yapısıdır. Bloklar, güvenliği sağlamak için her yeni işlemde birbirleri ile ilişkilendirilirler.
- 3. Düğüm (Node):** Blokzincir ağında belirlenmiş işlevleri yerine getiren bilgisayarlardır. Ağın varlığını güvence altına alacak şekilde blok zincir defterinin kopyalarını tutma ve dağıtma işlemlerini yaparlar (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2022). Blokzincir ağına yeni bir düğüm eklendiğinde, mevcut durumda zincirde bulunan tüm blokların bir kopyasını indirir. Herhangi bir düğüm, eklendikten sonra herhangi bir bloğun değişip değişmediğini hızlı bir şekilde belirleyebilir. İki çeşit blokzincir düğümü vardır:
 - **Tam Düğümler:** Blokzincirinin tam bir kopyasını saklar.
 - **Hafif Düğümler:** Sadece en son blokları depolar ve kullanıcı ihtiyaç duyduğunda eski blokları isteyebilir (Oracle, 2022).

2.3.Blokzincir Türleri



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Genel Blokzinciri:** Blokzincir ağındaki tüm verilerin herkese açık olduğu, katılım için izin gerektirmeyen ve herkesin katılabileceği blok zincirlerdir (BtcTurk, 2022). Akıllı sözleşmelerin kullanılmasını sağlayan geliştiricilerin dağıtılmış uygulamaları yayınlamasına olanak tanıyan platform ve programlama dili sağlayan Ethereum bu yapıya örnek olarak gösterilebilir. Bu yapının temel dezavantajları, çok fazla bilgi işlem gücü gerektirmesi ve işlemler için çok az ya da hiç gizlilik olmamasıdır (Mukhopadhyay, ve diğerleri, 2016).
- Özel Blokzinciri:** Blokzincir ağına katılım izni merkezi bir otorite tarafından karar verilen ve bu otorite tarafından yönetilen blok zincirlerdir (BtcTurk, 2022). Özel blok zincirleri güvenlik duvarının arkasında çalıştırılabilir veya kurum içinde lokal olarak kullanılabilir. Bu sisteme örnek olarak, Eris Industries isimli blok zincir teknolojisini kullanarak paylaşılan yazılım veritabanı sağlayıcısı ve Multichain isimli finansal işlemler için açık kaynaklı dağıtılmış veritabanı sağlayıcısı verilebilir (Mukhopadhyay, ve diğerleri, 2016).
- Konsorsiyum Blokzinciri:** Blokzincir ağına katılmak isteyenlerin belirli şartlara tabii olduğu, izin veya davet alma, şartları yerine getirme gibi prosedürlerin işletildiği blok zincirlerdir (BtcTurk, 2022). Bu blok zincirindeki veriler açık ya da özel olabilir. Konsorsiyum bir blok zincirinde okuma ve yazma kabiliyeti belirli sayıda düğüme genişletilebilir. Bu durum, bir araya gelerek birbiriyle iş birliği yaparak farklı modeller geliştirmeye çalışan kurum veya kuruluşlar tarafından kullanılabilir. IBM firmasının Hyperledger projesi bu zincir türünün en yaygın örneğidir (Mukhopadhyay, ve diğerleri, 2016).

Akıllı sözleşmeler geliştirme sürecine Turing-complete programlama dillerinin eklenmesiyle birlikte blok zincir teknolojisi kullanım alanı kripto paralardan biriminden diğer alanlarda da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu sürece “Blokzincir 2.0” ismi verilmektedir (Sladic, Milosavljevic, Nikolic, Sladic, ve Radulovic, 2021). Blokzincirin



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

farklı alanlarda kullanılmaya başlaması GeoBlokzincir kavramını da gündeme getirmiştir. “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)” özelinde blok zincir teknolojinin bu kullanım alanına yönelik bilgiler “GeoBlokzincir Nedir?” başlığı altında verilmektedir.

2.4. GeoBlokzincir Nedir?

Blokzincirde konum bilgilerinin de saklanması ile birlikte blok zincirin kullanım alanı genişlemiştir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada Ethereum blokzincir üzerinde güvenli ve merkezi olmayan geospacial verinin entegre edilmesi için Future of Proof of Location (FOAM) protokolü önerilmiştir (King, Zavyalova, ve Josefsson, 2022). FOAM protokolünün temel amacı akıllı sözleşmeler için konum katmanı oluşturarak doğrulanabilir fiziksel adreslere bağlı uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlamaktır. Bu protokol ile standard blokzincirlerinde yer almayan uzamsal (spatial) bağlamı temin edilmektedir.

Blokzincir teknolojisinin arazi yönetiminde uygulanabilirliğini analiz etmek farklı ülkeler kendine özgü kapsamlara sahip pilot projeler başlatmıştır. Bahse konu projeleri olan ülkeler arasında Brezilya, Dubai/BAE, Gürcistan, Hindistan, Kenya, Gana, Ukrayna, İsveç ve Honduras yer almaktadır (Anand, McKibbin, ve Pichel, 2017).

Seçili ülkelere göre arazi yönetimi için blok zincir teknolojisinin kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

- Dubai/BAE taşınmaz işlemlerini depolamak için blok zincir teknolojisini kullanmaktadır.
- Brezilya arazi ile ilgili belgeleri kaydetmek için halka açık blok zincir kullanımına geçmiştir.
- İsveç taşınmaz üzerinde var olan işlemlere ait süreçleri kaydetmek için blok zincir kullanmaktadır. Fizibilite amaçlı yapılan bir çalışmada taşınmaz sahipliğinin taraflar arasında aktarılması esnasında gerekli olan bürokratik işlemler için geçen süreden önemli ölçüde tasarruf edildiği, işlem hatalarının ve dolandırıcılık riskinin azaldığı tespit edilmiştir. kaynak (levent bey 11 numaralı)



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Gürcistan taşınmaz bilgilerini saklamak için merkezi bir veritabanı yerine blokzincir kayıt defteri kullanımına geçmiştir.

Yukarıda belirtilen ülkelerde yapılan uygulamaların hiçbirinde taşınmaz sahipliğinin araçlar (Noter, Tapu Müdürlüğü, vb.) olmadan aktarıldığı örnek yoktur (Sladic, Milosavljevic, Nikolic, Sladic, ve Radulovic, 2021)

Ülkemizde de Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün (TKGM) sisteme dâhil olmadığı bir geoblokzinciri modeli düşünülmesi güvenlik açısından önemli sorunlara yol açacaktır. TKGM'nin içerisinde olmadığı bir blokzincir ağında tapu sicilinin resmi sicil olma özelliği ortadan kalkacaktır. Blokzincir tabanlı tapu sicilinin tutulmasında devletin etkin bir şekilde rol oynaması kaçınılmazdır. Fakat, devletin dâhil olduğu blokzincir ağında tapu sicilinin tutulması bakımından bazı sorunların meydana gelmesi mümkündür. Örnek olarak; tapu kayıtlarının blokzincir veritabanına aktarılırken yanlışlık yapılması olasılık dâhilindedir. Bu durumda, tapu sicilindeki kayıt gerçek hak durumunu yansıtmayacaktır. Blokzincirindeki kayıtların geriye dönük olarak değiştirilememe özelliği de bu gibi olumsuzlukların ortaya çıkmasına sebep olacaktır (Tekelioğlu, 2022)

2.5. Metaverse Nedir?

Metaverse kelimesi ilk olarak 1992 yılında Neal Stevenson tarafından yayınlanan Snow Crash adlı bilim kurgu romanında kullanılmıştır. Yakın gelecekte internetin yerini alacağı öngörülen Metaverse kavramı 'Meta' ve 'Universe' kelimelerinin birleşiminden oluşan "evren ötesi" anlamına gelmektedir. Metaverse fiziksel ve dijital dünyayı bir araya getiren görsel bir dünyadır (Zhao, ve diğerleri, 2022). Metaverse, insanların buldukları yerden ayrılmadan ve herhangi bir fiziksel bir eyleme ihtiyaç duymadan, çeşitli sanal gerçeklik cihazları kullanarak deneyimleyebildikleri bilişsel bir evren olarak tanımlanmaktadır (Yüksel ve Yıldız, 2022). Gartner' a göre ise metaverse, "sanal olarak geliştirilmiş fiziksel ve dijital gerçekliğin yakınsaması ile oluşturulan ortak bir sanal alan" olarak tanımlanmaktadır. Metaverse artırılmış gerçeklik (AR), başa takılan ekran



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

(HMDs), nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ, mekânsal teknolojiler gibi birden fazla teknoloji ve trend içeren bir bilişimsel inovasyon örneğidir (Gartner, 2022).

Gerçek hayatın bir paralel evreni olacak olan metaverse, sanal bir kamusal alan oluşturmayı hedeflemektedir (Yüksel ve Yıldız, 2022). İnsanlar bu yeni kamusal alanda, sanal gerçeklik cihazlarını giyerek alışveriş yapabilecek, sinemaya gidebilecek, toplantılara katılabilecek, bir kafede arkadaşlarıyla buluşabilecek, konsere katılabilecek, şehirleri ve müzeleri ziyaret edebilecektir. Aynı zamanda, gelecekte insanların metaverse’de dijital para kullanarak ürün, mülk, arsa, satın alması kolay hale gelerek yaygınlaşacaktır. Tüm bu uygulamaların çeşitlenmesi ve yaygınlaşması ile insanlar zamanlarının büyük bir bölümünü bu evrende geçirecektir (Bostancı ve Uncu, 2021). Gartner’a göre 2026 yılına kadar insanların %25’inin iş, alışveriş, eğitim, sosyal medya veya eğlence için Metaverse’de günde en az bir saat geçireceği tahmin edilmektedir (Gartner, 2022).

Metaverse sanal gerçeklik (VR-Virtual Reality), artırılmış gerçeklik (AR-Augmented Reality) ve karma gerçeklik (MR-Mixed Reality) teknolojilerinin birlikte kullanıldığı bir genişletilmiş gerçeklik (XR-Extended Reality) alanı olarak inşa edilmektedir. İnsanlar, sanal gerçeklik cihazlarını kullanarak kendilerini temsil eden avatarlarla inşa edilen bu sanal alanda yer almaktadır. Bu sanal alanda insanların beş duyu organı olan görme, işitme, dokunma, tat alma ve koku alma duyularına en yakın algısal gerçeklik evreni oluşturulması hedeflenmektedir. Dünyadaki gerçekliğin sanal evrendeki iz düşümü olan kopyaya metahuman denmektedir (Bostancı ve Uncu, 2021).

Dijital sanal dünyalar farklı disiplinleri bir araya getiren, çok fazla sayıda kullanıcıya açık ve ortak bir platform sunan birleşik sanal bir evrendir. Sanal gerçeklik ve türevleri, spor, eğlence, sağlık, eğitim, ticaret, çalışma gibi birçok alanda kullanılmaktadır. (Luan, Xie, U., Yu-qiang, ve Hai-bin, 2003). Roblox, Sandbox ve Minecraft gibi popüler olan sanal platformlar oyun odaklı kurulmuş olsalar da metaverse ile ilgili birçok özellik taşımaktadır. Metaverse’ün temelinde yer alan avatar, sanal platformların da temel özellikleri arasındadır (Bostancı ve Uncu, 2021). Metaverse yeni gelişmekte olan bir teknoloji olmasına rağmen, günümüzde oldukça popüler hale gelmiş ve kendisine geniş bir uygulama alanı bulmuştur.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

3. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER

Dünya genelinde 2021 yılı için bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) sektörü değerlendirildiğinde pazar büyüklüğünün önceki yıla göre %13'lük bir büyüme ile 4,3 trilyon dolar seviyesine ulaştığı görülmektedir. Öte yandan, öne çıkan teknolojiler olarak blokzincir ve metaverse teknolojileri ile birlikte 5G ve fiber internet, bulut bilişim, yapay zekâ, nesnelerin interneti, siber güvenlik ve veri gizliliği teknolojileri dikkat çekmektedir. Bahse konu olan teknolojilerin birbirleri ile kesişim ve yakınsamaları sonucu olan sektörel uygulama potansiyellerinin hızlı artış eğilimi özellikle vurgulanan konular arasındadır. Ayrıca, yükselen teknolojilere yönelik odağın artması ile küresel BİT sektörü pazar büyüklüğünün 2022 yılında %4 büyüme ile 4,4 trilyon dolar seviyesine ulaşması ve yıllık %6,1 oranındaki büyüme hızı ile de 2026 yılında 5,6 trilyon dolar büyüklüğüne ulaşacağı öngörülmektedir (Deloitte, 2022).

Metaverse'ün gelişim sürecine bakıldığında Şekil 1'de görüldüğü üzere halen ilk evrelerde bulunduğu görülmektedir. Dijital gerçeklik ve blokzincir gibi yükselen teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte metaverse için büyük bir potansiyelin ortaya çıktığı değerlendirilmektedir. Bu teknolojilerinin yanı sıra, 5G ve yapay zekâ da günümüzde kullanılan önemli teknoloji bileşenleri arasındadır.

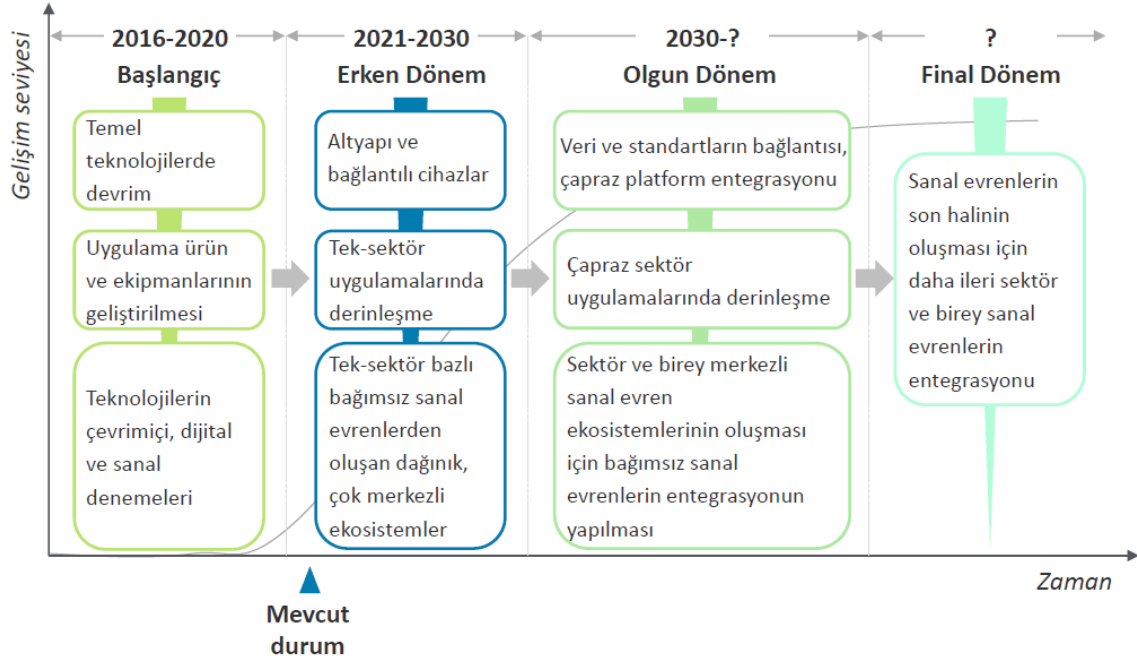


ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Şekil 1 - Metaverse'ün Gelişim Evreleri (Deloitte, 2022)



Dünya Ekonomik Forumu, Stratejik İstihbarat Metaverse Alanı dinamik haritalamasına göre altı başlığın öne çıktığı görülmektedir. Bu başlıklar, metaverse'ün temel bileşenleri, metaverse'ün kökenleri, metaverse'de çalışmak, metaverse'de oyun, metaverse'de eğlence ve ticaret ile metaverse'ün kurallarının belirlenmesi şeklindedir. Metaverse'ün temel bileşenlerine bakıldığında kilit teknolojiler açısından blokzincir, sanal ve artırılmış gerçeklik ve siber güvenlik teknolojileri ön plana çıkmaktadır. Blokzincir teknolojileri açısından bakıldığında ise Şekil 2'de belirtildiği gibi metaverse'ün temel bileşenleri arasında olmakla birlikte metaverse'de oyun, eğlence ve ticaret başlıklarıyla da doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

gözlemlenmekte, buna bağlı olarak da dijital gerçeklik uygulamalarında artış beklentisi ortaya çıkmaktadır. Dünya genelinde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik pazar büyüklüğü 2020 yılında 12 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir ve 2024 yılına kadar %57 yıllık büyüme oranı ortalaması ile 73 milyar doları bulması beklenmektedir. Öte yandan, 2021 yılı küresel sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik pazar paylarının sektörel dağılımına bakıldığında %53 ile tüketici ürünleri ve hizmetleri öne çıkmaktadır. Dağıtım ve hizmetler (%16), üretim ve kaynaklar (%14), kamu sektörü (%13), altyapı (%3) ise diğer başlıklar olarak görülmektedir. Metaverse açısından pazar fırsatına sahip başlıca sektörler ise oyun, turizm, eğitim, e-ticaret, emlak piyasası, eğlence, sanat, spor, medya, reklamcılık, yazılım ve uygulama geliştirme olarak görülmektedir.

Metaverse pazar büyüklüğünün 2021 yılı için 38,85 milyar dolar olacağı tahmin edilmekteyken, bu değer 2022 yılında 47,48 milyar dolara ve 2030 yılına kadar da 678,80 milyar dolara yükselmesi beklenmektedir (Statista, 2022a). Yapılan diğer bir çalışmada ise metaverse'den elde edilebilecek gelir miktarının dünya genelinde 2024 yılına kadar 800 milyar dolara ulaşması tahmin edilmektedir (Deloitte, 2022). Çizim 1'de görüldüğü üzere 2021 yılı için blok zincir çözümlerine yapılan küresel yatırımların 6,6 milyar dolar olacağı tahmin edilmekteyken, bu miktarın 2024 yılında 19 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Statista, 2022a).

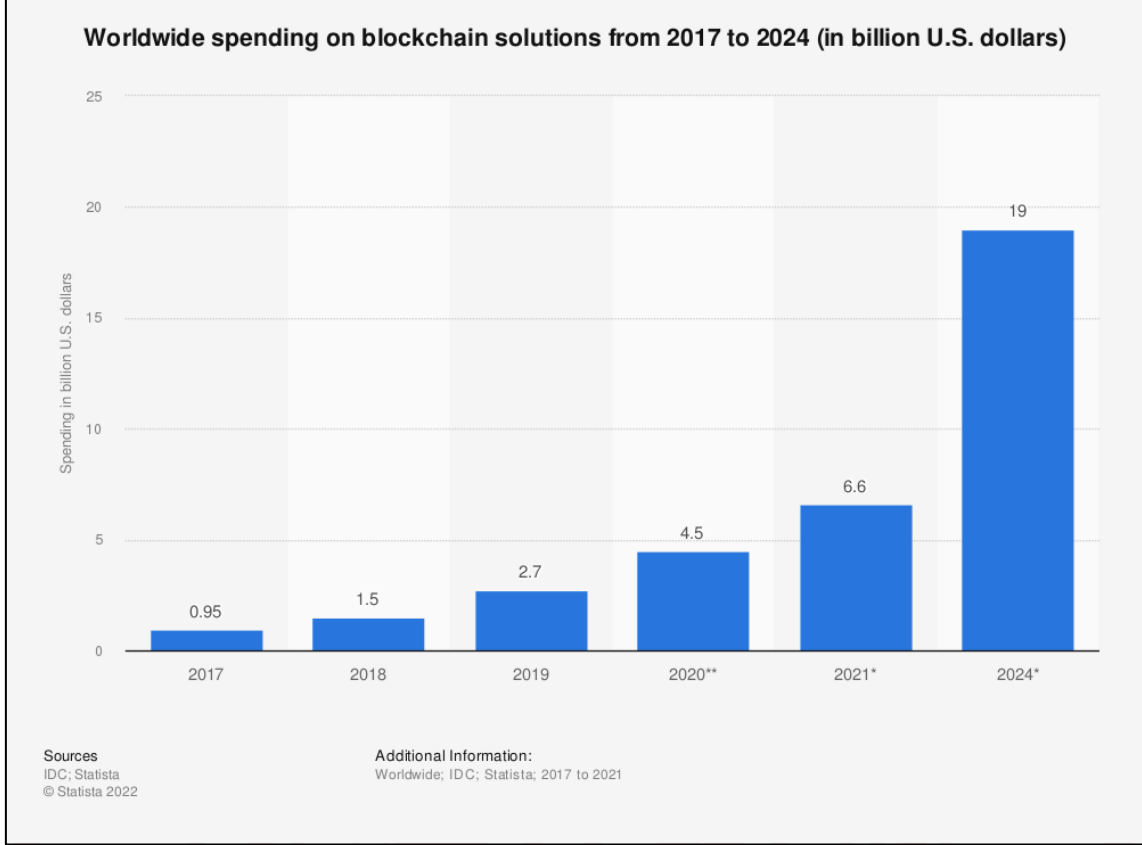


ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Şekil 3 - Blokzincir Çözümlerine Yapılan Küresel Yatırımlar



3.1. Blokzincir Teknolojilerinin Gelişimi

Metaverse'ün temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilen blokzincir teknolojisi gerçek zamanlı ve eş zamanlı işlemlere izin veren, saklanan verilerin değiştirilememesini garanti altına alan açık ve dağıtık bir tasarıma sahip olduğundan finansal hizmetler, perakende, lojistik, eğitim, medya ve enerji benzeri birçok sektörde kullanılmaktadır. Giderek daha da dijitalleşen bir dünyada veri işlemlerinin güvenliğine ve hesap verebilirliğe olan gereksinim de artmaktadır. Dijital dünyada güven oluşturmak ve bu sayede çığır açan yenilikleri kitlelerin kullanımına uygun hale getirmek için çeşitli teknolojilerden faydalanılmaktadır. Bu bağlamda, blokzincir teknolojisinin finanstan ilaç endüstrisine, insani çalışmalardan siber güvenliğe kadar süreçlerde büyük farklar oluşturma potansiyeli bulunmaktadır. Blokzincir, açık, güvenli ve hızlı işlemler sağlayan



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

bir teknoloji olarak ön plana çıkmaktadır. Blokzincir uygulamaları çeşitli finansal işlemlerin (çevrim içi ödemeler ve kredi ve banka kartı ödemeleri) yanı sıra nesnelere interneti (IoT), sağlık ve tedarik zinciri gibi tüm sektörleri yatayda kesebilen kilit sektörleri de içerecek şekilde genişlemiştir. Büyüyen pazarlarda (finansal işlemler, eğitim teknolojileri, çevrimiçi alışveriş vb.) ölçeklenebilirlik, gizlilik endişeleri ve mevcut uygulamalarla entegrasyonda teknolojinin yarattığı zorluklar pazarların büyümesini kısıtlayan problemlerin başında gelmektedir. Blokzincir bu konularda faydalı çıktılar sunmaktadır. Bu gibi nedenlerle blokzincir ürünlerinin kendi başına küresel pazar potansiyelinin yüksek olduğu düşünülmektedir. İş yerinde akıllı sözleşmeler, yeni kripto para ekonomisi, dijital kimlik çözümleri ve doğrulama yoluyla güvenlik gibi konular birçok sektör için blokzincir sayesinde gelişime açık alanlardır (Deloitte, 2022).

Dijital kimlik yönetimi için gittikçe ön plana çıkmaya başlayan Kullanıcı Egemen Kimlik (SSI:Self-Sovereign Identity) modelinde kimlik bilgileri, ait olduğu şahsın/kurumun kontrolündedir ve herhangi bir üçüncü tarafa bağımlı değildir (Toth ve Anderson-Priddy, 2019). Blokzincir teknolojisinin kullanımı ile birlikte, kullanıcılara, kurumlara ve nesnelere, SSI modeline uygun kimlikler verilebilmektedir. Geleneksel merkezi kimlik bilgisi depoları, gün geçtikçe daha fazla siber saldırıya hedef olmaktadır, IoT gibi gelişen yeni teknolojilerin kimlik yönetimi ihtiyaçlarını karşılamaktan da uzaktırlar. Merkezi sistemler yerine, blokzincirde tutulan veya blokzincirin ortak güven omurgasına bağlantılandırılarak dışarıda tutulan kimlik bilgilerinin kullanılması, kullanıcıların, kurumların ve cihazların kimlik doğrulamasının yapılabilmesinin yanı sıra kişisel veri erişimi, güvenli iletişim ve izlenebilirlik gibi kullanım senaryolarına da olanak sağlar. 2018 yılından beri TÜBİTAK BİLGEM UEKAE Blokzincir Araştırma Laboratuvarında SSI tabanlı ulusal kimlik yönetim altyapısı (Dijital Türkiye) geliştirilmesi için çalışılmaktadır. Bu proje, 2021 yılında, TC Cumhurbaşkanlığı Eylem Planı içine dâhil edilmiştir. Geliştirilmekte olan bu altyapının, tüzel kişiler ve nesnelere için de dijital kimliği desteklemesi ile nesnelere interneti (IoT) çağına hazırlık yapılması hedeflenmektedir. Kamu ve/veya özel sektör paydaşlarına sahip kullanım senaryolarının (Eğitim, lojistik, sağlık, ithalat ve ihracat, finans, GSM operatör hizmetleri, hukuk, vb. alanlarda) elektronik dönüşümü sonucunda, gereksiz aracı yapılar ortadan kalkacak ve



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

güvenlik seviyesi, maliyet ve hızı artmış olacaktır. Altyapının en önemli faydalarından birisi de Ulusal kimlik verilerinin yurtdışına çıkmasının engellenecek olmasıdır. Sistemin gerçek dünyada sayısız uygulama alanı vardır. Bu alanlardan bazıları için kavram ispatı çalışması, çeşitli paydaşlarla birlikte sürdürülmektedir.

TÜBİTAK bünyesinde, ulusal imkânlarla geliştirilmiş olan SafirBulut ve SafirDepo teknolojilerinin, blokzincir ve dijital kimlik sistemlerine entegrasyonu sağlanarak, kamu kurumlarının blokzincir projelerini yerli bulut platformları üzerinde ve yurtdışına bilgi çıkması gereksizdir, hayata geçirmeleri kolaylaştırılacaktır. Bu amaçla sürdürülmekte olan çalışmada BaaS (Blockchain As A Service) yetenekleri içerecek şekilde Safir ürünlerinin genişletilmesi çalışmaları sürdürülmektedir. Proje tamamlandığında, Safir Bulut platform üzerinde, bilinen Blokzincir türlerinde ağlar, teknolojik detayları bilmeye gerek bırakmayacak kolaylıkta kurulup işletilebilecektir.

Blokzincir güven tesis etmek üzere yapılan pek çok bürokratik işlem, ithalat ihracat, bankacılık, sigortacılık, lojistik ve sözleşme süreçlerini hızlandırıcı çözümlerde kullanılmakta ve bu sayede fintech alanında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Piyasanın ana itici güçleri arasında finans endüstrisi ekosistemiyle daha yüksek uyumluluk, yükselen kripto para birimi piyasa değeri, ICO (Initial Coin Offering - İlk Para Teklifi), daha hızlı işlem ve sahip olma maliyetinin azalması yer almaktadır. Ödemeler, takas piyasaları, akıllı sözleşmeler ve kimlik yönetimi gibi blokzinciri uygulamalarının artan şekilde benimsenmesi ve programlanabilir blokzinciri platformları gelişimi tetikleyen unsurlardır. Teknolojinin bu alanda hızlı ve başarılı bir şekilde uygulanmasının bir göstergesi de faaliyet seviyeleri ve başarılarındaki hızlı artıştır. Blokzincir teknolojisinin entegrasyonu, mevcut merkezî finans yapısının yeniden incelenmesine olanak tanımaktadır. Blokzincir çözümleri işlemlerin yürütülmesini hızlandırmakta, maliyetlerini düşürmekte ve tüm süreçlerin şeffaflığını artırmaktadır. Dünyada hâlihazırda kullanılan çeşitli örnekler mevcuttur. Örneğin, IBM tarafından 12 büyük Avrupa bankasıyla (CaixaBank, Deutsche Bank, Erste Group, HSBC, KBC, Natixis, Nordea, Rabobank, Santander, Société Générale, UBS ve UniCredit) birlikte geliştirilen “We.trade” platformunun amacı işletmeler ve bankalar için şeffaf, güvenli ve basitleştirilmiş bir ticaret ortamı yaratmaktır. We.trade’in iki ana avantajı dağıtık defter



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

(distributed ledger) ve akıllı sözleşmelerdir. Dağıtık defter, tüm karşı tarafların ticari işlemlerle ilgili aynı bilgilere erişmesini ve hiçbir tarafın bu verileri tamamen kontrol altına alamamasını sağlar. Sözleşmelerin platformun koduna bütünleşmiş edilmiş olması, herhangi bir yasal sistem veya uygulama mekanizmasına dâhil olma ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Bir diğer örnek de “Circle” dir ve Forbes’a göre 2019’un en yenilikçi fintech şirketleri listesinde yer alan şirketlerinden birisi olmuştur. Circle, bir P2P (peer-to-peer) ödeme teknolojisi geliştiren kullanıcıların geleneksel para birimini depolamasına, göndermesine ve almasına olanak tanıyan Circle Pay platformudur. R3 Corda, Ripple, BitPay, Veem, Robin Hood, Ethereum ve Stellar gibi yazılım geliştirme platformları finansal piyasalar için başarılı ürünler ortaya koymaktadır.

Dağıtık defter teknolojisi ilk olarak 1991 yılında Haber ve Stornetta tarafından yayımlanan “How to time-stamp a digital document” isimli makalede açıklanmıştır. Dağıtık defter teknolojisi verilerin dağıtık olarak saklandığı ve yönetildiği yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Verilerin herhangi bir merkezi otorite olmadan, sistemdeki katılımcılarda dağıtık olarak tutulduğu teknolojik yapılardır. Tüm blokzincir platformları dağıtık defter teknolojileri alt kümesi olsa da dağıtık defter teknolojilerinin tümü blokzincir değildir. Aralarındaki fark, verilerin ağdaki katılımcılar tarafından nasıl dağıtıldığı, doğrulandığı ve kaydedildiği ile ilgilidir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2022).

Mevcut merkezi sistemlerde verilerin tek bir noktada tutulması sunucuların siber saldırılara karşı açık ve savunmasız kalma olasılığının artmasına neden olmaktadır. Bu durum güvenlik, güvenilirlik ve kesintisiz çalışma konusunda sorunların yaşanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca, merkezi sunucuların yöneticileri veya kötü niyetli kişilerin verileri değiştirmesi ve silmesi mümkündür. İnternete bağlı cihazların sayısının artmasıyla da merkezi sunuculara iletilen istekler artmış ve sunucuların tüm istekleri karşılayabilmesi zor hale gelmiştir. Tüm yaşanan bu sorunları gidermek için dağıtık defter teknolojisinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Dağıtık defter teknolojisinde veriler dağıtık olarak tutulduğu için tek bir saldırı noktası oluşmamakta ve veriler hiçbir katılımcı tarafından değiştirilememektedir. Aynı zamanda, katılımcıların birbirleri arasında



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

merkezi bir sunucu olmadan aracısız işlem yapabilmesi mümkün olduğu için işlem yoğunluğundan bağımsız olarak sistem kesintisiz çalışabilmektedir (Şafak vd., 2021).

Dağıtık defter sisteminde, veriler parçalara ayrılmakta ve ağ katılımcısı olan kullanıcıların sunucularında her parça saklanmaktadır. Ağ kullanıcıları tarafından bu verilere erişim, doğrulama ve güncelleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Dağıtılmış defterdeki veriler şifrelenerek saklanmakta ve sadece anahtar koduna sahip olan kullanıcılar verilere erişebilmektedir. Dağıtık defter teknolojisini kullanan ilk kripto para birimi Bitcoin'dir.

Bitcoin kripto parasının popüler hale gelmesi ile birlikte arkasındaki dağıtık defter teknolojisi olan blokzinciri ile ilgili farklı sektörlerle yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Dağıtık defter teknolojileri sağlık, enerji, siber güvenlik, sigorta, dijital hak yönetimi, savunma, tedarik zinciri ve finans alanlarında kullanılmaktadır (Şafak vd., 2021).

Blokzincir teknolojilerinin kullanımı eğitim teknolojilerine de adapte edilmektedir. Özellikle, pandemi döneminde önemi ve yaygınlığı hızla artan dijital öğrenme platformları tarafından blokzincir uygulamalarının kullanım alanı bulunduğu gözlemlenmektedir. Bu sayede oluşturulan güven ve şeffaflık ortamından hem eğitimciler ve eğitim alanlar hem de potansiyel işverenler faydalanmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşları ile işverenler tarafından iş başvurusunda bulunan kişinin geriye dönük olarak değiştirilemeyecek olan eğitim kayıtlarına ulaşması mümkün olmaktadır. Bu sayede, öğrencilerin ve mezunların niteliklerinin doğrulandığından emin olunabilmektedir. Ayrıca, akıllı sözleşmeler sayesinde eğitimin tamamlandığından veya ilgili kişinin eğitim ile kazandığı yetkinliğin sona erip ermediğini kontrol edebilmektedir. Bu durumda, şirketin tüm çalışanlarının niteliklerini kalıcı olarak kontrol eden otomatik bir süreç uygulanabilmektedir. Sertifikanın geçerliliğinin sona ermesi durumunda, çalışan gerekli sertifikayı tekrar alabilmesi için gerekli olan sınava ya da eğitime doğrudan kaydedilebilir. Bunlara ek olarak, kamu kurum ve kuruluşları ile işverenler otomatik olarak bilgilendirilebilmektedir. Bu konuda MIT Media Lab., BlockCerts, University of Nicosia, Southern New Hampshire University, Sony Global Education, BCDiploma ve University College London'ın blokzincir uygulamaları belli başlı uygulamalar arasında yer almaktadır.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Çevrimiçi alışveriş platformlarında da çeşitli blokzincir uygulamaları kullanılmaya başlamıştır. Bu platformlar, müşterilerin daha iyi bir deneyim yaşamalarını, müşteri odaklı bir sürecin gelişimini sağlamaktadır. Aynı zamanda tedarik zinciri ile ilişkileri, stok ve fiyatlandırma gibi konularda avantaj sağlamaktadır. Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla ulusal ve uluslararası mal alımları, transferler ve ödemeler kolaylıkla yapılabilmektedir. Dijital ödeme yöntemleri de, özellikle uluslararası alım satım işlemlerinde kullanılarak karşılıklı güven tesis edilebilmekte aynı zamanda işlem maliyetinin ciddi oranda azalmasıyla daha cazip hale gelmekle birlikte denetim ve vergilendirme ile ilgili temel problemler oluşabilmektedir. Walmart, Amazon, Alibaba, Ahold Delhaize, Carrefour, Aldi ve IKEA gibi firmalar işlemlerine blokzincir teknolojisini entegre etmiş durumdadır.

Dünya genelinde blokzincir pazarı hızla büyümektedir. 2020'de 3 milyar ABD doları olan pazar büyüklüğünün 2020-2025 döneminde %67,3'lük yıllık artış oranı ile büyüdüğü ve 2025 yılında da 39,7 milyar ABD dolarına ulaşacağı beklenmektedir (Markets&Markets, 2021). İş süreçlerini basitleştirme ihtiyacı ve blokzinciri teknolojisi ile bütünleşmiş tedarik zinciri yönetimi uygulamalarına duyulan ihtiyaç blokzinciri pazarını yönlendirecektir. Blokzincir teknolojisinin yaygınlaştırılması ve küresel pazar potansiyelinin artması için uluslararası anlaşmalarla düzenleyici ve yasal çerçeveler oluşturulmalıdır. Yapılan bir araştırmaya göre yasal belirsizlik (% 48) ve kullanıcılar arasında güven eksikliği (% 45) blokzincir pazarına girişteki en büyük endişeler olarak ortaya çıkmıştır (PwC, 2021). Kripto para birimleri ve blokzincir teknolojisini kullanan finansal ürünler için yasalar öncelikle proaktif uluslararası topluluklar tarafından, ardından da devletlerce düzenlenmelidir. Blokzincir kullanılarak uygulamaya geçirilen akıllı sözleşmeler taraflar arasındaki güveni güçlendirmektedir. Oluşturulacak bu güven ortamı birçok sektörde uluslararası ticaret potansiyelinin artmasını sağlayacaktır. Fakat blokzincir ve ürünleri tarafından oluşturulacak merkeziyetçi yapılar, uluslararası işbirliği ve mutabakat ile dikkatli bir şekilde düzenlenmelidir.

Blokzincir teknolojilerinin dünya geneli kullanım alanları Şekil 3'te verilmektedir. Buna göre, güvenli bilgi takası, dijital para, varlık takibi ve yönetimi ile dijital kimlik uygulamaları ön planda blokzincir kullanımında öne çıkmaktadır.



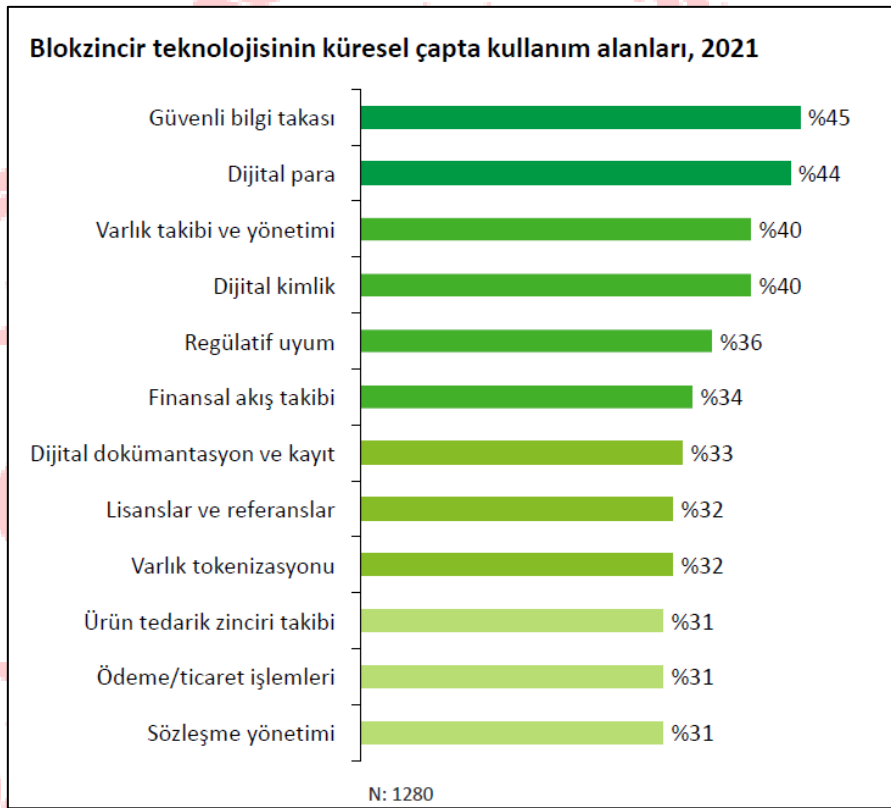
ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Deloitte'in gerçekleştirdiği 2021 Küresel Blokzincir Araştırması'na göre katılımcıların %76'sı gelecek 5-10 yıl içerisinde dijital varlıkların para birimlerinin yerini alacağını ve fiziksel paranın sonunun geleceğini öngörmektedir. Dolayısıyla, katılımcıların %73'ü de rekabetçilik açısından blokzincir adaptasyonunun önemini vurgulamaktadır.

Şekil 4 - Blokzincir'in Küresel Çapta Kullanım Alanları, 2021 (Deloitte, 2022)



Kripto para sistemleri ile tanıştığımız; matbaa, buharlı makineler ve İnternet devrimleri ile eş tutulan Blokzincir teknolojisi değer transferinde güvenilir bir otoritenin veya araçların varlığına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır (NISTIR, 2018). Bu sayede, güvenlik, hız ve maliyet iyileşmesi elde edilmektedir. Blokzincir teknolojisinin kripto paralarda gösterdiği dayanıklılık, merkezi yapılara ihtiyaç duymayan, manipüle edilemeyen, bozulmayan, kesintisiz erişilebilen, şeffaf, güvenli bir veri kayıt sistemi kurmanın mümkün olduğunu göstermiştir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Hayatımızdaki süreçler gün geçtikçe hızlanan bir şekilde sanal ortama taşınsa da hala bazı süreçler sanallaştırılamamış veya kısmen sanallaştırılabilmmiştir. Bunun temel nedeni, paydaşlar arasındaki güven eksikliği nedeniyle, farklı otoritelere ait bilgi işlem sistemlerinin birbiri ile çevrim içi irtibatlanmasından kaçınılmasıdır. Bunun yerine süreçlerin entegrasyonu, aracı kurumlar (noter, banka vb.) kullanılarak sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu durum devam ederken, 2008 küresel krizi, tüketicilerin, bankacılık, finans sektörü ve merkezi denetim kurumlarına karşı ciddi bir güven kaybı yaşamasına sebep olmuştur. Kriz ortamında, bir otoritenin sahipliğine ihtiyaç duymadan yaşayan, hiçbir merkezi sisteme bağlı olmadan çalışabilen, birbirine güven sorunu olan tarafların ilişkilerini güvenli hale getiren Bitcoin kripto para sistemi ve beraberinde Blokzincir kavramı doğmuştur (Nakamoto, 2008). Hızla küresel ölçüde kabul gören bir teknolojik kavrama dönüşmüştür. Şimdiye kadar, güven ve güvenlik sorunları nedeniyle birbiri ile irtibatlandırılmadığı için araçlar üzerinden konuşabilen mevcut bilgi işlem sistemlerinin, bir blokzincir üzerinden güvenli ve şeffaf bir şekilde irtibatlandırılabilmesi mümkün hale gelmiştir.

Blokzincir teknolojisinde veriler üzerindeki her değişiklik, şeffaflık sağlamak üzere, zaman damgalı olarak kayıt altına alınır. Sistemde, birbirini tanıması gerekmeyen paydaşlar arasındaki güven, depolanan veriler üzerindeki değişikliklerin, belirlenmiş kurallarına uyumlu olarak yapılabilmesinin sağlanması, bu değişikliklerin, kriptografik teknikler ile korunan ve içeriği şeffaf bir kayıt zincirine yazılarak bu kayıt zincirinin kopyalarının taraflarda tutulması ile sağlanır.

2009 yılından itibaren farklı Blokzincir platformları ortaya çıkmıştır. Bu platformlar, kimin blokzincir verilerine erişebildiğine ve blokzincir bilgisayarlarını kimin işlettiğine bağlı olarak alt sınıflara bölünmektedir (açık, izinli vb.). Bitcoin en çok bilinen kripto para odaklı açık blokzincir platformudur. Bitcoin platformu üzerinde, amacı kripto para transferinden başka olan yeni özel sistemler oluşturmak için çeşitli iş senaryolarına ait bilgileri tutmaya dayalı yöntemler kullanılmaktadır. 2014 yılında akıllı sözleşme yeteneği ile ortaya çıkan Ethereum blokzincir platformu, kripto para olarak kullanılmayan yanında, uygulama geliştiricilerin kendi merkezi olmayan uygulamalarını geliştirmesine ve çalıştırmasına da olanak sağlamıştır. Hyperledger Fabric, Linux Vakfı tarafından



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Aralık 2015'te başlatılan açık kaynak kodlu bir blokzincir platformudur. Pek çok kurumsal dönüşüm projesinde kullanılmaktadır. Çeşitli özel amaçlı blokzincirlerin (Ripple vb.) yanında, Corda, Quorum, Cosmos gibi, genel amaçlı olanlar da vardır.

Bir yandan Blokzinciri araçları gelişirken, ülkeler ölçeğinde çeşitli blokzincir sandbox veya servis altyapıları da ortaya çıkmaya başlamıştır. Örneğin, Çin 2019 yılında kurmaya başladığı BSN (Blockchain-based Service Network) altyapısı ile kurumsal blokzincir uygulamaları için çalışma ortamı sağlamayı planlamaktadır. Avrupa Birliği (AB)'nin, 2018 yılında 29 ülkenin ortaklığı ile kuracağını duyurup sonrasında hayata geçirdiği EBSI (European Blockchain Services Infrastructure), günümüzde özellikle dijital kimlik uygulamaları başta olmak üzere pek çok pilot projeye ev sahipliği yapmaktadır.

AB hem kamu hem de özel sektörde dijital yeniliği teşvik etmek için blokzincirin önemini uzun zamandır vurgulamaktadır. AB, sadece blok zincirin kullanıcısı olmakla kalmayıp, aynı zamanda bu alanda yeniliklerin geliştirilmesinde ve önemli blokzincir platformlarına, uygulamalarına ve şirketlerine ev sahipliği yaparak blokzincir teknolojisinde lider olmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, Avrupa Konseyi, Ekim 2017'de, Avrupa Komisyonu'ndan AB'nin bu gelişmekte olan endüstriyi keşfetmede öncü bir rol üstlenmesini sağlayacak bir AB yaklaşımı geliştirmesini istemiştir. Şubat 2018'de Avrupa Komisyonu (DG CONNECT), Avrupa Parlamentosu ile iş birliği içinde Avrupa ve küresel uzmanlığı birbirine bağlamaya ve dolayısıyla konuyla ilgili bilgi toplamaya ve paylaşmaya izin veren önemli girişimleri izleyen bir paydaş katılım platformu olan AB Blokzincir Gözlemevi ve Forumu'nu başlatmıştır. Gözlemevi blokzincirinin ölçeklenebilirliği ve işletilebilirliği, akıllı sözleşmelerin düzenleyici çerçevesi ve ticaret finansmanı ve tedarik zincirlerindeki blokzincir teknolojileri hakkında raporlar yayınlamıştır. Nisan 2018'de ise, AB üye ülkeleri, Avrupa blokzinciri altyapısını ve iş birliğini oluşturmak için Avrupa Blokzincir Ortaklığı'nı (European Blockchain Partnership-EBP) kuran bir bildirge imzalamışlardır. EBP, blokzincir konusunda bir AB stratejisi geliştirme ve kamu hizmetleri için bir blokzinciri altyapısı oluşturma girişimidir. Şu anda EBP'nin 30 üyesi bulunmaktadır. Bu bildirgeyi imzalayan ülkeler; Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Kıbrıs, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Letonya, Lihdenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan'dır. Üye ülkelerin arasında Birleşik Krallık, Norveç ve Lihtenştayn dışında hepsi AB üyesidir. Bu ortaklık, Avrupa'nın blokzincir teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması açısından atılan önemli bir girişim olarak görülmektedir. Bu ortaklık, Avrupa genelinde bir blokzincir düğümleri ağı olarak tasarlanmıştır. Bu bildirme ile ülkeler, sınır ötesi dijital kamu hizmetlerinin sunumunu destekleyecek bir Avrupa Blokzincir Hizmetleri Altyapısı (European Blockchain Services Infrastructure-EBSI) kurulması konusunda iş birliği yapmayı kabul etmiştir. EBSI'nin amacı, vatandaşlara ve işletmelere sağlanan sınır ötesi kamu hizmetlerini geliştirmek, hükümet veya kamu otoriteleri iş birliğini geliştirmek, AB politikalarını desteklemek ve AB düzenlemesiyle tam uyum içinde, sürdürülebilirlik, gizlilik ve güvenlik açısından en yüksek standartları karşılamaktır. EBSI bilgileri doğrulamak ve hizmetleri güvenilir hale getirmek için kamu idareleri ve ekosistemleri için sınır ötesi hizmetlerin oluşturulmasında blokzincirden yararlanmaktadır. EBSI, Avrupa değerlerine ve düzenlemelerine uygun şekilde, kamu sektörü tarafından yönlendirilen, AB çapında ilk blokzincir altyapısı olmaktadır.

Ülkemizde ise 2019 yılında, Blokzincir Araştırma Ağı (BAĞ) faaliyete geçmiştir. BAĞ ülkemizin blokzincir teknolojileri konusundaki rekabet gücünü yükseltmek için konu ile ilgilenen araştırmacıları bir araya getirmek ve eş güdüm içinde çalışmalarına yardımcı olmak amacıyla TÜBİTAK ve üniversitelerimizin işbirliği ile kurulan bir araştırma ve geliştirme ekosistemidir (Blokzincir Araştırma Ağı (BAĞ), 2022). TÜBİTAK ve bazı üniversitelerin iş birliği ile hayata geçirilen projede, ülkemizde blokzinciri teknolojisi ile ilgilenen araştırmacıların buluşması, bilgi paylaşması, birlikte Ar-Ge yapabilmesi için hizmet verecek bir mükemmeliyet merkezi oluşturulması hedeflenmiştir. Halen, <https://bag.org.tr> adresinden erişilebilen bu altyapıdaki yazılım araçları ve blokzincir test ağları kullanılabilir. Blokzincir teknolojisi ile ilişkili konularda AR-GE faaliyetleri yapılmasını kolaylaştıracak ve bu konuda AR-GE yapmak isteyen araştırmacıların birlikte çalışmasını sağlayacak olan BAĞ platformu, araştırma kurumları, Ar-Ge merkezleri ile üniversiteleri içerecek şekilde yaygınlaştırılmaktadır.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

BAĞ platformunda, blokzincirin çeşitli alanlarında çalışan araştırmacıların, güçlerini birleştirerek birlikte çeşitli pilot projeler geliştirmesinin sağlanması ile ulusal know-how hızla artırılabilecektir.

Türkiye’de ise yeni yeni gelişmeye ve sektörel uygulama bağlamında kullanım alanı bulmaya başlayan blokzincir teknolojileri gelecek vaat etmektedir. Temmuz 2019’da yayınlanarak yürürlüğe giren 11. Kalkınma Planında,

- Blokzincir tabanlı dijital merkez bankası parasının uygulamaya konulacağı,
- Blokzincir uygulamalarının yaygınlaştırılmasını teminen ulaştırma ve gümrük hizmetlerinde gerekli hukuki ve fiziki altyapı çalışmaları tamamlanacağı,
- Kamu hizmetlerinin iyileştirilmesinde büyük veri, bulut bilişim, mobil platformlar, nesnelerin interneti, yapay zekâ, blokzincir gibi yeni teknolojilerden faydalanılabilmesi için süreç ve teknolojik altyapı iyileştirmeleri yapılacağı belirtilmiştir.

Öte yandan, TÜBİTAK tarafından blokzincir teknolojilerine yönelik hedef ve çıktı odaklı projeler desteklenmektedir. Ülkemizin ulusal hedefleri doğrultusunda gereksinim duyulan teknolojilerin ülkemiz Ar-Ge ve yenilik aktörleri tarafından sunulacak olan projeler yoluyla karşılanmasının sağlanması için aktörler arası iş birliklerinin oluşturulması kritik öneme sahip önemli bir husustur. Bu nedenle, TÜBİTAK genel destek programlarını da önceliklendirilmiş alanları teşvik edecek şekilde güncellemiştir ve değerlendirme sisteminde önceliklendirilmiş alanlardaki projelere ek puan verilmektedir. Ayrıca, TÜBİTAK birlikte iş yapma ve birlikte başarıya yaklaşımını esas alarak araştırma sonuçlarının ticarileştirilmesine, girişimcilik süreçlerine ve nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesine özel önem vermektedir.

Hedef ve çıktı odaklı destek programları açısından TÜBİTAK’ın ortaya koyduğu yaklaşım ile teknoloji hazırlık seviyelerine (THS) göre çağrılarının açılması ve çağrılarda proje tipi ve belirtilen THS aralıklarına göre iş birliği modelinin tanımlanması göz önünde bulundurulmaktadır. Yaklaşımın en önemli dayanak noktası, kuvvetli iş birliklerini teşvik etmek amacıyla çağrı konusunda proje tipi ve THS aralıklarının belirtilmesidir. THS metodolojisinin uygulandığı TÜBİTAK Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

kapsamında 2020-2021 yılları için blokzincir teknolojileri desteklenmiştir ve desteklenmeye devam edilmektedir (TÜBİTAK, 2020).

TÜBİTAK Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları kapsamında, BİT sektöründe, Büyük Veri ve Veri Analitiği alanında “Blokzincir Teknolojileri” ve yazılım teknolojileri alanında “Finansal Hizmetlerde Dijitalleşme” olmak üzere iki başlıkta desteklenmektedir. Büyük Veri ve Veri Analitiği alanındaki blokzincir teknolojileri, TÜBİTAK tarafından 2-3 Nisan 2018’de düzenlenen “1. Ulusal Blokzincir Çalıştayı” çıktıları ve küresel eğilimler temel alınarak hazırlanmış olup blokzincir teknolojilerinin derinlemesine incelenmesi, uygulamalar ve modeller geliştirilmesine yönelik THS 1-6 Arasındaki Temel/Uygulamalı Araştırma ve Teknoloji Geliştirme Projeleri desteklenmektedir. Projelerin aşağıdaki ve benzeri araştırmalara odaklanması beklenmektedir:

- Blokzincir teknolojilerinin yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi yeni yükselen teknolojilerle ilişkilerinin ve olası uygulamalarının ortaya konması,
- Blokzincir uygulamalarında güvenliği ve onay mekanizmaları,
- Yeni nesil kripto paralar ve kripto para madenciliği uygulamaları,
- Blokzincir teknolojisinde uzlaşma modelleri.

Diğer yandan, yazılım teknolojileri alanında “Finansal Hizmetlerde Dijitalleşme” alanı ise finansal hizmetlerin daha iyi, hızlı, güvenli ve kolay verilmesi amacıyla finans ve teknolojinin bir araya geldiği FinTek teknolojilerinin ve uygulamalarının ülkemizde gelişmesine yönelik THS 3-8 arasındaki teknoloji geliştirme ve yenilik projelerine yönelik hazırlanmıştır. Çağrı kapsamı, T.C. Merkez Bankası tarafından 10 Ocak 2019’da düzenlenen “Finansal Teknolojiler Arama Konferansı” çıktıları ve küresel eğilimler temel alınarak hazırlanmıştır. Projelerin sigorta sektörüne özel IPS katılımcıları için yapay zekâ tabanlı yatırım danışmanlığı yazılımı/robotlarının geliştirilmesini (robo-advisory), takasbank gibi blokzincir teknolojilerini ve altın tabanlı dijital varlık projesini, dijital değer transferi, tüketici bilgi güvenliği endişelerinin ortadan kaldırılması için blokzinciri şifreleme kullanımını, kişisel sağlık uygulamalarını, kurumsallaşması nispeten düşük şirketler için ortak bilgi güvenliği hizmetini içermesi beklenmektedir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

2022-2023 dönemine ilişkin hazırlanmakta olan TÜBİTAK Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları kapsamında da blokzincir teknolojilerine ayrıca yer verilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda, blokzincir teknolojileri açısından yakın zamanda oluşturulan teknoloji yol haritaları (TYH) içeriklerinden faydalanılması öngörülmektedir. Bahse konu teknoloji yol haritaları TÜBİTAK'ın teknik desteği ile T.C. Cumhurbaşkanlığı Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu nezdinde oluşturulmuştur. Blokzincir teknolojilerini önceliklendiren TYH'ler Büyük Veri ve Bulut Bilişim (BVBB) ile Siber Güvenlik olarak öne çıkmaktadır. Belirtilen iki TYH'de de kritik ürün/teknolojiler ile öncelikli sektörel uygulamalar belirlenmiş durumdadır.

“Büyük Veri ve Bulut Bilişim Teknolojileri Yol Haritası” nda önceliklendirilen teknolojik hedeflerden biri “Dağıtık Kayıt Defteri (DLT/blokzincir) Tabanlı Şifreleme Altyapısı” dır. Bu başlık altında bulut tabanlı büyük verilerin gizliliğinin ve güvenliğinin sağlanması amacıyla, uluslararası regülasyon ve standartlarla uyumlaştırılabilen ve siber ataklara karşı dayanıklı sistemlerin oluşturulmasına yönelik olarak büyük veri mimari yapılarına uygun dağıtık kayıt defteri (DLT/blokzincir) tabanlı şifreleme altyapısı, akıllı kontrat ve token teknolojilerinin geliştirilmesi konusu ele alınmıştır. Bu kapsamda, blokzincir temelli büyük veri uygulamaları ve blokzincir temelli dijital kimlik teknolojilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Yine aynı dokümanda öncelikli sektörel uygulamalardan biri de “Bulut Bilişim Yöntemleriyle Finansal Uygulamalar (DLT/Blokzincir, akıllı kontratlar, token vb.)” olarak belirlenmiştir. Bu başlık altında finansal hizmetler sektöründe blokzincir teknolojileri ile dağıtık kayıt defteri (DLT/blokzincir), akıllı kontratlar, token gibi teknolojilerin bulut bilişim yöntemleri kullanılarak finansal uygulamalar geliştirilmesi, bulut üzerinde BaaS (Blockchain as a Service) platformlarının geliştirilmesi, Ulusal Blokzincir Platformunun hayata geçirilmesi ve ulusal açık veri katalog sisteminin hayata geçirilmesi planlanmıştır.

Öte yandan, siber güvenlik alanı da hem metaverse hem de blokzincir teknolojileri açısından kapsayıcı ve önemli bir alan olarak öne çıkmaktadır. Siber Güvenlik Teknoloji Yol Haritasında da önceliklendirilen teknolojik hedeflerden biri “Dijital Adli Analiz Teknolojileri” dir. Bu başlık altında, adli süreçlerde uzun vadeli dijital veri ve görüntü saklamaya/arşivlemeye yönelik bulut ve blokzincir tabanlı yazılımların gerçekleştirilmesi



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

hedeflenmiştir. Ayrıca, dağıtık defter teknolojileri (distributed ledger) ve blokzincir gibi merkezi olmayan sistemlerin güvenliği ile kamunun kullanımı için bu sistemlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öte yandan, öncelikli sektörel uygulamalardan biri “e-ticaret ve sanal alışveriş için dijital varlıkların kullanımına yönelik kriptografik çözümler ve bu sistemlere yönelik siber güvenlik çözümleri” dir. Bu başlık altında blokzincir temelli ve mahremiyet odaklı dijital kimlik teknolojileri geliştirilmesi (KVKK ve GDPR uyumlu), blokzincir temelli dijital para teknolojileri alanında son kullanıcıya yönelik uygulamalar ve bunlara yönelik siber güvenliğine yönelik çözümler ve dağıtık defter/blokzincir güvenliğine yönelik çalışmalar önerilmiştir. Ayrıca, ulusal bulut bilişim ve blokzincir altyapılarının oluşturulması/güçlendirilmesi ve iyileştirilmesi ihtiyacı vurgulanmıştır.

TÜBİTAK BİLGEM nezdinde Blokzincir Araştırma Laboratuvarı (BZLab) yer almaktadır (TÜBİTAK, 2022a). BZLab, kamu ve özel kurum/kuruluşların ihtiyaçlarına istinaden, blokzincir teknolojilerinin altyapısı, kurulumu, güvenlik ve mahremiyet analizi, iş modelleri, kitle fonlama yaklaşımları ve muhtelif teknik detayları üzerine Ar-Ge faaliyetlerini icra etmek üzere, TÜBİTAK BİLGEM Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) bünyesinde 2017 yılında kurulmuştur.

TÜBİTAK BİLGEM, kamu ve özel kurum/kuruluşlar ve akademisyenlerle iş birliği yaparak, güven merkezleri içeren yapılarıdaki güven merkezlerini dağıtarak daha verimli ve şeffaf yapıların kurulması için blokzincir tabanlı tasarım ve geliştirme çözümleri sunmaktadır. Bu kapsamda, finansal hareketler, tedarik zincirleri, nesnelerin interneti (IoT), risk yönetimi ve sağlık hizmetlerine kadar her türlü elektronik işlemi basitleştirmek ve güvence altına almak için ağlar kurulmasına çalışılmaktadır. TÜBİTAK BİLGEM’in amacı, alanında en güçlü uzmanları bir araya getirerek işletmelerin blokzincir teknolojisini anlama ve kullanma becerilerini geliştirmektir. Bununla beraber, güvenlik ve mahremiyet analizi ve takip edilebilirlik gibi teknik çözümleri araştırmaktır. Aşağıda BZLab’ın ana görevlerinden başlıklar verilmektedir,

- Blokzincir ve dijital para teknolojilerinin güvenlik ve mahremiyet analizi,
- İleri kriptografik yapıtaşlarının (zero knowledge snark, commitment, dynamic membership of multi-party signatures, threshold cryptography, distributed



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

verification, pairing-based cryptography vb.) blokzincir teknolojisine tatbikatının araştırılması ve pratik uygulamalarda kavram analizlerinin yapılması,

- Yerli ve milli blokzincir kurulum kavram ispatı,
- Kitle fonlama (crowdfunding, ICO) ve blokzincir tabanlı mikro fonlama/mikro ödeme sistemlerinin araştırılması,
- Dijital paraların izlenebilirliği ve regülasyon altyapısı çalışılması,
- Blokzincir ve dijital para teknolojileriyle ilgili olarak akademik bitirme projeleri/yüksek lisans/doktora tezleri ile uluslararası literatüre katkı verilmesi.

Daha önce de belirtildiği üzere ülkemizdeki blokzincir çalışmalarını kolaylaştırmak ve katkı vermek amacı ile BAĞ platformu kurularak blokzincir teknolojisi ile ilişkili konularda Ar-Ge yapmak isteyen araştırmacıların birlikte çalışması amaçlanmıştır. BAĞ platformu, blokzincirin çeşitli alanlarında çalışan araştırmacıların güçlerini birleştirerek ve araştırmacı kaynağımızın birlikte çeşitli pilot projeler geliştirmesini sağlayarak ulusal know-how'u hızla artırması hedeflenmektedir. BAĞ platformu üzerinde, TÜBİTAK BİLGEM, üniversiteler, THY, HAVELSAN, Turkcell gibi kuruluşların paydaş olduğu blokzincir test ağları faaliyete geçirilmiştir. Ulusal Dijital Kimlik Yönetim Altyapısı projesi de BAĞ sistemi kaynakları kullanılarak geliştirilmektedir. Ethereum, Hyperledger Fabric ve Hyperledger Indy blokzincir test ağları kurulmuş ve test çalışmalarında kullanılmaktadır. Ayrıca, mevcut e-dönüşüm projeleri, kişisel verilerin kanuni düzenlemelere uyumlu olarak işleme zorlukları, bu verilerin farklı sistemlere dağılmış parçalı yapısı ve veri işleyen sistemlerin birlikte çalışabilirliğindeki güven sorunları nedeniyle zorluk yaşamaktadır.

Dijital kimlik altyapılarının kurulması, e-dönüşümün yukarıdaki sorunlarını gidererek hızlanması, henüz süreçlerin içine dâhil olamamış kişilerin/kurumların da süreçlere dâhil edilmesini sağlama potansiyeline sahiptir. Dijital kimlik yönetim modellerin arasında gittikçe ön plana çıkmaya başlayan “Kullanıcı Egemen Kimlik” (Self-Sovereign Identity) modeli, kişisel veri koruma düzenlemeleri ile uyum ve birlikte



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

çalışabilirlik konularında, diğer modellere (merkezi ve federe kimlik yönetimi) göre daha uyumlu çözümler sağlama potansiyeline sahiptir. Bu modelde, kimlik bilgileri, ait olduğu şahsın/kurumun kontrolündedir ve herhangi bir üçüncü tarafa bağımlı değildir. TÜBİTAK BİLGEM UEKAE’de, blokzincir tabanlı Yeni Nesil Merkezi Olmayan Dijital Kimlik Altyapısı (MODKA) geliştirilmesine yönelik çalışmalar da yaklaşık üç yıldır sürdürülmektedir. Geliştirilmekte olan bu altyapının, ülkemizin gelecekteki ulusal dijital kimlik yönetim omurgası olarak kullanılabilmesini sağlaması için mevcut kimlik sistemleri ve diğer altyapılar ile entegrasyonu önem arz etmektedir. MODKA geliştirme çalışmasında, tüzel kişiler ve nesnelere için dijital kimlik yaşam çevrimlerinin de çerçevesi çizilerek nesnelere interneti çağına hazırlık yapılması hedeflenmektedir. MODKA’nın ulusal ölçekte devreye alınması durumunda, ülkemizin bilgi sistemlerinin elektronik dönüşümünde üstleneceği başrol ile pek çok yapısal dönüşümün önünü açacaktır. Çeşitli danışmanlık kuruluşlarının araştırmaları, uygun şekilde hazırlanmış bir kimlik sisteminin GSYİH’a % 3 ila 13’üne eşdeğer bir ekonomik katkısı olabileceğini göstermektedir. Bununla beraber mevcut süreçlerin güvenlik ve mahremiyet seviyesi daha da artırılmış olacaktır. Hali hazırda ülkemizde kamu ve/veya özel sektör paydaşlarına sahip kullanım senaryolarının (eğitim, lojistik, sağlık, ithalat ve ihracat, finans, GSM operatör hizmetleri, hukuk, vb. alanlarda) dönüşümü sonucunda, gereksiz aracı yapılar ortadan kalkacak ve güvenlik seviyesi, maliyet ve hızı artmış olacaktır. Geliştirilecek bu yeni nesil altyapının, ülkemizin kamu ve özel kuruluşlarının dijital dönüşümünü hızlandırıcı etkisi olacaktır. KVKK uyum sorunları nedeniyle dijital dönüşümü sağlanamayan, içinde, kamu ve/veya özel kuruluşların birden fazlasını bulunduran çeşitli süreçlerin, kimlik yönetim sisteminde blokzincir ve kriptoloji bileşenleri ile sağlanacak güven altyapısı sayesinde hayata geçirilmesi mümkün olacaktır. Altyapının en önemli faydalarından birisi de ulusal kimlik verilerinin yurtdışına çıkmasının engellenecek olmasıdır. TÜBİTAK bünyesinde, ulusal imkânlarla geliştirilmiş olan SafirBulut ve SafirDepo teknolojilerinin, blokzincir ve dijital kimlik sistemlerine entegrasyonu sağlanarak, kamu kurumlarının blokzincir projelerini yerli bulut platformları üzerinde ve yurtdışına bilgi çıkması gerekmeksizin, hayata geçirmeleri kolaylaştırılacaktır. MODKA altyapısı, Ulusal Açık Veri platformunu kurulmasında da yapıtaşısı olarak kullanılabilir. Sistemin gerçek dünyada sayısız



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

uygulama alanı vardır. Bu alanlardan üç adet senaryoya ait çalışmalar (bankaya uzaktan müşteri kaydı, elektrik Aboneliği ve SIM Kart değişikliğinin bankacılık sistemleri ile tümleştirilmesi) Akbank ve Turkcell ile birlikte sürdürülmektedir.

Türkiye Bilişim Vakfı (TBV) önderliğinde, 8 Haziran 2018 tarihinde blokzincir teknolojisinin Türkiye’de kullanımının artırılması, faydalarının araştırılması ve stratejik hedeflerin belirlenmesi gibi nedenlerle, Blokzincir Türkiye Platformu (BCTR) adında bir yapı oluşturulmuştur. Bu platform Türkiye’de sürdürülebilir blokzincir ekosistemi oluşturarak, bu teknoloji ile yapılan işlemlerdeki zorlukların giderilmesini hedeflemektedir (TÜBİTAK, 2022b). 2022 yılında bu platformun girişimi ile İstanbul Üniversitesi’nde ilk kez bir blokzincir laboratuvarı kurulmuştur (Teknosafari, 2022). Ayrıca, 1990 yılında 13 kamu ve özel bir Türk bankasının ortaklığıyla kurulan Bankalararası Kart Merkezi (BKM) blokzincir teknolojisini birden çok alanda kullanmaktadır. Dijital kimlik, akıllı sözleşmeler, dağıtık kayıt defteri konularında blokzincir temelli çalışmalar yürütülmektedir. Örneğin, belgem.io başlıklı proje kapsamında kurumlar tarafından kişilerin adına tanımlanmış sertifikalar özel bir Quorum blokzinciri ağı üzerinde güvenle saklanmaktadır. Asimetrik kriptografi ile doğrulanabilen bu dijital sertifikalar kişilerin özgeçmişine eklenebilmekte, kişi ve kurumlarla paylaşılabilir (Belgem.io, 23).

Ülkemizin başlangıç firması ekosistemi göz önünde bulundurulduğunda metaverse alanında çalışmalar yürüten 2016-2021 yılları arasında kurulmuş 13 firma görülmektedir. Bu firmalar ağırlıklı olarak oyun teknolojileri, NFT ve AR/VR teknolojilerinde faaliyet yürütmektedir. Öte yandan, blokzincir teknolojileri özelinde bakıldığında 2016-2021 yılları arasında 74 başlangıç firmasının kurulduğu görülmektedir. Bu firmaların çoğunluğu finansal teknolojiler (FinTek) kapsamında faaliyetlerini yürütmektedir (Startups.watch, 2022).

Blokzincir teknolojileri özelinde öğrencilere ve girişimcilere yönelik çeşitli yarışmalar da düzenlenmektedir. Örneğin, 2018 yılından beri düzenlenen TEKNOFEST Havacılık, Uçay ve Teknoloji Festivali’nin dördüncüsü 20-22 Eylül 2021 tarihlerinde düzenlenmiş olup Take Off Girişimci Zirvesi kapsamındaki girişimcilere yönelik yarışmalarda blokzincir teknolojilerine ayrıca yer verilmiştir. 30 Ağustos - 4 Eylül



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

tarahleri arasında beşincisi düzenlenecek TEKNOFEST'in teknolojileri yarışmaları kapsamında da blokzincir teknolojilerini kapsayacak projeler yarışabilecektir (Örn. Sanayide Dijital Teknolojileri Kategorisi) (Teknofest, 2022). Ayrıca, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı himayelerinde, Bilişim Vadisi ve TÜBİTAK TÜSSİDE ortaklığında kurulan "Türkiye Açık Kaynak Platformu" kamu ve özel sektör şirketleri, STK'lar, üniversiteler, eğitim kurumları ve topluluklardan oluşan paydaşları ile açık kaynak ekosistemini geliştirmek için faaliyetlerini sürdürmektedir. Türkiye Açık Kaynak Platformu açık kaynaklı yazılım ekosistemini geliştirmek, yazılım geliştiricilerin gerçek problemlere çözüm üretebilmeleri ve açık kaynaklı yazılımlara katkı vermelerini teşvik etmek için çeşitli eğitimlerin yanı sıra hackathon (AçıkHack – Açık Kaynak Hackathon Programı), yarışma, vb. etkinlikler organize etmektedir. 13-15 Mayıs 2022 tarihlerinde Bilişim Vadisi'nde düzenlenen hackathon blokzincir, NFT ve metaverse alanlarına odaklanmış ve 36 saat süren etkinlikle 41 takım 112 geliştirici yarışmıştır (Türkiye Açık Kaynak Platformu, 2022).

Diğer yandan özel sektör firmalarının da blokzincir konusunda çalışmaları ve uygulamaları bulunmaktadır. Özel bankaların yanı sıra Paribu, BTC Türk gibi fintech firmaları da bu teknolojileri bünyelerinde geliştirmektedir. Öte yandan, EnerjiSa Enerji Üretim, EnerjiSa Üretim Santralleri, Ford Otomotiv Sanayi, Migros, Pegasus, Türk Hava Yolları, Türk Traktör Ziraat Makineleri ve Vestel gibi büyük firmaların da çalışmaları bulunmaktadır (Paribu, 2021).

Küresel ölçekte ise DeFi (merkeziyetsiz finans), günümüz geleneksel finansal uygulamaların muadili olan hizmetleri merkeziyetsiz olarak gerçekleştirmek üzere son yıllarda hızla gelişmiş, milyarlarca dolarlık bir ekonomiye dönüşmüştür.

Bunlarla birlikte blokzincir teknolojisi ile kripto para dışındaki alanlarda, benzer ihtiyaçları karşılamak üzere harekete geçilmesi uzun sürmemiştir. Anlam ve değer içeren herhangi bir varlığın, bir aracıya ihtiyaç duymadan, güvenli bir şekilde kaydının tutulması ve bu kayıtların sahipliğinin paylaşılması veya el değiştirmesi ile birlikte, bugüne kadar henüz keşfedilmemiş çok farklı iş modelleri ortaya çıkmıştır. İlk olarak finans alanında yorumlanıp değerlendirilmiş olsa da başka pek çok uygulama alanı olacağı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

görülmektedir. Halen çalışılan uygulama alanları arasına sürekli olarak yenileri eklenmektedir.

Dijital kimlik, kripto paralardan sonra Blokzincir teknolojisinin somut projelere dönüştüğü diğer bir uygulama alanıdır (Kalman ve Toth, 2019). Dijital kimlikler, sanal ortamlarda her aktörün (kişi, kurum, nesne), gerçekte iddia ettiği aktör olduğunu doğrulayabilmek, diğer aktörlerden ayırt edebilmek için, bir tanımlayıcıyı ve bazı nitelikleri, o aktöre şüpheye yer bırakmayacak şekilde bağlar. Son yıllarda ortaya çıkan, blokzincir tabanlı merkeziyetsiz kimlik yönetim sistemleri, üçüncü taraflara güvenmeden kendi kimliklerimizi yönetmeye ve kullanmaya izin vermektedir. Bu konuda standartlar oluşmaya başlamıştır. W3C, genel kabul gören, merkezi olmayan tanımlayıcılar ve sertifikalar için ortak bir veri modeli, formatı ve işlemleri yayınlamıştır (Reed vd., 2020; Sporny vd., 2020). Ürünlerin ve uygulamaların sayısı hızla artmaktadır. Kimlik bilgilerinin, güvenli ve gizliliğe saygılı ve otomatik olarak doğrulanabilir, standart bir şekilde ifade edilmesini ve kullanılmasını sağlar.

Blokzinciri teknolojisinin avantajları aşağıda sunulmuştur,

- **Açıklık:** Blokzincir teknolojisinin en büyük avantajlarından biri, herkesin blokzinciri teknolojisine katkıya katılabileceği her şekilde erişilebilir olmasıdır, dağıtılmış ağa katılmak için kimseden herhangi bir izin alınması gerekmez.
- **Doğrulanabilirlik:** Blokzincir teknolojisi, bilgileri merkezi olmayan bir şekilde depolamak için kullanılır, böylece herkes, bir tarafın veriler hakkında hiçbir şey açıklamadan verilerin doğruluğunu başka bir tarafa kanıtladığı sıfır bilgi kanıtını kullanarak bilgilerin doğruluğunu doğrulayabilir.
- **Kalıcılık:** Blokzincir teknolojisi kullanılarak saklanan kayıtlar veya bilgiler kalıcıdır, çünkü bir dizi güvenilir düğüme sahip merkezi olmayan bir ağ olduğu için kopya kopyalar her yerel düğümden depolandığından, veriyi kaybetme konusunda ihtimali gerek yoktur.
- **Dış Etkilere Kapalılık:** Blokzincir teknolojisi, herhangi bir tek tarafın kontrolüne sahip olmadığı için dış etkilere kapalı olarak kabul edilir. Akıllı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

sözleşmeler kullanarak işlemleri onaylayan doğrulama ve fikir birliği protokolleri için güvenilir düğümler kavramına sahiptir.

- **Güvenlik:** Blokzincir her işlemi birbirine bağlı bir blokta depolamak için daha sıkı bir güvenliğe sahip olmak için karma teknikleri kullanmaktadır. İşlemleri depolamak için SHA 256 kriptografik özet fonksiyonları kümesi kullanır.
- **Değişmezlik:** Merkezi olmayan yapısı nedeniyle blokzinciri teknolojisinde veriler değiştirilemez, bu nedenle herhangi bir değişiklik tüm düğümlere yansımakta ve sahteciliğin önüne geçilmektedir.
- **Şeffaflık:** Ağdaki tüm düğümlerin ağdaki işlemin bir kopyasına sahip olduğu her yerde işlem geçmişlerini şeffaf hale getirir. İşlemlerde herhangi bir değişiklik olursa, diğer düğümler tarafından görülebilir.
- **Maliyet ve Verimlilik:** Blokzincir işlemler arasındaki herhangi bir üçüncü taraf müdahalesini ortadan kaldırır ve sistemi verimli ve daha hızlı hale getiren hatayı ortadan kaldırır. Aynı nedenlerden ötürü de işlem maliyetlerinin de düşmesini sağlamaktadır.

Blokzincir teknolojisinin dezavantajları aşağıda sunulmuştur,

- **Güç Kullanımı:** Madencilik faaliyetleri nedeniyle blokzincirindeki güç tüketimi yüksektir. Gerçek zamanlı bir defter tutmak, bu tüketimin nedenlerinden biridir çünkü her yeni bir düğüm oluşturduğunda, her bir diğer düğümle aynı anda iletişim kurması gerekmektedir.
- **Maliyet:** Her blokzincir işlemi aynı zamanda yüksek enerji gerektirmekte ve bu da işlem maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.
- **Olgunlaşmamışlık:** Blokzincir yeni bir teknoloji olduğundan bireylerin ve kurumların bu teknolojiye uyum sağlama süreçleri uzun zaman alacaktır.
- **İşlem Süreleri:** Zaman Alıcı: Zincire bir sonraki bloğu eklemek için madencilerin birçok hesaplama yapmaları gerekmektedir, bu nedenle işlem süreleri uzun zaman almaktadır.
- **Kanuni Altyapı:** Dünya genelinde blokzincir ve akıllı kontratların işleyişine ait kabul gören kanuni düzenlemeler mevcut değildir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

3.2.Nitelikli Fikri Tapu (NFT)

Nitelikli Fikrî Tapu (NFT) bir benzeri bulunmayan ve oluşturulması mümkün olmayan varlıkların blokzincir teknolojisi üzerinde varlığa özgün şekilde tanımlanmış bir token çeşididir. Doğrulanabilir dijital sahiplik, özgünlük, izlenebilirlik ve güvenlik kayıtları oluşturmak için çok farklı sektörlerde uygulamaları görülmektedir. Metaverse açısından değerlendirildiğinde de NFT'lerin dolayısıyla blokzincirin uygulama alanlarının geniş olacağı belirtilmektedir. Öne çıkan uygulama alanları kripto/dijital sanat eserleri ve koleksiyonlar, sanal-artırılmış gerçeklik ortamları ve oyunlar, çeşitli yatırım araçları (değerli eşyalar, araçlar, gayrimenkuller vb.), fikri sınai mülkiyet hakları, lisanslar, kullanım hakları ve finansal belgelerdir.

NFT teknolojisini üretmek için bir dijital cüzdana sahip olmak gerekmektedir. Dijital cüzdanda, NFT teknolojisine yatırım yapılmasını sağlayan kripto paralar olmalıdır. Bu kripto paralar NFT pazaryerlerinde kullanılmaktadır. Kullanıcılar dijital cüzdana sahip olduktan sonra, elindeki benzersiz ürünleri üretip satabilmektedir. Satılmak istenilen benzersiz dijital ürünlerin Opensea, Rarible veya KnownOrigin gibi NFT pazaryerlerine yüklenmesi gerekir. Dijital ürünün sahibi fiyatı ve kaç tane satılacağı belirlendikten ve ağ ücreti ödedikten sonra, benzersiz dijital ürününü üretilmiş olur. Böylece, dijital ürün blokzincir teknolojisinde kayıt altına alınmıştır. Ürünün kayıt altına alınması, ürünün kopyalanmasının önüne geçilmesi açısından oldukça önemlidir (BTM, 2022)

Ankara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Temel Sanat Eğitimi Bölümünün genel sosyal seçmeli dersler havuzuna eklenen “NFT’ye Giriş” dersinin ilki, 18 Şubat 2022 tarihinde Cumhurbaşkanlığı Millet Kütüphanesi’nde gerçekleştirilmiştir. Bazen resim, bazen tablo, bazen de bir twit olarak karşımıza çıkan NFT’nin Türkiye’de anlaşılması, farkındalığının oluşturulması oldukça önemlidir.

NFT’lerle ilgili tecrübeler arttıkça yeni iş modelleri de ortaya çıkmaktadır. Fiziksel varlıkların dijitalleştirilmesi (tokenizasyonu), birçok sektöre uyarlanabilmektedir. NFT şeklinde devlet tahvillerinin küresel ölçekte alınıp satılması da



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

potansiyel bir uygulama alanıdır. Mevcut sistemlerde, dijital veriler büyük veritabanlarında, çok çeşitli formatlarda depolanır. NFT, nadirliğin, benzersizliğin ve özgünlüğün şeffaf bir şekilde yönetilebildiği merkezi olmayan, evrensel dijital temsil ve sahiplik katmanı sağlar. Sanal eşyaları tanımlamak ve yönetmek için ortak standartlar oluşmasını da sağlamaktadır. Ülkemizden de pek çok dijital sanatçı, eserlerini NFT olarak dış dünyaya açmıştır ve Tarık Tolunay'ın "Fractal Istanbul-Pandemi" eseri Türkiye'den satılan ilk NFT olarak kayıtlara geçmiştir.

3.3.DAO (Merkeziyetsiz Otonom Örgütler)

DAO (Decentralized Autonomous Organization) blokzincir teknolojisi ile hayatımıza giren, yetenekleri geliştikçe daha da yaygınlaşacak olan diğer bir yeniliktir (Samman ve Freuden, 2020). İşleyiş kuralları, akıllı sözleşme formatında kodlanmış ve blokzincir üzerinde yaşayan sanal organizasyonlar olup ilk olarak 2013 yılında tanımlanmıştır. İnsanların veya başka DAO'ların, çeşitli amaçlarla (sosyal, yardım, ekonomik vb.) bir araya gelebilmelerine olanak sağlayan DAO yapılarında tipik olarak organizasyonun yönetişimi, karar alma süreçleri, varlık/zenginlik dağıtımı, üyelik, organizasyonun ana amacına üye katkısını yönetimi, teşvik mekanizmaları, çatışma çözme gibi fonksiyonlar bulunur. Genelde üyelerinin katıldığı oylamalara dayalı olarak işlerler.

3.4.Akıllı Sözleşmeler

Akıllı Sözleşmeler kavramı ilk defa 1994 yılında bir hukuk profesörü olan Szabo'nun yaptığı çalışmalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Szabo, sözleşme yapımında; güven ile ilgili sorunların giderilmesi ihtiyacının zaman içerisinde artacağını öngörmüştür (Tevetoğlu, 2021). Akıllı sözleşmeler güven otoritesine ihtiyaç duymadan, kişiler veya kurumlar arasında yapılan ve şartları dağıtık defter teknolojileri ve protokolleri ile garanti altına alınmış anlaşmalardır. Anlaşma şartları blokzincir doğrulama mekanizmaları vasıtasıyla sağlandığında; yükümlülükler otomatik olarak yürürlüğe girer ve blokzincir



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

ağında kayıt altına alınır. (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2022) Blokzincir tabanlı akıllı sözleşmeler; blokzincir üzerinde taraflar arasındaki anlaşmanın şartlarını otomatik olarak yerine getiren kendiliğinden uygulamalı kodlar bütünüdür. Akıllı sözleşmeler, birçok veritabanında ve ERP sisteminde kullanılmaktadır (Deloitte, 2022)

Şu anda en popüler akıllı sözleşme platformu Ethereum'dur, ama diğer birçok kripto para birimi blokzincir de (EOS, Neo, Tezos, Tron, Polkadot ve Algorand dâhil) akıllı sözleşmeleri çalıştırabilir. Herkes tarafından oluşturulabile ve kodları şeffaf ve herkes tarafından doğrulanabilen akıllı sözleşmeler blokzincirine uygulanabilir.

Akıllı sözleşmelerin kullanımını yakın gelecekte giderek artacaktır. Yazılım ve donanım yeterliliği, kullanımın yaygınlığı ve kullanıcı tecrübesinin oluşması akıllı sözleşmelerden beklenen faydayı sağlamak adına oldukça önemlidir. Şeffaflık ile ilgili gizlilik açısından doğan çekinceler, güvenlik sorunları, hacklenme riskleri olmasına rağmen, akıllı sözleşmelerin doğru veri ve yapay zekâ ile desteklenmesi halinde gelecek yıllarda kullanım alanı artacaktır (Tevetoğlu, 2021).

Akıllı sözleşmelerin geniş kullanım alanları ve taşıdığı potansiyele rağmen, geleneksel sözleşme ilişkilerinin sözleşme ihlali, sözleşmenin uyarlanması gibi birçok sorununa henüz cevap verecek mahiyette değildir. (Blockchain Türkiye, 2022). Ülkemizde akıllı kontratlar ile ilgili yasal düzenleme bulunmadığından dolayı güncel kullanım alanı mevcut değildir.

Akıllı kontratların için dünyada başarılı uygulama örnekleri aşağıda sunulmuştur,

- İsveç taşınmaz üzerinde var olan işlemlere ait süreçleri kaydetmek için blokzincir kullanmak için çalışmalara başlamıştır. Fizibilite amaçlı yapılan bir çalışmada taşınmaz sahipliğinin taraflar arasında aktarılması esnasında gerekli olan bürokratik işlemler için geçen süreden önemli ölçüde tasarruf edildiği, işlem hatalarının ve dolandırıcılık riskinin azaldığı tespit edilmiştir (Lantmäteriet, ChromaWay, ve Future., 2016)
- Oylama süreçlerinin güvenli ve anonim olarak gerçekleştirilmesi konusunda akıllı kontratların kullanılması söz konusudur. Elektronik oylama makinelerinde kullanılmak üzere geliştirilen "Fair and Secure Distributed Voting Using Smart Contracts" (FASTEN) algoritması bu



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

konuda hazırlanan önemli bir gelişmedir (Damle, Gujar, ve Moti, 2021). Yapılan başka bir çalışmada da oylama süreçlerinin Ethereum blokzinciri üzerinde akıllı kontraların kullanımı ile yapılabilmesi için gerekli alt yapı ortaya konulmuştur (Susanto, 2020).

- Akıllı sigorta sözleşmeleri ile taraflar arasında sözleşmenin kabul edilmesi, hasar sürecinin yönetilmesi ve tazminatın ödenmesi otomatik biçimde söz konusu olabilmektedir. Örneğin, tarım sigortaları alanında da tazminat ödemeleri kamuya açık meteoroloji verilerine ve diğer ilgili göstergelere bağlı şekilde yürütülebilmektedir. Sel gibi durumlarda, yağış miktarı veya bitki düzeyi gibi değişkenler dikkate alınarak hasarların çiftlik bazında belirlenmesi gerekmeksizin verilerin akıllı sözleşmeye aktarılmasıyla tazminat hesaplanmasının ve ödeme yapılması otomatik biçimde gerçekleşmektedir (Xiong vd., 2020).

Akıllı kontratların için dünyada başarılı uygulama örnekleri aşağıda sunulmuştur:

- **%51 Atağı:** Bu kavram, işlemlerin sürekliliğini sağlayan ve gerekli onay mekanizmalarını sağlayan bilgisayarlara (node) sahip olan madencilerin %51'inin anlaşması sonucunda sistemi çökertebilme gücünü ele geçirmelerini ifade etmektedir. Blokzincirinin bu tehditle muhatap olmak zorunda kalmasının nedeni, işlemlerin merkezî bir otoritenin onayına ihtiyaç duymadan işlemleri node'lara doğrulatma yöntemini kullanmasıdır. Eğer çoğunluk anlaşıp geçersiz bir işlemi geçerli kabul eder ve onaylayıp blok zincirine kaydederse, sistemin güvenilirliği zarar görecektir (Yli-Huumo vd. 2016).
- **Ölçekleme Sorunu:** Bitcoin blokzinciri saniyede en fazla yedi aktarımı işleyebilmektedir. Bu hız, yüksek miktardaki aktarımlara cevap vermek için yeterli olmadığından işlemlerde gecikmelere neden olur. Ayrıca, her blok boyutu 1 MB ile sınırlıdır ve daha büyük boyutlu verileri içeremez (Zheng vd. 2017).



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

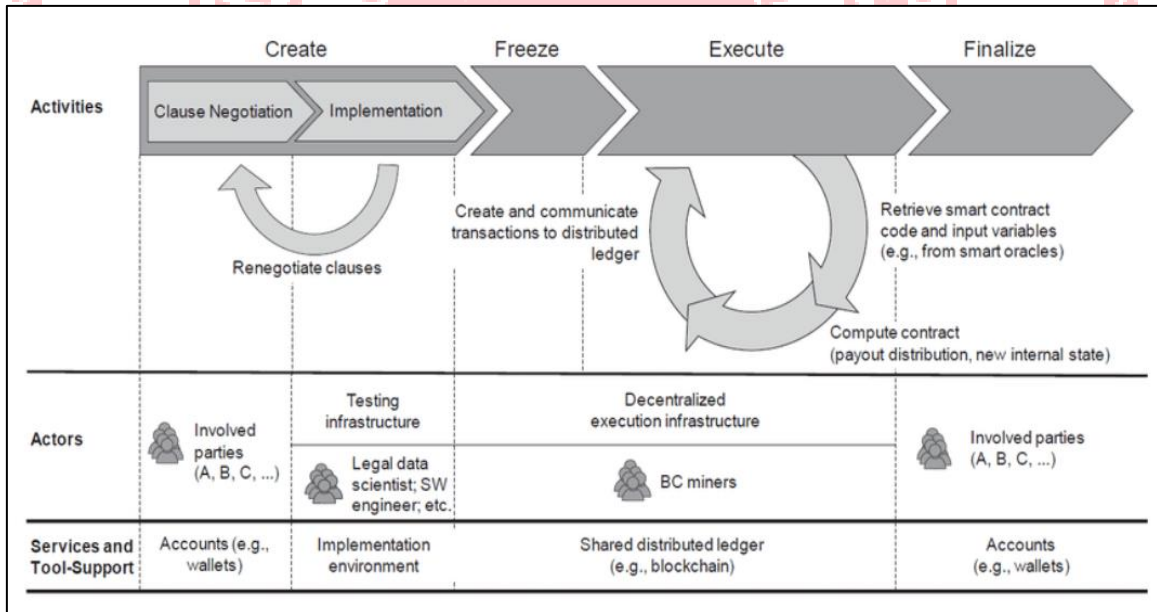
KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- **Kaynak İsrافی:** Akıllı kontratla işlemlerinin devamı için gerekli olan madencilik faaliyeti için kullanılan ve sadece Bitcoin blokzinciri için söz konusu olan elektrik enerjisi, İsviçre büyüklüğünde bir ülkenin bir yıllık enerji tüketimine eşittir (Lee, 2018).

Akıllı kontratların yaşam döngüsü kapasımında yazılım geliştirici tarafından talep edilen şartlara uygun akıllı kontrat tasarlanır ve kodlaması yapılır. Hazırlanan akıllı kontrat gerekli test işlemleri yapıp, başta talep edilen kıstaslara uygunluğu onaylandıktan sonra yayınlanır. Akıllı kontratta belirlenen şartlar ortaya çıktığında sistem tarafından akıllı kontratta belirlenen şartlar otomatik olarak devreye alınır. Şekil 5'te akıllı kontratların yaşam döngüsü bir belirtilmiştir (Gec vd., 2018).

Şekil 5 - Akıllı Kontratların Yaşam Döngüsü (Gec vd., 2018)



Akıllı kontratların avantajları aşağıda verilmiştir,

- **Aracıların Bulunmaması:** Akıllı sözleşmelerin tercih edilmesindeki amaçlardan biri de bu nevi sözleşmelerde aracı kurum ve şahısların



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

bulunmaması, bu sayede zaman ve masraftan büyük ölçüde kaçınılabilmektedir. Yine de her durumda bu tür sözleşmelerin kurulma aşamasında detaylıca incelenmesi ve talimatların gelecekteki farklı ihtimaller düşünülerek oluşturulması gerekmektedir.

- **Hız:** Elden belge işlemeye gerek olmaksızın, akıllı sözleşmeler kod üzerinden bilgisayar ortamında çalışır. Sonuç olarak, işlemleri çok hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu hız, birçok geleneksel iş süreçlerine kıyasla zamandan tasarruf sağlayacaktır.
- **Şeffaflık:** Şeffaflığı sağlamak için, zincirdeki her işlem, ağdaki diğer tüm kullanıcıların görebileceği şekilde veri tabanlarına işlenir. Herkes bu işlemleri görebilir.
- **Güvenlik:** Blokzinciri, kriptografik hash'ler ile bağlanmış ve dağıtılmış dijital bir defterdir. Defter, “eşler arası” bir ağda paylaşılıp, ağdaki her düğümün kopyası tüm kullanıcıların bilgisayarında kopyalanır. Ağdaki düğümler, doğrulanabilen ve yeni bir blokta zincire eklenebilen işlemleri gönderir. Her blok, içeriğinin bir özetine ve bir önceki bloğun özetine sahiptir. Bu nedenle, en küçük değişiklik bile veri akışını bozacağından ötürü, diğer kullanıcıların veri tabanlarından bulunan kayıtlar ile karşılaştırıldığı zaman bu noksanlık tespit edilecektir.
- Akıllı sözleşmeler güven sorununu ortadan kaldırmaktadır. Sözleşmeler kurulurken tarafların, sözleşme konusunun gerçekleşip gerçekleşmeyeceği veya gelecek vade ve edimler için şüphe ve güvensizlikleri her zaman söz konusudur. Ancak, buradaki “if... then...” sistemi sayesinde güven duymaya ihtiyaç kalmamaktadır. Sözleşme bir kere kurulduğunda ve taraflardan biri üstlendiği sorumluluğu gerçekleştirdiğinde diğer bir deyişle gereken koşulun gerçekleşmesi durumunda yukarıda da bahsedildiği üzere akıllı sözleşmedeki kod uyarınca gerekli işlemler otomatik olarak gerçekleşecektir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- **Değişmezlik:** Blokzincir ağına işlenen veriler değiştirilemeyecektir. Bu nedenle, tarafça, sözleşmede belirlenen koşulların aksinin iddia edilmesi mümkün değildir.
- **Maliyet:** Akıllı sözleşmelerin otomatik olarak tetiklenmesi yeteneği sayesinde, üçüncü bir tarafa ödenen yönetim ve aracılık masrafları ortadan kalkacaktır.

Akıllı kontratların dezavantajları aşağıda sunulmuştur,

- Sözleşmeyi meydana getiren kod yapısının sorunsuz olması gerekir. Kodda hata olması ya da kötüye kullanıma açık güvenlik açığı bulunması kötü sonuçlar doğurabilir. Kodunda hata olursa yatırılan paralar çalınabilir.
- Akıllı sözleşmeler çok yeni bir teknolojidir. Dolayısıyla hükümetlerin bu sözleşmeleri denetlemesi zordur. Vergilendirme hususunda herhangi bir fikir ortaya atılmış değildir. Taraflar arasında sorun çıktığında sorunun çözümü için başvurulacak bir mecra yoktur.
- Geleneksel sözleşmelerde mahkemelerde çözülebilecek problemler blok zincir ve akıllı sözleşmelerdeki kod mantığı ile çözülmesi zorlaşabilir.
- Akıllı sözleşmeler için hala oldukça yeni bir teknoloji ürünü diyebiliriz. Zamanla pek çok ihtiyacı cevaplar hale gelebilecek olsa da, hala sorun yaratabilmeleri mümkün gözükmektedir. Bu kapsamda sözleşmeyi oluşturan kod ve algoritma mükemmel ve hatasız olmalıdır.
- Ayrıca, teknolojinin yeniliği uygulamada çok fazla soruyu da beraberinde getirmektedir. Örneğin; devletler akıllı sözleşmelerin denetlemesini nasıl gerçekleştirecek ve nasıl vergilendirilecekler? Sözleşmeye aykırılık durumunda ne olacak? Klasik anlamda bir sözleşmede aykırılık yaşanması halinde söz konusu uyuşmazlık mahkeme veya icra aracılığı ile çözülebilirken burada durum ne olacak?
- Üçüncü Tarafın Kaldırılmaması: Akıllı sözleşmelerin, teorik olarak üçüncü kişilerin sürece katılımını ortadan kaldırması mümkün olsa da,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

bazen bu olgunun pratik anlamda gerçekleşmesi zordur. Tarafların yazılım bilgileri yetersiz olabilir. Bu durumda üçüncü kişiler, klasik sözleşmelerde üstlendikleri rollerden farklı roller üstlenirler. Örneğin, klasik sözleşmelere nazaran akıllı sözleşmelerde, avukat gibi yasal danışmanlara gerek kalmayacaksa da, tarafların akıllı sözleşmelerin tasarımı için uzman bir yazılımcıdan yâda akıllı sözleşme oluşturma platformlarından yardım alması gerekebilir.

- Açık Kaynak Kodu: Çoğu akıllı sözleşme kodu açık kaynak kodludur. Tam anlamıyla kusursuza yakın bir biçimde tasarlanmadığı takdirde kötü niyetli kişiler sözleşmenin içerdiği kusurlardan faydalanabilir.
- Esneklik: Akıllı sözleşmelerin esnekliği yoktur. Blokzincir teknolojisi, verilerin değiştirilmesine izin vermeyecek şekilde inşa edilmiştir. Daha önce oluşturulan bir sözleşme değiştirilemez.
- Yoruma Müsait Olmama: Mutabakat sağlanan kararlar; kodlara yansıtılırken net ve basit bir biçimde ifade edilmelidir. Koşullar kesin anlam içermediği takdirde taraflardan birinin tetikleyici işlemi gerçekleştirse dahi, sözleşme kendisinden beklenen eylemi icra edemeyecektir.

3.5.Dijital İkizler

Dijital ikizler tedarik zincir ve lojistikte de yaygın olarak kullanılmaktadır. Seçili uygulama alanları aşağıda verilmiştir (Dilmegani, 2022)

- Ambalaj Malzemelerinin Performansını Tahmin Etme: ürün ambalajı sanallaştırılabilir ve ardından ambalajlanmadan önce hatalara karşı test edilebilir. Dijital ikizler, lojistik şirketlerinin malzeme seçimine yardımcı olur.
- Gönderi Korumasını Geliştirme: Lojistik şirketleri, dijital ikizlerin yardımıyla farklı paketleme koşullarının ürün teslimatını nasıl etkileyebileceğini analiz edebilir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Depo Tasarımını ve Operasyonel Performansı Optimize Etme: Dijital ikizler, lojistik şirketlerinin depo yerleşimlerini test etmelerini sağlar, böylece şirketler operasyonel performansı en üst düzeye çıkarmak için en verimli depo tasarımını seçebilir.
- İnşaat sektöründe kullanılan dijital ikizler inşaat firmalarının bir binanın gerçek zamanlı olarak nasıl performans gösterdiğini anlamasına yardımcı olabilir ve bu da verimliliği optimize etmek için performansta ince ayar yapmalarına olanak tanımaktadır. Dijital ikizden toplanan veriler, gelecekteki binaları planlamak ve tasarlamak için kullanılabilir.
- Sağlık sektöründe dijital ikizler, sağlık hizmeti sağlayıcılarının hasta bakımını, maliyeti ve performansı optimize etmek için sağlık hizmet deneyiminin sanallaştırmasına yardımcı olmaktadır. Sağlık hizmetleri için kullanım durumları iki gruba ayrılabilir,
 - **Operasyonel Verimliliğinin Arttırılması:** Bir hastanenin dijital ikizini oluşturmak, operasyonel stratejiler, kapasiteler, personel ve bakım modelleri, sağlık hizmeti sağlayıcılarının kuruluşun operasyonel performansını incelemesine yardımcı olur.
 - **Kişiselleştirilmiş Bakımın İyileştirilmesi:** Sağlık hizmeti sağlayıcıları ve ilaç şirketleri, hastaların genom kodunu, fizyolojik özelliklerini ve yaşam tarzlarını modellemek için dijital ikizleri de kullanabilir, böylece sağlık şirketleri her hasta için benzersiz ilaçlar gibi kişiselleştirilmiş bakım sağlayabilir.
- Dijital ikizlerin uygulamaları en yaygın olarak imalat endüstrisinde yer almaktadır. İmalat sektöründe seçili dijital ikiz uygulama örnekleri aşağıdaki gibidir,
 - **Ürün Geliştirme:** Dijital ikizler, piyasaya sürülmeden önce ürünlerin fizibilitesini test etmelerine yardımcı olmaktadır. Test sonuçlarına göre, ürün geliştirme süreçleri optimize edilip, prototip ürünlerde değişiklik yapılabilir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- **Ürün Tasarımlarını Özelleştirme:** Dijital ikizlerle işletmeler, müşterilerine kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunabilmek için ürünün çeşitli sürümlerini tasarlayabilirler.
- **Ürün Performansını İyileştirme:** Ürünleri takip etmek, analiz etmek ve kusurlu ürünleri tespit etmek ile amaçlanandan daha düşük performansa sahip olan ürünleri bulmak amacıyla dijital ikiz kullanılması söz konusudur.
- **Öngörücü Bakım:** Üretim için kullanılan makinelerin potansiyel arızalarını tahmin etmek için dijital ikizlerden kullanılabilir. Bu sayede, arıza meydana gelmeden önce harekete geçilebilmesi mümkün olacağından makinelerin genel verimliliğini artırması mümkün olmaktadır.

Dijital ikizlerin oluşturulması aşamasına kullanılan teknik ve teknolojiler aşağıda verilmiştir,

- **Donanım:** Dijital ikizlerin oluşturulması ve ikame edilmesi sürecinde en yüksek öneme sahip teknoloji, nesnelere ile yazılım arasında bilgi alışverişini sağlayan nesnelere interneti (internet of things, IoT) sensörleridir. Bunlara ek olarak, dijital sinyalleri mekanik hareketlere dönüştüren aktüatörler, yönlendiriciler, sunucular ve IoT ağ geçitleri gibi ağ cihazları da dijital ikizler için gereklidir.
- **Veri Yönetimi ve Orta Katman:** Dijital ikizlerin oluşturulması aşamasında veri entegrasyonu, işlenmesi ve kalite kontrollerinin hataya yer vermeyecek şekilde yapılması gereklidir. Bu tür çözümlerin örnekleri, dijital eşleştirme için genellikle önceden oluşturulmuş araçlarla birlikte gelen yaygın IoT platformları ve endüstriyel (industrial IoT, IIoT) platformlarıdır.
- **Yazılım:** Dijital ikizler için gerekli tüm verilerin toplanması, görselleştirilmesi, modellemesi ile rapor ve istatistiklerinin oluşturulması için gerekli olan tüm kod geliştirme ve uygulama süreçlerini



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

kapsamaktadır. Dijital ikizin önemli uygulamaları, gerçek zamanlı izleme ile tasarım ve benzetim yazılımlarıdır.

Dijital ikizler, üretim süreçlerinde makinelerin ve diğer ekipmanlarda neler olduğuna dair gerçek zamanlı bilgi verip, uygun modellerin kullanımı ile tahminlerde bulunabildiğinden, bakım sorunlarını azaltmak ve optimum üretim çıktısı sağlamak için imalat sanayinde farklı ölçeklerde kullanım alanlarına sahiptir. Örneğin, Chevron 2024 yılına kadar petrol sahaları ve rafinerilerdeki ekipmanlara uygulayacakları dijital ikiz teknolojisinden bakım maliyetlerinden milyonlarca dolar tasarruf etmeyi planlamıştır (Eshkenazi, 2022)

Dijital ikiz teknolojisi, şehir planlamacılarının enerji tüketiminin verimliliğini ve halkın hayatını iyileştirebilecek birçok uygulamayı geliştirmesine ve iyileştirmesine yardımcı olmaktadır. Bu kapsamda, Singapur'un oluşturulan dijital ikizi tüm bölgeleri son derece ayrıntılı 3B olarak göstermektedir. Dijital ikiz, varlık yönetimi ve karar verme süreçlerine destek olmak üzere kamu kurumlarıyla paylaşılmaktadır (UNDP, 2022). Dijital ikizlerin dünya genelinde başarılı uygulama örnekleri,

- **Dijital Şehir İkizleri:** Kore'nin üçüncü büyük şehri olan Incheon'daki yerel yönetim, altı temel kavramı temel alıp şehrin dijital ikizini inşa etmiştir. Bu kavramlar, yangına müdahale yönetimi, trafik, kentsel temizlik süreçleri, kamu tesislerinin yönetimi, kentsel gelişimin sağlanması ile yeniden canlandırılması. Örneğin, kentsel temizlik süreçleri kapsamında gerçek zamanlı olarak şehrin dijital ikizinde sokak temizleme araçlarının takip edilmesi ve yönlendirilmesi, her gün toplanan atıkların miktar ve tür bazında haritasını oluşturulmaktadır. Bu sayede kaynakların en iyi şekilde nasıl tahsis edeceği belirlenmektedir. Dijital ikiz alt yapısına yapılacak eklemeler ile kanalizasyon sistemleri, elektrik şebekeleri, telekomünikasyon, raylı sistem ulaşımı ve doğalgaz hatlarının izlenip ve kontrol edilmesi planlanmıştır. Incheon örneğinin gösterdiği gibi, coğrafi bilgi sistemlerinin en büyük faydalarından biri farklı kaynaklardan gelen



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

veriler için merkezi bir alt yapı sağlamasıdır. CBS konum ve zaman ile ilgili verilerin doğal buluşma alanıdır (LaShell, 2021).

- **Havacılık ve Savunma Sanayi:** Endüstriyel tasarım düzeyinde dijital ikiz teknolojisi, uçak özelliklerinin bütünlüğünü ve gerçek dünyada nasıl çalışacaklarını kontrol etmek için test ve değerlendirme araçları olarak kullanılmaktadır. Örneğin, dijital ikizler ile birlikte jet motorlarının kanatlarının performansı, gerçek ortamlarında üretilen motorların kanat performansı ile karşılaştırılıp, optimize edilmektedir. Üretim tesisi düzeyinde ise, kapasite planlama, gerçek zamanlı uzaktan izleme ve süreç optimizasyonu için dijital ikizler kullanılmaktadır.
- **İmalat Sanayi:** Üretim sürecinin veya genel olarak bütün bir üretim sisteminin, nesnelerin interneti (IoT) aracılığı ile dijital ikizinin oluşturulması mümkündür. Gerçek zamanlı güncellemeler ile gerçek ortamda var olan üretim süreçleri sanal ortamda da izlenerek farklı senaryoların oluşturulmasına imkân vermektedir.

Yaşam döngüsü analizi (YDA), ISO 14040/44 standartlarına göre bir ürünün, hizmetin veya bir sürecin ham maddelerinin elde edilmesinden başlayarak, işleme, üretim, kullanım, yaşam sonu ve bertarafına kadar tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin hesaplandığı, ölçülebildiği, raporlanabildiği, kaynak verimliliği ve atık oluşum miktarı dâhil bilgiler veren bir değerlendirme yöntemidir. Dijital ikizler bu kapsamda her aşamada kullanılarak aşağıdaki belirtilen konularda fayda sağlamaktadır (CSI, 2022)

- Süreç ve ürün tasarımı geliştirme ve iyileştirme,
- Ürün etki ölçme,
- Çevresel etkileri belirleme (sera gazı ve karbon salınımları, su kullanımı ve enerji tüketimi, vb.),
- Stratejik planlama,
- Kaynak tüketiminin azaltılması,
- Karar verme,
- Pazarlama,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Eko etiketleme,
- İklim değişikliği ve diğer sürdürülebilirlik politikaları için hedef belirleme.

Öte yandan, dijital ikizler de karşılık geldikleri fiziksel nesnelere ve süreçler gibi YDA'ne tabidirler. Bu nedenle, hem dijital ikizlerin hem de karşılık geldikleri kavramların eş zamanlı olarak güncellenmesi gerekmektedir.

3.6.İnternetin Gelişimi

Web 2.0, katılımcı sosyal ağ olarak adlandırılmaktadır. Web 1'in gelişmiş sürümü olan web 2.0, kullanıcı tarafından oluşturulan içeriği, kullanılabilirliği ve iş birliğini vurgulamaktadır. Web 2.0 günümüzde mevcut web sitelerinin genelini ifade etmekte birlikte dinamik ve etkileşimli kullanıcıların etkileşimine, iş birliğine, içerik oluşturabilmelerine ve paylaşabilmelerine olanak sağlamaktadır. Kablolu veya kablosuz ağ teknolojilerini kullanan Web 2.0 platformlarında kullanıcı internette bulunan veri dosyalarını indirebilmekte ya da sisteme dosya yükleyebilmektedir. Web 2.0 aynı zamanda insanların düşüncelerini, görüşlerini ve deneyimlerini de paylaştığı birçok çevrim içi platformu ve uygulamaları içermektedir. Bunların başında sosyal medya siteleri, bloglar, wikiler gibi çevrim içi ağ bağlantılı teknolojiler gelmektedir. Facebook, Twitter, WhatsApp, Instagram gibi Web 2.0 ürünleri insanların sosyalleşme, öğrenme, eğlenme, iş yapma, etkileşimde olma vb. amacıyla kullandıkları en popüler sosyal medya araçlarından bazılarıdır (Türk vd., 2022).

İnternetin bir sonraki adımı olarak ifade edilen Web 3.0 için çalışmalar devam etmekte olup, ne olduğuna net bir tanımlama yapılamamaktadır. Genel olarak Web 3.0, Bitcoin ve Ethereum gibi merkeziyetçi olmayan çeşitli ağlar tarafından mümkün kılınan bir dijital teknoloji anlamına gelir (Polat ve Öz, 2021). Web 3, blokzincirine dayalı, merkezi olmayan bir çevrim içi ekosistem olarak da ifade edilmektedir. Web 3 üzerinde oluşturulan platformlar ve uygulamalar, merkezi bir ağ geçidi denetleyicisine bağlı değildir (Türk vd., 2022).



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) ile ortaya çıkan Web 1.0, internetin en eski sürümü için kullanılan terim olarak nitelendirilmektedir. 1989 yılında Tim Berners-Lee tarafından ortaya atılan Web 1.0 kavramı, 2004 yılında yerini Web 2.0 teknolojilerine bırakmıştır. Web 3 ilk kez 2014 yılında Ethereum'un kurucu ortağı Wood tarafından ortaya atılmıştır. Temelini yapay zekâ ve blokzincirin oluşturduğu Web 3.0'ın geleceği şekillendiren ve internette yeni bir çağ açması beklenmektedir. Bu teknolojinin getirdiği temel yenilik; tek bir şirket veya kuruluşun kontrolünde olamayan, herkesin güvenebileceği platform ve ortamların oluşturulmasıdır. Merkezi bir kontrol noktası olmaması, bilgiler arasında artan ilişki, daha verimli görüntüleme, daha başarılı reklamlar ve pazarlama, daha iyi müşteri desteği Web 3.0'ı öncekilerden üstün kılan özelliklerdir (Polat ve Öz, 2021). Web 3.0'ın büyük teknoloji şirketleri tarafından ilgi görmesiyle birlikte; Metaverse ve Web 3.0 ilişkilendirilmeye başlamıştır. Kripto para, NFT, DeFi, gibi kavramların oluşmasında rol oynayan Web 3.0, birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Web 3, kripto para işlemlerini kolaylaştırmak için en iyi bilinen kayıt tutma teknolojisi olan halka açık blokzincirlerinde çalışan internetin potansiyel yeni bir yinelemesini ifade eder (Türk vd., 2022). Günümüzde kullanılan birçok Web 3.0 uygulaması bulunmaktadır. Bunlardan en popüler olanlardan biri, kullanıcıların ödünç verip ödünç alabildiği, gerçek dünya varlıklarını fiyatlandırabileceği, tahminlerde bulunabileceği, yatırım yapabileceği ve kripto para olarak varlıklarının ticaretini yapabileceği merkezi olmayan finans (DeFi) araçlarını içerir (Polat ve Öz, 2021).

4. METAVERSE GELİŞMELERİ

Metaverse "bireylere bir faillik duygusu, sosyal mevcudiyet, paylaşılan mekânsal farkındalık ve derin toplumsal etkiye sahip kapsamlı bir sanal ekonomiye katılma yeteneği sağlayan kalıcı, canlı bir dijital evren" olarak tanımlanabilir (Mystakidis, 2022). Amacı kullanıcıların aynı anda hem fiziksel hem sanal dünyada var olmalarını sağlamak olan metaverse, İnternetteki tüm içeriğin sanal ve gerçek dünyanın eş zamanlı deneyimlenebildiği, politik, kültürel, sosyal ve ekonomik etkileşimlere imkân sağlayan bir evren olarak da ifade edilebilir. Hem sanal hem de gerçek dünyada yapılan eylemler



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

eş zamanlı olarak birbirini etkileyebilir. Pek çok film ve romana konu olmuş olan metaverse, ilk kez, 1992 yılında, Stephenson'ın 'Snow Crash' isimli kurgu romanında geçmiştir. Yakın zamanda metaverse örnekleri, Infinite Office, Facebook Horizon, Blocks by Google ve Snapchat gibi platformlar ve Roblox, Fortnite gibi oyun platformları içerisinde görülmeye başlanmıştır. Son birkaç yıldır, Facebook, Google ve Microsoft gibi büyük oyuncular bu alana yatırım yapmaya başlamıştır. Mevcut örnekler, VR ve AR teknolojilerini kullanan öncüler niteliğindedir. Bunlar ancak ortak bir uzayda birleştiğinde gerçek metaverse dönüşümünün yaşanması beklenmektedir. Yazılım ve donanım teknolojilerinde gelişmeler sürmekte, farklı ürünlerin birlikte çalışabilmesi için açık medya ve programlama standartları oluşmaktadır. Gerçek dünya ile metaverse arasında arayüz görevi görecek XR (eXtended Reality) donanımları (dokunsallık arayüzleri, akıllı gözlükler vb.) gelişmektedir.

Metaverse teknolojisinin avantajları arasında iletişimde yenilik, markalaşma için yeni fırsatlar, sanal ekonominin geliştirmesi ve uzaktan çalışma imkânı sayılabilir. Metaverse teknolojisinin dezavantajları arasında ise gelişmiş dijital teknolojilerin gerekliliği, donanım gereksinimi, gizlilik ve güvenlik sorunları ve hukuki alt yapısının eksik olması yer almaktadır.

4.1.Kripto Metaverse ve İlişkili Blokzincir Teknolojileri

Metaverse platformları, blokzincir teknolojileri için önemli bir kullanım alanı olmaya başlamıştır. Metaverse sistemleri, merkezi sistemlerin sorularını çözen, şeffaflık, sansür koruması ve sürekli erişilebilirlik garantisi sağlayabilen Blokzincir ve merkeziyetsiz teknolojilerden faydalanarak gelişmektedir (Dursun, 2021).

Blokzincir ve kripto varlıkları, altyapısına ve ekonomisine entegre etmiş metaverse platformları, kripto metaverse olarak da adlandırılmaktadır. Örnekler olarak Decentraland, Cryptovoxels, Alien Worlds, Axie Infinity ve The Sandbox verilebilir. Bu entegrasyon sayesinde, kimlerin katılacağı ve ne yapacağı farklılaşmakta, ekonomik değerler üzerinden etkileşim ve ticaret mümkün hale gelmektedir. Metaverse dijital nesnelere, token olarak modellenmekte, sahiplikleri blokzincir üzerine kaydedilmekte,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

merkeziyetsiz borsalarda el değiştirebilmektedir. Blokzincir teknolojilerinin Metaverse alanındaki katkıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 - Blokzincir Teknolojilerinin Metaverse Alanındaki Katkıları

Teknoloji	Metaverse İçin Katkı Örnekleri
Blokzincir platformu	Merkeziyetsizlik gerçekleştirilmesi
NFT	Sahiplik ispatı, Erişim denetimi, Köken ispatı, Yönetişim
DAO ve Akıllı sözleşme	Yönetişim, Merkeziyetsiz etkileşimlerin güvenli olarak yapılabilmesi
Yönetişim token	Yönetişim
DeFi	Borç, Kredi, Yatırım, Merkeziyetsiz borsa (DEX)
Kriptolara	Ticaret, Değer transferi
Dijital kimlik	Erişim denetimi, Kimlik doğrulama, Bilgi paylaşımı (Uzay içi, uzaylar arası, gerçek dünya metaverse arasında)

Gelecekte şirketlerin inşa ettikleri özel metaverse platformlarının yanında genele ait olan, DAO tabanlı merkeziyetsiz metaverse’lerin de bulunacağı tahmin edilmektedir. Birlikte çalışabilirlikleri, avatarların geçişi vb. konular ilginç olacaktır. Blokzinciri, bu konuda çok önemli bir rol oynayacaktır. DAO’lar metaverse’lerde merkeziyetsiz yönetişimi için anahtar rol oynayacaktır. Halen Axie gibi bazı metaverse’ler DAO tabanlı yönetişim modelleri hayata geçmektedir. Axie Infinity kullanıcıları tarafından yönetilen (yönetişim token’ları ve DAO teknolojisi kullanılarak) ilk oyun platformu olma yolunda ilerlemektedir. Yönetişim token’ı sahipleri, platformun hangi yönde gelişeceği ve fonların nasıl dağıtılacağı gibi kritik konularda oy kullanırlar.

Dijital değer transfer protokolleri ile entegre çalışacak olan Kripto ekonomisi, yeni eşler arası modelleri tetikleyecek bu dönüşümün kalbinde olacaktır. Hâlihazırda, Mana kripto parası ile Decentraland adlı platformda sanal gayrimenkuller alınabilmektedirler. Kripto paraların, metaverse içinde değer transferi için anahtar rol oynayacağı değerlendirilmektedir (Kicks, 2021). Hızla gelişen kripto varlıklarla birlikte,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

kara para aklama, terör finansmanı, fidyeci yazılım ödemeleri, vergiden kaçınma, dolandırıcılık, hırsızlık, silah, uyuşturucu ticareti, kripto varlık manipülasyonları gibi illegal faaliyetler de hayatımıza girmiştir. Kripto varlık trafiğinin takibi konusunda çalışmalar ülke güvenliği açısından önem arz etmektedir. Yukarıdaki türden illegal aktiviteleri kamu otoritelerinin izlemesi de gittikçe zorlaşmaktadır. Zira bu alanda, yeni gelişen teknolojiler de kriptovarlık sistemleri içinde, özellikle kötü niyetli taraflarca sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Kripto Radar Projesinin konusu, kripto para hareketlerini izleyen ve regülasyonlar açısından analizini yapan sistemin geliştirilmesidir. Blokzincir ve kripto paralar konusundaki mevcut ve gelecekteki regülasyonların uygulanabilmesi için projede önerilen türden altyapılara ihtiyaç olacaktır. Gittikçe artan hacimlerde Kripto varlıkların yatırım ve transfer amaçlı kullanımına şahit olmaktadır. NFT ve metaverse gibi yakın zamanda ortaya çıkan alanlara da yönelim giderek artmaktadır. Ayrıca, akıllı sözleşme ve DAO tabanlı merkezi olmayan uygulamaların sayısı da gittikçe artmaktadır. Bu ortamlarda, suç kovuşturması ve anlaşmazlıkların çözülmesi için de bu türden altyapılara olan ihtiyaç artacaktır. Proje kapsamında, kripto para blokzincirindeki yüksek hacimli verileri, çevrim-dışı ve çevrim-içi izleyen, görselleştiren, belirlenmiş kriterlere göre seçilen hareketlerin, birbirleri ile ilişkili olup olmadığı, regülasyon ihlali içerip içermediğinin analizini yapay zeka ve büyük veri analitiği yöntemleri ile yapan, tanımlanmış anomalileri tespit eden, yeni davranış desenlerini belirlemeye çalışan altyapı geliştirilmeye çalışılmaktadır.

NFT'lerin metaverse'de oynayacağı önemli rollerin örnekleri görülmeye başlanmıştır. Metaverse oyunlarında kullanılması ile birlikte, balon olarak düşünülen NFT kavramının gerçek potansiyeli de görülmüştür. Metaverse uzayında NFT'ler, sanal nesnelere sahipliğinin temsili, değer transferi, yönetim süreçlerine katılım ve çeşitli sanal mekânlara/etkinliklere erişim pasaportu gibi kavramlar için kullanılabilir. Blokzincir tabanlı oyunlarda ödül olarak NFT'ler kullanılmaktadır. Bir diğer kullanımı, metaverse içindeki nesnelere değer atanması ve kullanıcılar arasında gerçek sahipliğin el değiştirebilmesinin sağlanmasıdır. Dijital sanat alanında sanatçılara, küresel pazarlarda eserlerini doğrudan paraya çevirme imkânı sunmuştur. NFT ile likit hale getirilmiş fikri mülkiyet haklarının metaverse içine de girmesi doğal bir sonuç olacaktır.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Yazılımlar tarafından kriptografik olarak doğrulanabilen SSI temelli dijital kimlik bileşenleri, sanal ve gerçek dünyadaki varlıkların kimliklerinin, hem ait oldukları hem de karşı dünyada kullanılabilmesini sağlayarak metaverse dönüşümünün önünü açacak en önemli bileşenlerden birisi olacaktır. Diğer bir deyişle, gerçek hayattaki niteliklerin metaverse üzerinde ispatı, metaverse de elde edilen kimliklerin gerçek dünyada ispatı, mümkün olacaktır. Bir diğer önemli fayda, metaverse üzerinde, hükümetlerin regülasyonlarına uyumluluğu da mahremiyetten ödün vermeden gerçekleştirmeye olanak sağlayabilmesi olacaktır.

5. GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ

Gerçeklik teknolojisi terimi temelde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik olarak ikiye ayrılabilir. Sanal gerçeklik, bilgisayar kaynaklı üç boyutlu oyunlarda karşılaşılan, kullanıcının bu ortama girdiğinde dünya ile ilişkisinin tamamen yok olduğu bir ortam olarak ifade edilmektedir. Artırılmış gerçeklik ise; gerçek dünya ile bağlantısını devam ettiren, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan, veri ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklendiği bir ortam olarak ifade edilmektedir. (İçten ve Bal, 2017)

Şekil 6 - Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik



Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçekliği birleştiren karma gerçeklik, sanal ve gerçek dünyayı bir araya getiren bir teknolojidir. Düşünülen tasarımları, nesnelere, sistemleri gerçek dünya ile etkileşimli olarak kullanıcıların gözlerinin önüne serilmesini



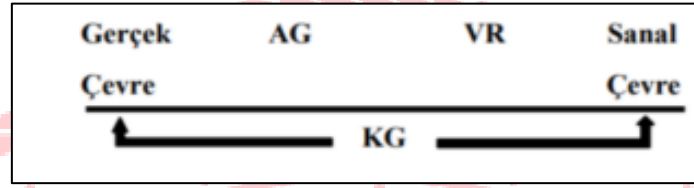
ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

sağlayan karma gerçeklik teknolojisi, gerçek ve sanal nesnelerin bir arada bulunduğu ve gerçek zamanlı olarak etkileşime girdiği, gerçek ve sanal dünyaları buluşturarak yeni ortamlar ve görselleştirmeler üreten bir gerçeklik türüdür (Doğan, Erol, ve Mendi, 2021)

Şekil 7 - Artırılmış, Sanal ve Karma Gerçeklik Teknoloji İlişkileri



5.1. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, katılımcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından oluşturulan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, üç boyutlu bir benzetim modelidir. Sanal Gerçeklik, eğlence dünyasından, tıp alanındaki karmaşık bilimsel deneylere kadar pek çok alanda uygulanmıştır (Bayraktar ve Kaleli, 2007). Sanal gerçeklik, görüntüleri iki boyutlu ekranlardan algılamak yerine üç boyutlu gerçeklikte deneyimlemeye fırsat veren bir teknolojidir. İngilizcede Virtual Reality (VR) olarak tanımlanan sanal gerçeklik teknolojisi; kurgulanan ortam aracılığıyla sanal dünyayla kurulan etkileşimin sınırları genişletilebilmektedir. Sana Gerçeklik, sanal dünyayı gerçek hayatta deneyimlemeyi mümkün kılarak, kullanıcının kurgulanmış ya da simüle edilmiş ortama katılmasını sağlar.

İnsan zihni, dış dünyayı algılamak için temel duyu organları ile birlikte ışık, hareket, doku gibi unsurlarını da kullanmaktadır. Temel duyu organlarından ve bu unsurlardan bilinçli ya da bilinçsiz bir şekilde beyne iletilen verilerin bir araya gelmesi, gerçeklik algısının oluşmasını sağlamaktadır. Buradan hareketle, yapay biçimde oluşturulan iletilerle beyinde gerçeklik algısı oluşturmak mümkündür. Kullanıcının bir cihaz yardımıyla sanal ortama dâhil edilmesi sanal gerçeklik algısını oluşturmayı sağlar. Bu algıyı oluşturan cihaz, sanal gerçeklik gözlüğü olarak adlandırılır. Sanal gerçeklik gözlüğü, giyilebilir teknoloji olarak da tanımlanmaktadır. Bu cihazlara genel olarak İngilizce’de “Head Mounted Display” kelimesinin kısaltması olan HMD denmektedir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Türkçe çevirisi kafaya monte edilen ekran anlamına gelen HMD cihazlar, iki boyutlu ekrana bağlı kalmayan ve sınırsız üç boyutlu görüntü elde etmeye yarayan bir donanıma sahiptir. Bu sayede, kullanıcının kafa hareketlerine göre görüntüler sunabilirler.

Sanal gerçeklik deneyimi eğitim, sağlık, spor gibi pek çok alanda büyük bir potansiyel sunmaktadır. Uçuş simülasyonu, müze, tarihi alan gibi geziler, tıp öğrencilerine yönelik cerrahi uygulama kurguları, konut, otel vb. ortam simülasyonları, savunma sanayisine yönelik kurgular, çevrimiçi alışveriş ürünlerine ilişkin incelemeler sanal gerçeklik uygulamalarına örnek verilebilir.

Sanal gerçeklik sistemlerinin oldukça pahalı sistemlerdir. Sanal gerçeklik teknolojisinin yaygın kullanılmamasının önündeki önemli bir engeldir. Sanal gerçeklik özellikle oyun ve eğlence dünyasında daha fazla uygulama olanağı bulmuştur. Günümüzde gerçeklerinden daha ekonomik oldukları sanal prototipler ise giderek daha çok kullanım alanı bulmaktadır. Benzetim modelleriyle desteklenen sanal prototipler, mühendislik analizlerinin daha etkim yapılmasına imkân sağlayacaktır (Bayraktar ve Kaleli, 2007).

5.2. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality- AR)

İlk olarak 1990 senesinde, Boeing uçaklar üzerine çalışan Caudell tarafından kullanılan “augmented reality” yani Türkçeye çevirisiyle “artırılmış gerçeklik” teknolojisi geleceğin teknolojilerindedir ve pek çok alanda kullanılmaktadır. Bilgisayar desteğiyle oluşturulan artırılmış gerçeklik, gerçek dünyadaki unsurların GPS verileri, ses ve görüntülerle zenginleştirilmesiyle oluşturulan yeni bir algı ortamının bir görünümü olarak ifade edilebilir. Artırılmış gerçeklikle insan duyusuna hitap edecek ve hislerini hareket geçirecek girdiler bilgisayar tarafından modifiye edilip zenginleştirilerek ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulur. Çevredeki öğeler ile etkileşim içinde olan zenginleştirme işlemi gerçek zamanlı olarak yapılmaktadır.

Verilerin ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklenmesiyle zenginleştirilmiş bir ortam oluşturan AR ilk kullanıma başlandığı yıllarda dijital araçların yetersiz özellikleri nedeniyle çok fazla uygulama ve gelişim alanı bulamamıştır. Ancak,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

günümüzde yazılım ve donanım alanındaki gelişmelerle birlikte uygulama alanı genişleyerek sanayi, eğitim, trafik, sağlık, spor, eğlence ve askeri alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (İçten ve Bal, 2017).

5.3. Karma Gerçeklik (Mixed Reality MR)

Karma gerçeklik özellikle eğitim ve sağlık alanında aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle sağlık alanındaki uygulamalarıyla popüler hale gelen karma gerçeklik askeri, otomotiv, pazarlama vb. gibi birçok alanda kullanıma uygun bir teknolojidir. Karma gerçekliğin artırılmış ve sanal gerçekliği bir arayan getirmesi ve bu teknolojilerin nesnelerin internetinin sunduğu imkânlarla kesişmesi dijital dönüşüm alanında yenilikleri beraberinde getirmiştir. Bu karşılıklı dönüşüm blokzincir, yapay zekâ ve dijital ikizler gibi birçok teknolojinin de yeni alanlarda kullanılmasına neden olmaktadır. Dijital nesnelerin sanal nesnelerle daha gelişmiş bir şekilde bir arada bulunması kullanıcılara farklı deneyimler sunacaktır (Doğan, Erol, ve Mendi, 2021).

6. CBS VE BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI KONUSUNDAKİ GELİŞMELER

CBS uygulamalarında blokzincir platformlarının kullanım amaçları arasında, veri organizasyonu, verilere olan güvenin artırılması ve mekânsal indeksleme sayılabilir. CBS ile blokzincir teknolojilerinin birlikte kullanıldığı uygulama alanları arasında ise akıllı şehirler, doğal kaynakların yönetimi, mekânsal planlama ve arazi kullanım kontrolü, emlak kaydı ve işlemleri, lojistik izleme, doğal afet izleme ve müdahale, su rezervlerini koruma, gıda, ilaç ve kritik malzemelerin yönetimi ve gözetimi ve izlenmesi örnek verilebilir.

Öte yandan, son yıllarda jeo-uzamsal verilerinin de artışıyla CBS açısından öne çıkan teknolojilerden biri bulut bilişim ve büyük veri ile birlikte blokzincir teknolojileri ve özellikle jeo-blokzincir teknolojileri olarak belirtilmektedir Şekil 7’de dağıtık CBS teknolojilerin gelişimi verilmektedir (Song, 2020).

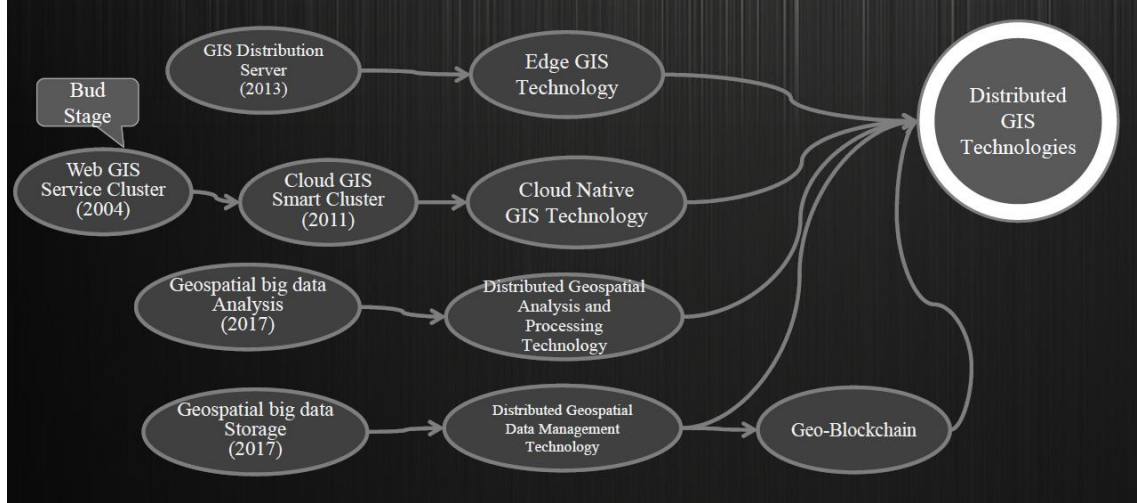


ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Şekil 8 - Dağıtık CBS Teknolojilerin Gelişimi (Deloitte, 2022)



Dağıtık CBS teknolojilerinin avantajları arasında sınır/uç (edge) CBS teknolojileri (yüksek performans ve düşük gecikme), bulut yerlisi (cloud native) CBS teknolojileri (yüksek eşzamanlılık, yüksek kullanılabilirlik ve yüksek esneklik), dağıtık depolama yönetimi (geniş kapasite, yüksek performans) ve yüksek performanslı dağıtık analitik işleme özellikleri yer almaktadır. Blokzincir teknolojilerinin entegrasyonu ile de verinin güvenliği (veri kaybının önlenmesi), izlenebilirliği (tüm sürecin açık olması) ve verinin değiştirilmesine yönelik girişimlerin engellenmesi ile güvenilirliğinin artırımı söz konusu olmaktadır. Yüksek güvenilirliğe sahip dağıtık jeo-uzamsal verilerin işlenmesi jeo-blokzincir teknolojileri olarak ifade edilmektedir. Henüz kısıtlı olsa da uygulamaları arasında çeşitli arazi yönetimi ve haritalamalar (şehir ve bölge planlama ve kullanım kontrolleri, emlak tescil ve devirleri, doğal kaynakların varlık ve değer yönetimi, gıda, ilaç izleme sistemleri ve lojistik) ile jeo-blokzincir akıllı sözleşmeleri öne çıkan başlıklardandır (Bennett, Pickering, ve Sargent, 2019).

Avrupa'da jeo-blokzincir dâhil blokzincir teknolojilerinde küresel lider olmak amacıyla farklı atılımlar gerçekleştirilmektedir. Öncelikle, dağıtık defter teknolojileri ve blokzincir araştırmaları AB Dijital Tek Pazar Gündemi'ne (EU Digital Single Market Agenda) bütünleşmiş edilmiştir ve desteklenmektedir. Öte yandan, Avrupa Uzay Ajansı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

tarafından gezegen keşfi için yeni blokzincir uygulamaları çağrısı açılmıştır. AB’de yakın zamanda, Avrupa Uzay Ajansı’nın bilimsel verilerin farklı kurumlar arasında eşzamanlı kullanılabilirliğini artıran blokzincir araştırma projelerini fonlamıştır (ESA, 2019). Çin’de ise blokzincir tabanlı ve uyduların ortak veri paylaşımı ve iletişimi kullanarak eşzamanlı çalışmasını sağlayan bir protokol geliştirilmiştir. Bu protokol ile veri göndermek için ortak TCF formatı kullanılarak uyduların iletişim kurması, kaynakları paylaşması ve diğer uyduların işlevlerini tekrarlamayan iletişim işlevlerini uygulamasını sağlamak amaçlanmıştır (Wang vd., 2019).

6.1. Şehircilikte GIS ve Blokzincir Teknolojisi Birlikte Kullanımı

Blokzincir teknolojisi, kasaba, şehir ve metropollerde “urban development and planning” için anahtar rol oynamaya adaydır. Dünya genelinde çeşitli şehirler, yakın geçmişte, bu konuda blokzincir tabanlı projeler başlatmıştır. Bu teknoloji, akıllı şehirlerin hayata geçirilmesi için olmazsa olmaz olarak değerlendirilmektedir (Xie, 2019).

Şehirlerde örneğin arsa ve mülk yönetimi (örneğin parsellerin kullanım hakkı, bitki örtüsü, mevsimsel değişimleri vb. bilgilerin güvenli paylaşımı), bisiklet kullanımını özendirme, ortam kirliliğini izleme ve dağıtık taşıma yönetimi gibi pek çok şehir geliştirme konusunda çalışmalar bulunmaktadır (Bennett, Pickering, ve Sargent, 2019).

Blokzincir teknolojisinin arazi yönetiminde uygulanabilirliğini analiz etmek için Brezilya, Japonya, BAE, Gürcistan, Hindistan, Kenya, Gana, Ukrayna, İsveç ve Honduras çeşitli pilot projeler başlatmıştır. Arazi yönetiminde iki amaçla blokzincir kullanılmaktadır, taşınmazlar üzerinde işlemleri yürütmek ve taşınmazlara ait bilgileri depolamak (Crypto-Cadastre). Brezilya, BAE, Honduras, Japonya, Gürcistan taşınmaz bilgilerini saklamak için merkezi bir veritabanı yerine blokzinciri kayıt defteri kullanımına geçmiştir. BAE ve İsveç ise taşınmaz üzerinde var olan işlemlere ait süreçleri kaydetmek için blokzincir kullanmaktadır. Örneğin, İsveç Harita ve Kadastro Otoritesi Lantmateriet, taşınmazlar üzerindeki işlemleri, ilgili paydaşları (emlak ajansı, satıcı, alıcı, banka ve Lantmateriet) senkronize ederek blokzincir tabanlı olarak yürütebilmek için uygulama geliştirmektedir. Mülke ait bütün bilgiler (sahibi, kadastro bilgileri vb.)



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

dijitalleştirilerek blokzincir üzerinde tutulur. Akıllı sözleşmeler, dijitalleştirilen bu uzayın regülasyonlara göre işlemlerini sağlar. Satış sözleşmelerinin özet (hash) değeri de blokzincir üzerinde depolanır.

Jeo blokzincir ile hastalıkların yayılımı izlenebilir, atık suların yönetimi mekânsal bilgilerle de eşleştirilerek şeffaf bir şekilde yapılabilir. Bu konuların yanında katılımcı şehir planlama (Huxley ve Inch, 2020) amacıyla yeni teknolojilerin kullanılmasını içeren çalışmalar da bulunmaktadır; Public Participatory GIS (PPGIS) (Farnaghi vd., 2020). Bu amaçla, IAP2 (2018) gibi elektronik platformlar geliştirilmektedir. Bu platformlarda blokzincir teknolojisinin kullanımı, şeffaflık ve hesap verebilirliği artırarak insanların karar süreçlerine doğrudan ve daha katılımcı olmasını, ihtiyaçlarını belirtmesini, geri beslemelerde bulunmasını, kitle fonlamalarını ve tokenizasyon gibi çeşitli yöntemlerin önünü açmaktadır. Otoriteler, politikacılar ve özel sektör paydaşları arasındaki güvenin artmasını sağlar.

6.2. Metaverse ve GIS kullanımları

Metaverse ortamında arsa alımı son zamanlarda oldukça dikkat çeken bir gelişme halini almıştır. Sandbox ve Decentraland başta olmak üzere Genesis World, TCG World, Substrata, Matrix World, NFT Worlds isimli sanal dünyalarda arsa alım satımı yapılmaktadır. Genel olarak metaverse’de alım satım işlemlerinin yapılabilmesi için dijital cüzdan sahibi olunması gerekmektedir. Her platform kendi kripto parasını kullanmaktadır (Decentraland için MANA, Sandbox için SAND coin vb.). Metaverse’de geliştirilmiş her varlık bir NFT’dir. Bu sebeple alım satım işlemleri için seçilen metaverse platformunun mağazasına erişmek gerekmektedir (Zhang vd., 2015). Cüzdanınız kullanılarak alım işlemi gerçekleşir ve sahip olunan NFT dijital cüzdanınıza tanımlanır.

Metaverse ortamında alım satımı yapılan arsaların gerçek hayatta bağlayıcı bir hukuki düzenlemesi bulunmamaktadır. Ancak tapu ve kadastro işlemlerinde bu teknolojinin kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir (Bibri ve Allam, 2022). Metaverse platformlarında GIS yazılımlarının kullanılması ve standartların belirlenmesi üzerine dünyada çalışmalar yürütülmektedir. Çinli SuperMap firması ve Amerikan Open



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Geospatial Consortium organizasyonu metaverse ve GIS yazılımlarının birlikte kullanımı üzerine çalışmalar yapan öncü kuruluşlardandır.

6.3. Diğer CBS İlişkili Uygulamalar

Yer gözlemi ve uzamsal (spatial) teknolojiler için blokzincir kullanımı da gittikçe artan sayıda araştırmannın konusu olmaktadır. Avrupa Uzay Ajansı yeni fikirler ve uygulamalar için çağrılar yayımlamış, AB bu amaçlı verilerin paylaşımı ve eş zamanlı kullanımı için çeşitli projeleri fonlamıştır (ESA, 2019). Çin, uyduların eş zamanlı ve birbirlerini tekrara düşmeden çalışabilmesini sağlayan blokzincir tabanlı ortak veri paylaşım ve haberleşme protokolleri geliştirmektedir (Ma vd., 2019).

İlaç sektörü hastalar ve ilaç sağlayıcıların blokzincir tabanlı güvenli veri paylaşımını hayata geçirmek üzere çalışmaktadır. Bu uygulamalarda, zaman ve koordinat bilgileri blokzincirde kaydedilmektedir. Yapay zekâ kullanılarak, hareket geçmişinden ve günlük aktivitelerden müdahale ihtiyaçlarını tespit etme, hasta ve hizmet sunanların değerlendirilmesinde kullanılacak tahminler yapmak mümkün olabilmektedir (Kamel, Wilson, ve Clauson, 2018).

OpenLitterMap, katılımcıların plastik atıkların koordinatlarını paylaşarak Littercoin kazandığı blokzincir ve CBS uygulamalarına ilginç bir örnektir. Blokzincirde tutulan konum bilgilerine dayalı uygulamalar da yaygınlaşmaktadır. Bu türden bir çalışmada Ethereum blokzinciri üzerine coğrafi verinin entegre edilmesi için Future of Proof of Location (FOAM) protokolü önerilmiştir. FOAM, Ethereum üzerinde, coğrafi veriye dayalı açık bir protokoldür. Protokolünün temel amacı akıllı sözleşmeler için konum katmanı oluşturarak doğrulanabilir fiziksel adreslere bağlı uygulamaların (örneğin toplu taşımada ödeme, izleme, coğrafi veri ticareti, paylaşımı vb.) geliştirilmesine olanak sağlamaktır. Her konuma blokzincir koordinatı atanır. Bu koordinatlara ilişkin çeşitli değerler, sistemde tanımlı token'lar ile el değiştirir.

7. SOSYAL, BEŞERİ BİLİMLER ve ETİK KONUSUNDA GELİŞMELER



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Blokzincir çalışmaları dünyaya Bitcoin ile birlikte yayıldı. Satoshi Nakamoto isimli bir kişi ya da grup tarafından yayımlanan Bitcoin makalesi ile blokzincir dünyasının popülerliği bir anda arttı. Bitcoin çok kısa sürede teknoloji forumlarının ve finansa piyasaların literatürüne girdi (Nakamoto, 2008). Fakat, Bitcoin'in ortaya çıkması ve popülerliğinin artması ile Blockchain dünyası "Bitcoin"den ibaret zannedilmeye başlandı. Bu yanılgıyı düzeltmek için literatürde kullanılan bir analogiyi hatırlamak gerekir. Eğer Blokzincir teknolojisini bir gezegene benzetirsek, kriptoparalar bu gezegendeki küçük bir kıtayı temsil edebilir, Bitcoin ise bu kıtadaki sadece bir ülkeyi temsil edebilir. Bu bakış açısıyla kripto paralardan ziyade teknolojinin kendisine odaklanmak gerekmektedir (Dierksmeier ve Seele, 2020, s. 348).

Blokzincir, sosyal dönüşümü tetiklemenin yanı sıra, sunduğu teknik imkânlarla sosyal çalışmalarda da büyük bir dönüşümü vadetmektedir. Blokzincir kullanımı ile birlikte sosyal çalışmalarda verimlilik, kaynak verimliliği ve güvenilirlik ciddi oranda artmaktadır. Blokzincirin kullanıldığı sosyal projelerde kaynak israfının düşürülmesiyle, proje kaynaklarının en üst düzeyde verimliliği sağlanmaktadır. Ayrıca sosyal çalışmalarda yaşanabilecek yolsuzluk, adaletsizlik, yanlış yönlendirme gibi olumsuzluklar en aza indirgenebilmektedir. Günümüzde blokzincirin sunduğu imkânları büyük bir ilgiyle takip ederek keşfeden ve en hızlı şekilde hayata geçiren kurumların başında UNICEF gelmektedir. UNICEF, blokzincirin sosyal çalışmalarda nasıl kullanılabileceği hususunda yoğun araştırmalar sürdürmekte ve hâlihazırda birçok projesinde blokzinciri kullanmaktadır. Blokzincirin sosyal çalışmalarda ne gibi faydalar sağladığı üzerine kapsamlı çalışmalar ve deneyimler paylaşan UNICEF'in bu çalışmalarına "<https://www.unicef.org/innovation/blockchain>" adresinden ulaşılabilmektedir. Sosyal çalışmalarda blokzincir ile sağlanan verimlilik ve imkânlar, özel ve kamusal faaliyetlerde blokzincir sayesinde sağlanabilecek verimlilik ve imkânlar hakkında fikir vermektedir. Özellikle kaynak israfının engellenmesi ve yolsuzluğun önüne geçilmesi, en yaşamsal hususlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir sayesinde sağlanan etkin, eş zamanlı ve şeffaf işleyiş, sosyal, özel ve kamusal faaliyetlerde bugüne değin sağlanamamış verimliliği sağlamayı vadetmektedir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Blokzincir ve buna bağlı konseptlerin yarattığı dijital toplum, başlı başına bir sosyal devrim niteliğindedir. Dijital toplum ile birlikte ortaya çıkan sosyolojik, psikolojik, ekonomik, politik, hukuki ve tarihsel olguların tespiti, bu olgular bağlamında geleceğe dair öngörüler ve bu olguların sistemleştirilmesi artık çok önemli bir ihtiyaçtır. Akademik düzeyde sosyal bilimler alanında bu olgularla ilgili detaylı ve kapsamlı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Ülkemiz akademisinin bu çalışmalar konusunda yönlendirilmesi, teşvik edilmesi ise bir devlet politikası olarak tercih edilmelidir. Bir diğer yandan dijital toplumla birlikte ortaya çıkan olguların hukuki zemine kavuşturulması için sürekli, güncel ve uzman kadrolarla yürütülen hukuki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Dönem dönem yapılacak aralıklı çalışmalar yetersiz kalacaktır. Çok hızlı gelişen ve dönüşen bu alanlarda hukukun egemenliğini tesis etmek için, bu alanlarda çalışmak üzere oluşturulmuş kalıcı ekiplere, ihdas edilmiş kurumlara gerek olduğu açıktır. Dijital toplumun gerek bilimsel çerçevede araştırılması gerek bu alanda geçerli olan ve olacak etik kuralların tespit edilmesi gerekse bu alanın hukuki denetime tabi tutulması için akademinin ve hukuk kurumlarının eşgüdüm içerisinde çalışması sağlanmalıdır. Çünkü bu teknoloji, bireyler ve toplumlar için sunmuş olduğu birçok fırsatın yanı sıra bazı tehditleri de beraberinde getirmektedir. CSR (Corporate Social Responsibility-Kurumsal Sosyal Sorumluluk) kapsamındaki bazı tehditler buna örnektir. Söz gelimi, AUGUR isimli ve Ethereum tabanında geliştirilen uygulama, kullanıcılarına gizli bir şekilde bahis oynama şansı vermektedir. Bu uygulama aynı zamanda yeni bir "suikast piyasası" oluşumu olarak eleştirilmektedir. Kullanıcılar herhangi bir şahsın ölüm tarihi üzerine büyük bahisler oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında blokzincir teknolojisinin ne kadar tehlikeli amaçlar doğrultusunda kullanılabileceği görülmektedir (Orcutt, 2018). Donald Trump, Jeff Bezos ve Warren Buffet gibi ünlü isimlerin ölüm tarihleri üzerine bahisler bu ağda yaygın olarak yer almaktadır (Cuthbertson, 2018). AUGUR ve benzeri ağlar üzerinden illegal konuların fonlanabiliyor olması etik boyutta ve özellikle sosyal sorumluluk açısından tartışmaları beraberinde getirmektedir. Yeni teknolojilerde umumiyetle görüldüğü üzere, blokzincir ve onun bir uygulaması olan kripto paralarda da kötüye kullanım durumları görülmüştür. Özellikle narkotik trafik başta olmak üzere birçok illegal örgüt para transferlerini bu şekilde yürütmektedir (İşler



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

vd., 2019, s.82) Basit bir ponzi şemasına benzeterek tüm teknolojiye bu noktada karşı çıkmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Felsefi olarak merkeziyetsizlik üzerine kurgulanan bu ağ yapısı içerisinde uzlaşma sağlanması halinde ağın tamamı tek bir hedefe doğru hareket edebilmektedir.

Kurumsal Sosyal Sorumluluk anlamında bir diğer önemli problem “Cryptojacking” olarak adlandırılan ve madencilik yapmak üzere kişi ve kurumların bilgisayar ve teknik donanımlarının istemsiz bir şekilde kullanılması durumu karşımıza çıkmaktadır. Bilindiği üzere kripto para birimlerinde madencilik, iş kanıtının (PoW-Proof of Work) gerçekleşebilmesi için önemli bir uzlaşma yöntemi. Fakat zaman zaman madencilik yapmanın maliyeti kazancından daha fazla olabilmektedir. İnternet tarayıcısı üzerinden madencilik yapılması ise konsept kanıtı (PoC-Proof of Concept) kavramı ile 2013 yılında MIT (Massachusetts Institute of Technology-Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) öğrencileri tarafından ortaya atılmış ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Tarayıcı üzerinden madencilik yapılması CoinHave, JSE Coin ve CryptoLoot isimli siteler üzerinden yapılmaktadır. Tarayıcı üzerinden madencilik yapılmaya başlanması ve ilgili kodların farklı bilgisayarlara siber saldırılar ile gönderilebilmesi ile birçok mağdur ortaya çıkmıştır (Carlin, Jonah, Philips, ve Şakir, 2020). Örneğin, 2018 yılında Avrupa önemli bir su arıtma tesisinde önemli bir cryptojacking vakasına rastlanılmış ve Radiflow isimli bir siber güvenlik şirketi bu konuda rapor yayımlamıştır. Su arıtma tesisine yapılan bu saldırı endüstriyel bir işletmeye yapılan ilk büyük saldırı olarak kayıtlara geçmiş ve saldırı sırasında MONERO madenciliği kullanılmıştır (Newman, 2018). BBC'nin yine 2018 yılında yayınladığı bir habere göre Rusya'nın Sorov bölgesinde Federal Nükleer Merkezde bulunan bir süper bilgisayara Bitcoin madenciliği yapmak üzere bir saldırı gerçekleştirilmiştir. 2018 yılından bu yana kurumsal büyük organizasyonlara bu tarz saldırılar gerçekleştirilmektedir ve siber güvenlik ekipleri bu tarz saldırıların önüne geçmek üzere çalışmalar yapmaktadırlar.

Blokzincir üzerinde yaşanabilecek bazı riskler Mattzutt vd. (2018) tarafından yapılan bir araştırmada şu şekilde özetlenmiştir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

1. Telif Hakkı İhlalleri: Özellikle Almanya ve Fransa’da yoğun bir şekilde telif hakkı ihlalleri konusunda yasal çalışmalar yapılmaktadır.
2. Kötü Amaçlı Yazılımlar: Blokzincir ağları üzerinden kötü amaçlı yazılımlar diğer kullanıcıların bilgisayarlarına gönderilebilmektedir.
3. Kişisel Gizlilik İhlalleri: Kişiler hassas kişisel verileri ifşa ederek kendi mahremiyetlerine ve başkalarının mahremiyetine zarar verebilirler. Blokzincirde hassas verileri ifşa etme tehdidi ile mağdurlara şantaj yapılmakta, başkalarının mahremiyeti kasıtlı olarak ihlal edilmektedir.
4. Politik Hassas İçerik: Hükümetlere ait devlet sırlarının, gizli bilgilerin veya propaganda gibi ulusal güvenliğe başka şekilde zarar verebilecek bilgilerin sızdırılması söz konusu olabilmektedir.
5. Yasadışı ve Yasaklanmış İçerik: Evrensel olarak etik ihlalleri barındıran bazı içeriklerin (cinsellik, uyuşturucu tanıtımı vb.) paylaşılması ve ağ üzerinden yaygınlaştırılması durumları sıkça görülmektedir.

Diğer yandan, sakıncalı durumdaki çok çeşitli içerik kullanıcılar tarafından ele geçirildiğinde doğrudan zarara neden olabilir. Sosyal medya platformları, dosya paylaşım ağları veya çevrimiçi depolama sistemleri gibi sistemlerin aksine, bu tür içerikler blokzincirlerde isimsiz ve geri alınamaz şekilde saklanabilir. Tüm blokzinciri verileri kullanıcılar tarafından indirilip kalıcı olarak depolandığından, başkaları tarafından blokzincire eklenen herhangi bir sakıncalı içerikten onlar sorumludur. Sonuç olarak, yasa dışı içerik barındıran blokzincir tabanlı sistemlere katılmak da yasa dışı olacaktır. (Matzutt vd., 2018)

Blokzincir, içerdiği yeni teknolojik konseptin dayandığı felsefesi ve tarihsel süreci nedeniyle önemli bir toplumsal fenomene dönüşmektedir. Blokzincir ve alt bileşenlerini sadece bir teknolojik sıçrayış olarak değerlendirmek yetersiz bir yaklaşım olacaktır. Blokzincirin tetiklediği toplumsal dönüşümün henüz başlangıcında bu dönüşümün farkında olmak ve buna uygun bir strateji belirlemek yönetimler için önemli hale gelmektedir. Zira gerek sosyal politikaların belirlenmesinde gerek kamu güvenliği için olası risklerin tespitinde gerekse dünyada teknolojik ilerleyişin öncüsü olmak için,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

blokzincirin tetiklediği toplumsal dönüşüm ve sunduğu sosyal imkânlar doğru değerlendirilmelidir.

Blokzincirin temeli merkeziyetsizliktir. Merkeziyetsizlik aslında yeni bir olgu değildir. İnsanlık tarihinin ilk aşamalarında merkeziyetsizlik, sosyal, ekonomik ve siyasi yaşamın temelini teşkil ediyordu. Ülkemiz sınırları içinde yer alan ve yaklaşık 8 bin yıllık kent kalıntılarında da görüldüğü üzere, yerleşik hayata geçişin ilk aşamalarında toplumsal hayat merkezi değil merkeziyetsiz bir şekilde düzenlenmiştir. Devamında, merkeziyetsiz siyasi sistemler ortaya çıkmıştır. Bunun en tipik örneği ise Fenike kolonileridir. Birbirinden coğrafi olarak oldukça uzak yerlere konumlanmış olan bu koloniler arasında siyasi, ticari ve askeri birlik görece merkeziyetsiz bir yönetim anlayışı ile sağlanmıştır. Yine Antik Yunan kolonileri arasında da benzer bir merkeziyetsiz yönetim anlayışı olduğu görülmektedir.

Merkeziyetsizlik tarihsel sürecin devamında yerini merkezi yapılara bırakmıştır. 1789 yılında gerçekleşen Fransız İhtilali ile birlikte tam merkezi devlet sistemi ortaya çıkmış, Fransa’da bugün ülkemizin de anayasal sisteminin temelini oluşturan üniter devlet yapısı hayata geçmiştir. Hiçbir yerel otoritenin varlığının kabul edilmediği, tüm yetki ve sorumluluğun tek merkezde toplandığı bu yönetim yapısı ile merkeziyetçilik, siyaset bilimi literatürüne geçmiştir. 1820 yılında “Merkeziyetsizlik”, bir kavram olarak ortaya atılmıştır. Merkeziyetsizliğin bir kavram olarak siyaset bilimine kazandırılması ise 1863 yılında Maurice Block isimli bir Fransız bürokrat tarafından kaleme alınan “Decentralisation” başlıklı makale ile gerçekleşmiştir. Bu makale merkeziyetsizliğin bir yönetim sistemi olarak irdelendiği bilinen ilk yazılı eserdir.

19.yy. içinde merkeziyetsizlik bir fikir olarak birçok farklı düşünür ve siyaset bilimci tarafından ele alınmıştır. İdeolojiler çağı olarak adlandırılan bu zaman diliminde, Kıta Avrupası’nda önde gelen ideolojiler tarafından merkeziyetsizlik bir araç olarak görülmüş, her ideoloji kendi kıstasları çerçevesinde merkeziyetsizliği ele almıştır. Bunlar arasında Alexis de Tocqueville, Pierre-Joseph Proudhon, Peter Kropotkin gibi isimler mevcuttur. 1957 yılında, Leopold Kohr tarafından “Politik merkeziyetsizlik” tanımlanmış ve siyaset bilimine bir terim olarak kazandırılmıştır. 1973 yılında ise Ernest Friedrich Schumacher tarafından “ekonomik merkeziyetsizlik” tanımlanmıştır. Modern bilim



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

açısından merkeziyetsizliğin terimleştirilmesi bu iki adımla mümkün olmuştur. 20.yy.'ın sonlarında ise dünyanın önde gelen üniversitelerinden Cornell Üniversitesi tarafından merkeziyetsiz yönetim sistemi bir pilot uygulama ile incelenmeye başlamıştır. Bu akademik çalışma halen sürmektedir. Söz konusu akademik çalışma, blokzincirin ortaya çıkışı ile birlikte daha derinleştirilmiş ve blokzincirin teknolojik alt yapısını oluşturduğu bir sosyal ve politik sistem deneyine dönüştürülmüştür. 1999 yılında Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan Küresel Sürdürülebilir Gelişim Raporu'nda merkeziyetsiz yönetim yöntemleri, gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerin kaynaklarının yolsuzluk, verimsizlik gibi nedenlerle yetersiz hale gelmemesi için, alternatif yöntem olarak önerilmiştir. Birleşmiş Milletler, merkeziyetsiz yönetim sistemleri konusunda yapılan çalışmaları desteklemekte, ülkeleri bu yöntemleri denemek konusunda cesaretlendirmektedir.

Cyberpunk (Siberpunk), 1980'li yılların başından itibaren dünyayı etkisi altına bir alt kültürdür. Soğuk Savaş'ın yarattığı bölünmüşlük ve nükleer yok oluş korkusu, yine bu bölünmeden kaynaklanan politik baskıların toplumlarda yarattığı karamsarlık, aynı zamanda dünya çapında yaşanan hızlı teknolojik ilerleme ve yüksek teknolojinin artık bir kültürel olgu haline gelmesi, bilim-kurgu türünün fütürizm ile birleşerek sinema, edebiyat gibi sanat dallarını etkisi altına alması gibi nedenlerden ötürü özellikle dönemin genç kuşağı içinde siberpunk kültürü ortaya çıkmıştır. Bu kültürün temel unsurları; karamsar ve teknoloji yoğun bir gelecek tasavvuru, otoriter yönetim tiplerinin egemen olduğu ve bu egemenliğe karşı bireysel/toplumsal başkaldırı, bireyin öncelenmesi, teknolojinin verdiği imkânlar sayesinde toplumsal ve politik normlardan kopuş olarak özetlenebilir. Bu alt kültürün popülasyonunun büyük çoğunluğunu teknoloji üreticisi ve tüketicisi genç kuşağın oluşturmasından ötürü, siberpunk kültürü ağırlıklı olarak elektronik ortamlarda vücut bulmuştur. İnternetin ortaya çıkışı ve yayılması ile birlikte siberpunk kültürü çok hızlı bir biçimde küresel ölçekte yayılmış, internet ortamında kendi topluluklarını ve yaşam tarzını yaratmıştır. Forumlar, sohbet grupları, oyun grupları, dosya paylaşım grupları gibi gruplar zamanla hızla “klanlaşmış”, internetin sunduğu yoğun ve anonim iletişim imkânları çerçevesinde sınırları aşan büyük “dijital klanlar” oluşmuştur. Ayrıca, küresel sisteme bir başkaldırı olarak da nitelendirilen ve Napster, Bearshare, Limewire,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

uTorrent, The Pirate Bay gibi küresel dosya paylaşım sistemleri ve platformları ortaya çıkmıştır. Torrent olarak adlandırılan dosya paylaşım sistemi, merkeziyetsiz bir dosya paylaşım sistemi olarak kullanıma sunulmuştur ve günümüzde hala etkin olarak kullanılmaktadır. Torrent sistemi, P2P (peer to peer - eşlerarası) paylaşımına olanak sağladığı için blokzincir sistemine ilham kaynağı olmuştur.

Dijital toplum, gerçek dünyada bireyi sınırlayan engeller, imkânsızlıklar ya da unsurlardan yoksun bir dijital dünyanın sonucudur. Blokzincirin ortaya çıkışı ile birlikte artık dijital toplumun kullandığı sosyal medyanın ve diğer araçların merkeziyetsizleştirilebilmesi söz konusudur. Merkezi olan sosyal medyanın sansür, kullanıcı denetimi, içerik denetimi vb. konularda elinde tuttuğu gücü ve yetkiyi ortadan kaldıran merkeziyetsiz sosyal medya uygulamaları gündemdedir. Ayrıca bireyin ekonomik olarak küresel ölçekte daha etkin olmasını sağlayan kripto varlıklar ile bankacılık ve finans sisteminin sınırlayıcı kuralları esnetilmekte ya da ortadan kaldırılmaktadır. Bireyin sosyal ve hukuki kurallardan olabildiğince soyutlanmasını sağlamayı vadeden sanal evren uygulamaları, yine bu dijital toplumun içerdiği bir başka unsurdur.

Günümüzde dijital toplumun en önemli yapı taşı merkeziyetsiz otonom organizasyonlardır (DAO-Decentralized Autonomous Organization). İkinci bölümde anlatıldığı gibi bu organizasyonlar, merkeziyetsizlik prensibi çerçevesinde bir araya gelen, genellikle anonim ve dünyanın farklı noktalarındaki kişilerden oluşmaktadır. Blokzincir altyapısı üzerinde kurulan DAO'lar, kuruluş ve yönetim sistematiğini düzenleyen akıllı sözleşmeler ile idare edilmektedir. Akıllı sözleşmelere tanımlanmış olan yönetim ilkeleri, DAO'ların oylama, onaylama, proje yürütme, mali sistemi yürütme gibi konularda oйдаşma prensiplerini de içermektedir. Genelde Discord, Telegram vb. iletişim uygulamaları üzerinden görüşmelerin ve bildirimlerin gerçekleştirildiği, oylamalar için ise farklı uygulamaların kullanıldığı görülmektedir. Bu oylamalar sonucunda nasıl bir oy oranı ve sistemi ile karar alınacağı, DAO'nun akıllı sözleşmelerinde yer almaktadır. Topluluk, yine oylamalar yoluyla akıllı sözleşmelerini de değiştirebilmektedir. DAO'ların bu oylamalarında ve mali kaynaklarının yaratılmasında kullanılmak üzere kripto varlık ihraç etmeleri de sık sık rastlanan bir



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

durumdur. DAO'lar, varoluşları ve yönetim sistemleri gereğince yeni çağın dijital toplumunun yarattığı yeni bir yönetim sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni yönetim sistemi, var olan konvansiyonel yönetim sistemlerine göre daha demokratik, çoğulcu ve hiyerarşiden uzak olarak nitelendirilmektedir. Fakat yine de DAO'lar hakkında bazı önemli soru işaretleri mevcuttur. Özellikle DAO'ların hukuki temsil kabiliyetinin olmaması, hukuki denetim ve yaptırımların uygulanmasının zor olması, DAO'ların sınırları aşan ve anonimliğe dayanan üyelik yapısı, DAO'ların mali denetimin zor olması, DAO'larda yürütülen bazı karar alma süreçlerinin ve alınan kararların hukuka uygunluğunun tartışmalı olması gibi hususlar çok tartışmalıdır. Bir diğer yandan bazı DAO'lardaki oylama yöntemlerinin eşitsizliğe dayanan anti-demokratik yöntemler içermesi de yine bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Her ne kadar önemli soru işaretleri olsa da, DAO olarak adlandırılan yapı artık dijital hayata dâhil olmuştur. DAO'ları kapsayacak gerek yerel gerek küresel hukuki çalışmaların gerçekleştirilmesi ve DAO'ların hukuki denetime ve yaptırıma konu edilmesi gereksinim olarak ön plana çıkmıştır. Geleceğin dünyasında dijital toplumun dengeli ve gerçek dünya ile uyumlu şekilde gelişebilmesi ve var olabilmesi için, dijital toplumun örgütlenme ve yönetim sistemi olan DAO'ların regüle edilmesi kaçınılmazdır. Bu regülasyonlar ileride yaşanabilecek sosyal ve mali problemlerin önüne geçecektir.

Teknoloji, ekonomik kalkınma için temel bir katalizör görevi görmekle birlikte ne yazık ki, aynı zamanda yeni bir sosyo-ekonomik eşitsizlik düzeyini de beraberinde getiriyor. Örneğin, blokzincir tabanlı planlanan Metaverse modern bilgi teknolojisine erişimi olanlar ile olmayanlar arasındaki boşluğu ifade eden dijital uçurumu büyük ölçüde daha da derinleştirebilir. Yeni bilgi teknolojileri, söz konusu uçurumun üstesinden gelmek ve bir köprü görevi görmek için gerçekten kullanılabilirken, bu eşitsizliği daha da artırabilir. Dünya nüfusunun önemli bir kısmının halen İnternet'e erişimi bulunmamaktadır. Bu gerçek, dünya nüfusunun çevrimiçi ortamlarda eşitsiz dağılımına sebep olmaktadır. Bu durum, ileride Metaverse platformlarına da yansacaktır. Bu yüzden, önlem alınmazsa Metaverse'ün dünya çapındaki bu eşitsizliği daha da artırma riski vardır. Ancak, bu alandaki yaşanan bazı ilerlemeler geleceğe yönelik umut verici gelişmelere de işaret etmektedir. 2018 ve 2022 yılları arasında, İnternet'e erişen nüfusun



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

oranı %50'nin altından %62,5'e yükseldi. Yani söz konusu dijital uçurumun yıllar içinde küçüldüğü ifade edilebilmektedir.

Sanayi devleri, Metaverse'ü sembolik hâkimiyetlerini genişletmek ve dijital kaynaklardan elde ettikleri kârlarını artırmak için bir fırsat olarak görebilirler. Bu fırsatı Metaverse'ü tekelleştirme ve dijital dünyayı pazar için başka bir meta haline getirmeye yönelik bir girişim olarak gören firmalar ortaya çıkabilir. Bunu, Metaverse'e yönelik anlatıyı yönlendirerek ve sanal dünyalarda kendi markalarının görünürlüğünü yavaş yavaş genişleterek yapabilirler. Fakat devletlerin ve uluslararası kuruluşların gerekli önlemleri alması sayesinde bu kötüye kullanım durumu gerçekleşmeyecektir. Diğer yandan, bireylerin gereğinden fazla özgür olmaları, sınırları da ortadan kaldıracığı için problem yaratabilir. Örneğin, herhangi bir kişi kimliğini Metaverse üzerinde oluşturmak için herhangi bir avatari kullanabilir. Bu kişiye eşi görülmemiş ve haksız bir fırsatın kapılarını açabilir. Bu özgürlük bazı etik ve toplumsal kaygıları da beraberinde getirebilir. Etnik, cinsel veya başka herhangi bir kimliğin dışında bir avatar seçmek, kişinin kimlik turizmi tuzağına düşme olasılığını artırmaktadır. Kimlik turizmi tehlikeli olabilmektedir, çünkü irksal bir azınlık olmanın zorluklarını bilmeden, kullanıcılar o avatari kullanmanın yalnızca egzotik kısmıyla ilgilenebilirler. Çevrimiçi avatarlar aracılığıyla yeni kimlikler denemek kullanıcılarda bir empati duygusu yaratabilir ve ayrımcılığın azaltılmasına katkıda bulunabilir, fakat burada etik ayırt edilmesi zor bir ince çizgi gerçeği bulunmaktadır ve endişe verici olabilir. Irk temelli ve cinsiyet temelli ayrımcılık eski bir problemdir. Fakat Metaverse platformlarında da bireyler, avatarlarının nasıl görüneceğini seçmekte özgür olduklarından, bu durum eşitsiz erişimle birlikte Metaverse'deki temsiliyeti tehlikeye atan ve ten rengine dayalı ayrımcılığa ve cinsiyetçiliğe yol açabilir. Dahası, markalar birçoğunun gerçek hayatta uygulamak zorunda olduğu irksal, etnik ve cinsiyete dayalı çeşitlilik politikalarını takip etmekten kaçabilir. Bu durum, olası iki sonuç yaratır. Birincisi, markalar bu politikalarını terk edebilir ve Metaverse'de yalnızca belirli türde görselleri kullanabilir ki bu, Metaverse'deki dengeli temsile zarar verir ve Metaverse'ün kendi değerleriyle çelişir. İkincisi, daha tehlikeli bir sonuçtur, çünkü markalar Metaverse'i gerçek hayatta gerçek eşitlik politikalarına bağlı kalmama konusundaki gerçek niyetlerini gizlemek ve göz boyamak için kullanabilirler. Metaverse



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

topluma ve daha önce uğruna savaştığımız tüm ilerlemelere ciddi şekilde zarar verebilecek çeşitlilik politikası uygulamalarının eksikliğini gizlemek için bir cephe görevi görebilir.

Etik kaygıların varlığı, Metaverse'ün doğası gereği kusurlu olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, çevrimiçi ve çevrimdışı yaşam deneyimimizi geliştirmek için etik sorunların düşünülmesi ve bunlardan bir şeyler öğrenilmesi gerekmektedir. Belirtilen etik kaygıların çoğu, dijital olmayan güncel hayatla ilgili sorunlardır. Yani aslında yeni ortaya çıkan problemler değil; sadece toplumdaki geliştirmeye açık yönlerin birer yansımasıdır. Bu bakış açısıyla hassas bir şekilde ele alınırsa Metaverse birçok sosyal ve beşeri problemin çözüm yeri olabilir.

8. HUKUKİ DURUM VE MEVZUAT

Dünya genelinde özellikle son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler doğrultusunda, yazılım ve iletişim alanlarında yeni konseptler ortaya çıkmaktadır. Blokzincir, bu yeni konseptler arasından adaptasyon hızı ve vadettiği köklü yapısal dönüşüm ile sıyrılmıştır. Henüz 3 yıl önce devletler ve büyük kuruluşlar tarafından dikkate alınmayan blokzincir, bugün geldiğimiz noktada artık devletler ve büyük kuruluşlar tarafından üzerinde hassasiyetle durulan bir konumdadır. Bu bağlamda Türkiye tarafından blokzincire verilen önem de artmış ve blokzincirin başta devlet çatısı altında olmak üzere, ülkemiz genelinde nasıl kullanılabileceği üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Dünyada öne çıkan yeni konseptlerin hukuki bir zemine sağlıklı biçimde oturtulabilmesi için öncelikle bu konseptlerin birbirleri ile olan teknik ve hukuki ilişkilerini ele almak gerekir. Örneğin, Türkçe'ye Nitelikli Fikrî Tapu olarak çevrilen NFT (Non-Fungible Token) varlığı ve işlevi blokzincir ile birlikte tarif edilebilecek bir konsepttir. NFT'nin temel özellikleri olan özgünlük ve çoğaltılamazlık blokzincirin sunduğu imkân çerçevesinde sağlanmaktadır. Bu bağlamda NFT'nin hukuki tarifinin, tasnifinin ve düzenlenmesinin, blokzincirin hukuki düzenlemesi çerçevesinde olacağı söylenebilir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Yeni konseptlerin birbirleri ile olan teknik ve ekonomik ilişkileri, bu konseptlerle ilgili yapılacak hukuki düzenlemelerin tekniğini ve içeriğini de belirlemektedir. Birbiri içine geçmiş olan bu konseptler, hem ayrı ayrı hem de birbirleri ile sıkı ilintili olarak ele alınmalıdır. Bu nedenle dünyanın hiçbir ülkesinde bu yeni konseptlerle ilgili kapsamlı yasal düzenlemenin henüz tamamlanmamış olduğu görülmektedir. Zira yeni konseptlerin kodifikasyonu, oldukça teknik ve hassas bir çalışma gerektirmektedir. Ayrıca hukuki düzenleme çalışmaları, yeni konseptlerin gelişim ve adaptasyon hızının gerisinde kalmaktadır. Yine de dünyanın birçok ülkesinde bu yeni konseptlerle ilgili irili ufaklı hukuki düzenleme çalışmaları bulunmaktadır.

Günümüzde blokzincir hakkında hukuki düzenleme hususu çoğunlukla yanlış anlaşılmakta ve değerlendirilmektedir. Blokzincir hakkında hukuki düzenlemelerden kasıt, blokzincir ağlarının kurulmasını, yönetilmesini, bu ağlar üzerindeki verilerin güvenliğini, bu ağların yasal denetimini, bu ağlardaki verilerin adli bilişim çerçevesinde değerlendirilmesini, blokzincirin kullanım alanlarının tespitini ve bunlarla ilgili yasal onay ve denetim mekanizmalarının teşkilini kapsamaktadır. Blokzincir altyapısı kullanan diğer konseptler hakkındaki hukuki düzenlemeler, her ne kadar blokzincir ile ilgili hususları içerse de başlı başına blokzincir hakkında hukuki düzenleme olarak nitelendirilemezler. Her ne kadar kapsamlı ve kapsayıcı bir hukuki düzenlemenin varlığından hala söz edilebiliyor olmasa da blokzincirin adaptasyon hızı nedeniyle hukuki düzenlemeler parça parça hayata geçirilmektedir.

Blokzincir alanında en yoğun ve detaylı hukuki çalışmaların ve düzenlemelerin Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapıldığı görülmektedir. Ulusal Yasama Organları Konferansı'nın (National Conference of State Legislatures/NCSL) yıllık raporlarına göre ABD'deki eyaletlerde blokzincir ile ilgili yürürlüğe girmiş olan düzenlemeler şu şekildedir:



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Tablo 2 - ABD’de Eyaletlerde Blokzincir ile İlgili Yürürlüğe Girmiş Olan Düzenlemeler

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
Alaska	Seçim verilerinin korunması, seçmen bilgilerinin ve kimliklerinin denetimi ve bunların doğrulanması ile ilgili olarak blokzincir altyapısının kullanımına dair yasal düzenleme
Arizona	1- Blokzincir ve kripto varlık çalışma komitesinin kurulmasına dair düzenleme 2- Blokzincir altyapısının vergiden ve kamusal ödemelerden muaf tutulmasına dair yasal düzenleme
California	1- Dijital kimliklerin kullanımı ile ilgili olarak blokzincir altyapısının kullanılmasına dair yasal düzenleme 2- Şirketlerin kurumsal tüm kayıtlarını, hisselerini ve kimliklerini blokzincir altyapısı kullanarak işlemesine ve saklamasına olanak sağlayan yasal düzenleme 3- Nüfus kayıt işlemlerine dair tüm işlemleri blokzincir altyapısı kullanılarak dijital hale getirilmesiyle ilgili yasal düzenleme
Colorado	1- Eyaletin su tahsisatı takip sisteminin blokzincir altyapısı ile dijital hale getirilmesine ve su tasarrufunun etkin olarak sağlanmasına dair blokzincir altyapısının kullanılmasına dair yasal düzenleme 2- Tarım üreticilerinin blokzincir hakkında eğitimi için görevlendirme
Connecticut	İdari işlerde ve uzaktan çalışmaya ilişkin olarak blokzincir altyapısının kullanılmasını teşvik etmeye yönelik yasal düzenleme



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
Florida	Gıda tedarik zincirinin takibi ve gıdaya erişim adaletinin sağlanması için blokzincir altyapısının kullanılmasına dair yasal düzenleme
Hawaii	Devlet kurumlarının ve özel kurumların işlerinde ve yargısal belgeleme süreçlerinde blokzincir altyapısının kullanılmasına dair tavsiyelerde bulunacak bir çalışma heyetinin teşkiline dair yasal düzenleme
Illinois	1- Blokzincir Teknoloji Yasası kapsamında blokzincir altyapısının kullanımına ve merkeziyetsiz otonom organizasyonlara (DAO) dair detaylı yasal düzenlemeler 2- Blokzincir İş Geliştirme Yasası
Iowa	1- Ticari hayatta belgelendirmelerin ve işlerin dijitalleşmesi için blokzincir altyapısının kullanılmasına dair yasal düzenleme 2- Akıllı sözleşmelerin hukuki geçerliliğini hükme bağlayan yasal düzenleme
Kentucky	Blokzincir altyapısının kullanımının vergiden ve kurumsal ödemelerden muaf tutulmasına dair yasal düzenleme
Massachusetts	1- Seçimler başta olmak üzere, kamusal işlerde blokzincir altyapısının kullanılmasına dair araştırma yapacak bir birimin kurulmasına dair yasal düzenleme 2- Eyalet seçimlerinde adayların belgelerinin ve imzalarının blokzincir altyapısı ile dijital olarak kullanılabilmesine dair yasal düzenleme



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
Minnesota	Hisse senetleri yerine blokzincir tabanlı dijital senetlerin ihracına izin veren yasal düzenleme
Nebraska	Tarım ürünlerinin ve üretimlerinin dijital izlenebilirliğinin artırılması için blokzincir altyapısının kullanılabilmesine dair yasal düzenleme
Nevada	1- Blokzincir altyapısı kullanılarak üretilen dijital kimliklerle oy kullanılabilmesine ve ayrıca blokzincir altyapısına dayalı bir dijital oylama sisteminin kullanılabilmesine dair yasal düzenleme
New Jersey	1- Blokzincir altyapısı kullanan ödeme sistemlerinin kullanılabilmesine yönelik yasal düzenleme 2- Şirketlerin kurumsal tüm kayıtlarını, hisselerini ve kimliklerini blokzincir altyapısı kullanarak işlemesine ve saklamasına olanak sağlayan yasal düzenleme 3- Dijital Varlık ve Blokzincir Teknolojisi Yasası kapsamında kapsamlı yasal düzenleme
New Mexico	Central New Mexico Community College bünyesinde kurulacak blokzincir merkezinin kuruluşu ve adı geçen öğretim kurumu çatısı altında aktif olacak bir blokzincir altyapısının kurulması hakkında yasal düzenleme



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
New York	<p>1- COVID-19 salgını ile ilgili kayıtların tutulması ve saklanması hususunda blokzincir altyapısının kullanılabilmesine yönelik yasal düzenleme</p> <p>2- Blokzincir ağlarında tutulan imzaların, kayıtların, belgelerin ve akıllı sözleşmelerin yasal geçerliliğine dair yasal düzenleme</p> <p>3- Ticari kuruluşların blokzincir altyapısı kullanabilmelerine ilişkin yasal düzenleme</p> <p>4- Eyalet kurumlarında blokzincir altyapısının kullanılmasına dair araştırma yapacak bir çalışma biriminin kurulmasına dair yasal düzenleme</p> <p>5- Eyalet seçimlerinde oylama sisteminde ve dijital kimlik kullanımında blokzincir altyapısının kullanılmasına dair yasal düzenleme</p>
Ohio	<p>1- Eyalet kurumlarının blokzincir altyapısı kullanabilmelerine dair yasal düzenleme</p> <p>2- Seçmen kayıtlarının, oy kullanma sisteminin ve oy doğrulamasının blokzincir altyapısı kullanılarak yürütülmesine imkân veren yasal düzenleme</p>
Oklahoma	<p>Dağıtık Deftere Dayalı Varlıklar Yasası ile kapsamlı bir blokzincir regülasyonu</p>
Pennsylvania	<p>Seçmen kayıtlarının, oy kullanma sisteminin ve oy doğrulamasının blokzincir altyapısı kullanılarak yürütülmesine imkân veren yasal düzenleme</p>



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
South Carolina	<p>1- Eyalet seçimlerinde oy doğrulama sisteminde blokzincir altyapısının kullanılabilmesine dair yasal düzenleme</p> <p>2- Blokzincir teknolojisinin ve endüstrisinin gelişimini teşvik etmek amacıyla “Güney Carolina Blokzincir Endüstrisini Güçlendirme Yasası”</p> <p>3- Şirketlerin blokzincir altyapısı kullanarak hisse ihracını sağlayan yasal düzenleme</p> <p>4- Bankalara blokzincir altyapısı kullanarak ihraç edilmiş dijital varlıkları saklama ve takas imkânı tanıyan yasal düzenleme</p>
Tennessee	Merkeziyetsiz otonom organizasyonların (DAO) kurulmasına, denetimine ve işleyişine dair yasal düzenleme
Texas	<p>1- Dijital kimliklerin blokzincir altyapısı kullanılarak çıkartılması ile ilgili yasal düzenleme</p> <p>2- Ticari ve resmi işlemlerde blokzincir altyapısı kullanan elektronik imzaların geçerliliğine dair yasal düzenleme</p>
Utah	Elektronik İşlemler Yasası kapsamında elektronik işlemlere “blokzincir” tanımının eklenerek eyalet kurumlarının blokzincir tabanlı işlemleri ve belgeleri denetleme ve onaylamaya yetkili kılınmasına dair yasal düzenleme



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EYÂLET	DÜZENLEMENİN KONUSU
Wyoming	<p>1- Şirketler ve sivil toplum kuruluşlarının kurumsal tüm kayıtlarını, hisselerini ve kimliklerini blokzincir altyapısı kullanarak işlemesine ve saklamasına olanak sağlayan yasal düzenleme</p> <p>2- Eyaletteki tüm yargı makamlarına blokzincir altyapısı kullanarak dijital veri işleme ve saklama yetkisi veren yasal düzenleme</p> <p>3- Merkeziyetsiz otonom organizasyonların (DAO) kurulmasına, denetimine ve işleyişine dair yasal düzenleme</p>

Dünyadaki diğer ülkelerde yapılan hukuki düzenlemeler ya da düzenleme çalışmaları, ABD'deki düzenlemeler ile paralellik arz etmektedir. Yürürlüğe girmiş en kapsamlı yasal düzenlemelerden biri, Liechtenstein tarafından çıkarılmış olan Blokzincir Yasası'dır. Bu yasa, blokzincirle ilgili tanımlar içermenin yanı sıra, blokzincir ağlarının kurulması, yönetilmesi, denetimi, blokzincir altyapısının kullanımı gibi hususlarda detaylı düzenlemeler içermektedir. Bu yasa ile blokzincir vasfını haiz sistemler için kriterler getirilmiştir.

Çin, blokzinciri dağıtık defter teknolojisi (İng. distributed ledger technology/DLT) olarak nitelendirdiği daha üst bir kavramsal çatının parçası olarak nitelendirmiş ve bu çerçevede yasal düzenlemelere yönelmiştir. Çin Siberuzay İdaresi (İng. Cyberspace Administration of China/CAC), blokzincir tabanlı girişimlerin kayıtlı olmak zorunda oldukları denetleyici bir kamu kurumudur. CAC tarafından blokzincir altyapısının kullanımına dair kurallar tespit edilerek tebliğ edilmektedir. CAC, bu yönüyle de blokzincir için bir düzenleyici kurum işlevi görmektedir. CAC tarafından yayınlanan ilk tebliğ, "Blokzincir Bilgi Hizmetlerine İlişkin İdari Hükümler" isimli tebliğdir. Aynı anda CAC tarafından, blokzincir tabanlı bilgi hizmeti sağlayıcılarını düzenleyen bir başka tebliğ daha yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu düzenlemeler,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blozkincir ve Metaverse Teknolojisi

blozkincir kullanan uygulamalarda verilerin kamu güvenliği açısından kısıtlanması, sansürü ve benzeri hususlar hakkında hükümler içermektedir. Yine Çin Yüksek Mahkemesi tarafından yayımlanan bir tebliğ ile blozkincir altyapısı kullanan bilişim sistemlerindeki verilerin hukuki delil niteliği kazanması ile ilgili kıstaslar yayımlanmıştır. Blozkincirin endüstriyel kalkınma ve gelişim için etkin şekilde kullanılabilmesi amacıyla, “Blozkincir Teknolojisi İçin Güvenlik Çerçevesi”, “Blozkincir Bilgi Hizmeti İçin Güvenlik Spesifikasyonu” ve “Şanghay Belediyesi Blozkincir Teknoloji Güvenliğinin Genel Spesifikasyonu” gibi tebliğ ve yönerge seviyesinde düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. Çin, blozkincir hakkında kapsamlı bir hukuki düzenlemeyi henüz yürürlüğe sokmuş olmasa da bu alanda yoğun hukuki düzenleme yapan ikinci büyük ülke olarak dikkati çekmektedir.

Fransa, 2016 yılında yürürlüğe giren bir yönetmelik çerçevesinde, blozkincir altyapısı kullanan tahvillerin ihracına yönelik bir yasal düzenleme yapmıştır. Ardından, 2017 yılında, menkûl kıymetlerin DLT tabanlı olarak ihraç edilebilmesini sağlayan bir başka yasal düzenleme daha gerçekleştirilmiştir. Fransa’da bugüne değin yapılan düzenlemeler son derece sınırlı sayıda ve kapsamda olup, tümü finansal işlemler ve varlıklar çerçevesindedir.

Hong Kong’da blozkincir hakkında kapsamlı bir yasal düzenleme olmamakla birlikte, Hong Kong Para Otoritesi (İng. Hong Kong Monetary Authority/HKMA) tarafından finansal teknolojiler alanında denetim ve düzenlemeler gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda HKMA tarafından 2017 yılında yayınlanmış olan “Dağıtılmış Defter Teknolojisi Üzerine Teknik Rapor”, blozkincir açısından bir kılavuz niteliğindedir. Bu raporda, blozkincirin kullanımından kaynaklanan ve yakın gelecekte yapılacak yasal düzenlemelere temel teşkil edeceği düşünülen 7 temel hukuki sorun belirlenmiştir:

1. Yasal dayanak (geçerlilik ve uygulanabilirlik)
2. Veri koruma ve gizlilik (erişilebilirlik, değişmezlik ve sınır ötesi hususlar)
3. Sınır ötesi ve yerleştirme sorunları (sınır ötesi veri akışı, yasal uygulanabilirlik ve yerleştirme yasası)
4. Akıllı sözleşmeler (yasal dayanak ve etkileri)
5. Sorumluluk (yönetim modeli ve katılımcıların sorumluluğu)



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

6. Rekabet / anti-tröst yasaları (adil rekabet ve anti-tröst uygulaması)
7. Belirli uygulamalardaki yasal konular (varlık yönetimi, ipotek / e-taşıma, ticaret finansmanı ve dijital kimlik yönetimi).

İsviçre, blokzincir hakkında kapsamlı düzenlemeye yönelik bir başka devlettir. 2021 yılında “Federal Yasanın Dağıtılmış Elektronik Kayıt Teknolojisindeki Gelişmelere Uyarlanması Hakkında Federal Yasa” yürürlüğe girmiştir. Bu düzenleme, ağırlıklı olarak finans sektöründe blokzincirin kullanımına dair esasları içeriyor olsa da blokzincirin diğer sektörlerde kullanımına dair genel esaslar için de kıyasen uygulanabilecek hükümler içermektedir.

Dünyanın geri kalanında blokzincir hakkında hukuki yaklaşımlar ve düzenlemeler birbirine benzemektedir. Çoğu yasal düzenleme kripto varlıklar ile sınırlı olup, daha kapsayıcı düzenlemelere henüz gidilmemiştir. Blokzincir hakkında kapsamlı yasal düzenlemelerin henüz ortaya çıkmamış olması, blokzincir kullanan yeni konseptler hakkında verimli ve kapsamlı hukuki düzenlemeler yapılmasını engellemektedir.

Blokzincir ile yakından ilgilenmeye henüz başlamış olan devletlerin, kamu otoritelerinin ve büyük kurumların blokzincirle ilgili yaklaşımları ve stratejilerinin biçimlenmeye başlaması hususu çok yenidir. Yine de yakın zaman dilimi içerisinde devletler tarafından yerel ölçekte kapsamlı yasal düzenlemelerin hayata geçirileceğini ve ardından bu yasal düzenlemelerin küresel standart çerçevesine oturtulacağını düşünülmektedir. 2017 yılından itibaren G-8, G-20, Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği gibi uluslararası kurumlar ve organizasyonlar tarafından düzenli olarak yayınlanan raporlar ve bildirimler bu yöndedir. Adı geçen kurum ve organizasyonlar çatısı altında ülkelerin yetkililerinden teşkil olunmuş komisyon ve çalışma grupları tarafından blokzincirin küresel standartlarının tespiti hakkında yoğun çalışmalar devam etmektedir. Tüm bu gelişmeler, blokzincir hakkında kapsamlı hukuki düzenlemelerin kaçınılmaz olduğunu ve yakın zamanda yürürlüğe gireceğini göstermektedir.

9. SEKTÖREL UYGULAMA VE İŞ MODELİ ÖRNEKLERİ



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

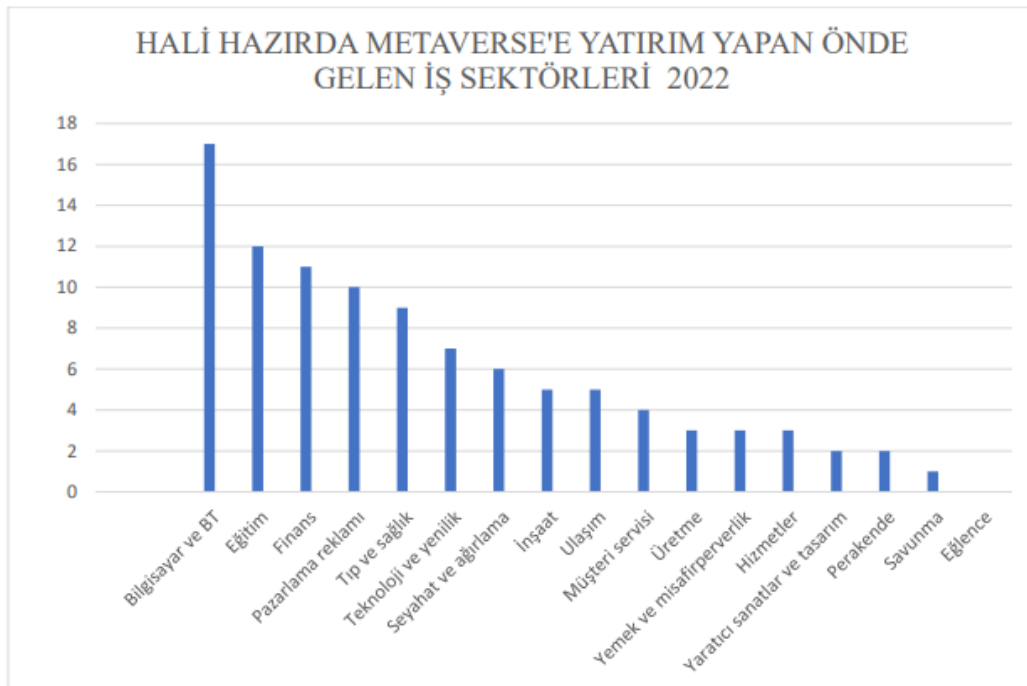
Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Blokzincir genel olarak Bitcoin ile birlikte değerlendirilmesine ve ilk etkileşimini finans alanında göstermesine rağmen, günümüzde birçok sektörde kendisine uygulama alanı bulmuştur. Günümüzde, blok zincir teknolojisi finans, bankacılık, bilgi teknolojileri, enerji, tedarik zincir ve lojistik, tarım, ticaret, hukuk, kamu, taşımacılık alanlarında farklı uygulamalarda kullanılmaya başlamıştır.

Dijital deneyimlere yeni bir ağ geçidi olarak, metaverse coğrafya kavramını ortadan kaldırmakta ve sosyal medya, eğitim, kültür, sanat, turizm, finans, pazarlama, sağlık, inşaat, eğlence, perakende, pazarlama, üretim, hizmet, çalışma hayatı, işbirliği, üretkenlik ve kamu hizmetleri gibi farklı alanlar için heyecan verici yeni olanaklar sunmaktadır. Başta teknoloji firmaları olmak üzere Meta Platforms, Microsoft, Epic Games, Roblox, Decentraland, Tencent, Alibaba, Snap Inc., Nvidia, Niantic, Naver Z, ifland gibi şirketler metaverse alanında hem araştırmalara hem de uygulamalara başlamış bulunmaktadır (STM, 2022)

Metaverse’te gelecek gören ve bu bağlamda kendi sektörleri içerisinde Metaverse’e yatırım yapan şirketlerin oranları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Şekil 9 - Metaverse’e Yatırım Yapan Önde Gelen İş Sektörleri (Statista, 2022b)





ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Metaverse'e yatırım yapan belirlenen ülkelerden şirketler arasında Mart 2022'de yapılan bir ankete göre; şirketlerin yarısından fazlasının kripto para birimlerine yatırım yaptığı tespit edilmiştir. Bu yatırımları sırasıyla NFT (Nitelikli Fikti Tapu)'ler, çalışma ortamı ve uzaktan çalışma takip etmiştir. Şirketlerin metaverse ile ilgili yatırım yaptığı diğer alanlar ise markalaşma ve konumlandırma, oyun, ürün oluşturma, emlak, eğlencedir (Statista, 2022a)

9.1. Akıllı Sözleşmeler

Blokzincir teknolojisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlar arasında akıllı sözleşmeler, akıllı sahiplik, dijital içerik dağıtımını bulunmaktadır. Akıllı sözleşmeler tüm bu uygulamaların temelini oluşturmaktadır. Akıllı sözleşmeleri bir uygulama alanı yerine bir uygulama platformu olarak düşünmek daha doğru bir tespit olacaktır. Blokzincir uygulamaları, akıllı sözleşme platformlarını kullanarak geliştirilmektedir. Ethereum, Bithalo, Hyperledger, Filecoin ve elektronik sözleşme imzalama sistemi, blokzincir akıllı sözleşmelerin popüler uygulamalarındandır (Mendi, 2021)

9.2. Finans

Blokzincirin finans alanındaki uygulamaları, Bitcoin kripto parasının ortaya çıkması ve popüler hale gelmesiyle birlikte daha da artmıştır. İlk olarak, kripto para alım satımlarının gerçekleştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Sonrasında ise daha güvenli bir yapı sunan bu dijital para birimleri alternatif bir sistem olarak kullanılmaya başlamıştır (Takaoğlu, Özer, ve Parlak, 2019). Ancak, blokzinciri teknolojisinin kripto para dışındaki olası kullanım alanları da gün geçtikçe artmaktadır. Birçok banka ve finansal kurum, bu teknolojinin yeni kullanım alanlarını araştırmakta ve yenilikçi çözümlere yatırım yapmaktadır. Blokzincirin finansal kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir:

- Ödeme İşlemleri



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Para Transferleri
- Alış/Satış Platformları
- Yetkilendirme, Doğrulama
- Dijital Kimlik Yönetimi
- Doküman Yönetimi

Bankacılık alanında örnek uygulamaların uluslararası para transferi ve uluslararası ticaretin finansmanı alanında öne çıktığı gözlemlenmektedir (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).

23 Temmuz 2019 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan 11.Kalkınma Planında; Blokzincir tabanlı dijital Merkez Bankası parası çıkarılma kararı alındığı görülmektedir (Gazete, 2019). Kripto para konularında dünya çapında merkez bankaları, pratik ve teorik çalışmalar başlatmıştır. Yeni Zelanda gibi ülkelerde çalışan maaşlarının kripto paralar ile ödenmesinin mümkün olduğu görülmektedir (Takaoğlu, Özer, ve Parlak, 2019).

9.3. Enerji

Blokzincir teknolojisinin kullanıldığı alanlardan biri de enerjidir. Bu teknolojinin uçlar arası iletişim imkânı sayesinde cihazlar enerji satın alabilir ya da enerjilerini satabilir. Transactive Grid şirketinin geliştirdiği güneş enerjisinden üretilen enerjinin akıllı sözleşmelerle alım satımının yapıldığı sistem örnek olarak verilebilir. Blokzincirin enerji alanındaki kullanımına verilebilecek bir diğer örnek ise; New York'taki güneş panellerinde üretilen enerjinin çoğunun, akıllı sözleşmelerle komşu bölgelere satılmasıdır (Mendi, 2021)

9.4. Kamu Sektörü

Blokzinciri teknolojisinin kamu sektöründe de uygulamaları ortaya çıkmıştır ve birçok yenilikçi kullanım alanları vardır. Blokzinciri teknolojisinin kamu sektöründe kullanılabileceği alanlara örnek olarak şunlar verilebilir:



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Dijital Kimlik
- Dijital Pasaport
- Akıllı Kontratlar
- Doküman Yönetimi
- Oylama
- Enerji Dağıtımı
- Sosyal Güvenlik Sistemi Vergi Sistemi

İngiltere, Estonya, Singapur, Dubai, İsviçre gibi çeşitli ülkelerde kamu sektöründe blokzincir teknolojisi yatırımları başlamıştır. Blokzincir teknolojisinin uygulanmaya başladığı bir diğer alan ise savunma alanıdır. NATO, tedarik ve lojistik gibi daha geleneksel uygulamaların altyapısında blokzincir teknolojisini kullanmayı hedeflemekteyken Amerikan Savunma Bakanlığı blokzincir tabanlı güvenli bir mesajlaşma uygulamasına odaklanmaktadır (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018)

9.5. Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi

Tedarik zincirleri, bilgi, ürün ve hizmetler ile paranın uçtan uca akışını içermektedir. Geleneksel tedarik zinciri anlayışında bilgi paylaşımı genellikle birbirleriyle doğrudan ilişki kuran taraflar arasındadır. Bu bilgiler zincir ilerledikçe kaybolmakta, son tüketici veya daha önceki aşamalarda rol alanların elindeki veriler yetersiz kalmaktadır. İzlenebilirlik, uyumluluk, esneklik ve paydaş yönetimi konuları tedarik zinciri yönetiminde yaşanan sorunların başında gelmektedir. Örnek olarak; ilaç sektöründe hammadde sağlayıcıları ve üreticiler arasında doğrudan bir bağ olsa da, ara aşamalarda dağıtıcıların da var olmasından dolayı hastaların sahip olmak isteyeceği bilgilere ulaşması çoğu durumda mümkün olmamaktadır. Benzer durumlar gıda ve otomotiv gibi sektörlerde de yaşanmaktadır. Bu sistemlerin genel problemi, bütünsel bir yaklaşımın mevcut olmaması ve veri doğruluğunun kanıtlanamamasıdır (Deloitte, 2018). Lojistik Yönetimi hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin akışı ve stoklanması gibi faaliyetlerin tedarik zinciri içerisinde yönetilmesidir. Tedarik zinciri yönetiminin iyi bir



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

şekilde gerçekleştirilmesi ile lojistik yönetimi etkinliği doğru orantılıdır. Tedarik zincirleri, birden fazla katılımcı ve paydaşın yer aldığı birçok fiziksel akışın ve bu akışı destekleyen bilgi paylaşımlarının olduğu bir yapıdır. Blokzincir ve tedarik zincirlerinin uygulama mantığı bu açıdan büyük benzerlikler taşımaktadır. Bundan dolayı, blokzincir teknolojisi tedarik zinciri ve lojistik yönetiminde farklı uygulama alanları bulmuştur (Bakan ve Şekkeli, 2019).

- Blokzincir uygulaması ile tedarik zinciri yönetiminde yapılan tüm işlemleri RFID, barkod, otomatik kimlik tarayıcılar vs. yoluyla her aşamada eş zamanlı ve şeffaf olarak izlenebilir. Örnek olarak; gıda kaynaklı bir salgın söz konusu ise zincirde yer alan taraflar zararlı maddelerin nereden geldiğini, son kullanma tarihlerini, parti numaralarını, , fabrika ve işleme verilerini , sevkiyat detayları ve hangi mağazalara teslim edildiğini görebilir.
- Blokzincir ile tedarik zinciri sistemindeki ürünün çıkış noktasından varış noktasına kadar doğru ve sabit bir kaydı sağlanmaktadır. Örnek olarak; ilaçların orijinal üreticiden alınması durumlarında ürünün, üreticinin ya da sürecin güvenilirliğini test etmek mümkün olabilir.
- Tedarik zincirindeki ödemeler, blokzincir teknolojisinde var olan akıllı sözleşmeler ile daha hızlı yapılabilir, dolandırıcılık riski ortadan kalkabilir ve işlem maliyetleri daha düşük olabilir.

Blokzincirinin tedarik zincirinde kullanılması ile birlikte tüm işlemler kayıt altına alınmış olup güvenli ve şeffaf bir şekilde işlemlerin takibi yapılabilmektedir. Toyota, AliBaba, Walmart, Provenance, JD.com gibi kurumlar blokzincir teknolojisini tedarik zincirinde kullanmaya başlamışlardır.

9.6. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti, internete bağlanabilen tüm elektronik cihazların, bulut ağları aracılığıyla birbirleriyle bilgi paylaşımı yapması durumu olarak açıklanabilir (Takaoğlu,



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Özer, ve Parlak, 2019). Dijitalleşme ile birlikte akıllı cihaz sayısı giderek artacak olup, akıllı şehirler, akıllı mobilite, akıllı bina uygulamaları ile birlikte bağlantılı cihazlar insan hayatında önemli bir yer kaplayacaktır. Nesnelerin interneti uygulamalarında güvenlik, cihazların yazılımlarının güncellenmesi, cihazların senkronize tutulması gibi konularda sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlar blokzincir teknolojisinin avantajlarıyla ortadan kaldırılabılır (Mendi, 2021). Nesnelerin interneti uygulamalarında, blokzinciri entegreli sistemler geliştirilmesi ilerleyen süreçte karşılaşılabilecek güvenlik sorunlarının çözümü açısından büyük önem taşımaktadır (Takaoğlu, Özer, ve Parlak, 2019).

9.7. Sağlık

Blokzincir teknolojisinin uygulama alanlarının genişlemesiyle birlikte sağlık sektörü de bu alanlara dâhil olmuştur. Hastanelerdeki veri akışının güvenli bir şekilde sağlanarak verilerin saklanması, ilgili bölümler arasında veri alışverişinin yapılması, hasta kayıtlarının saklanması ve ihtiyaç halinde diğer sağlık kurumlarınca erişilebilir olması, ilaç takibinin yapılması ve ilaç sektöründe karşılaşılan sahtecilikle mücadele edilmesi, hastanın elektronik ekipmanlar vasıtasıyla gerçek zamanlı takip edilmesi, kan bankalarının bilgilerinin tüm paydaşlarla paylaşılması gibi sağlık sektöründe teknolojik çözüm gerektiren ihtiyaçlar bulunmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanmasında, blokzincir teknolojisi kullanılabilir. Dünya’da sağlık sektöründe blokzincir uygulamaları bulunmaktadır. Estonya’da sağlık alanında blokzincir temelli X-Road sistemi yardımıyla hasta bilgileri tutulmaktadır. Hastaların izni olmadan verilere üçüncü şahıslar erişememekte ve erişmesi durumunda cezai hükümler bulunmaktadır. Ülkemizde kişisel sağlık bilgilerinin güvenli bir şekilde yönetildiği kişisel sağlık kayıt sistemi olan e-Nabız bulunmaktadır. E-Nabız sisteminde merkeziyetçi bir yapıda veriler saklanmaktadır. E-Nabız sisteminin blokzincir teknolojisiyle entegrasyonu ile ilgili çalışmalar yürütülebilir (Takaoğlu, Özer, ve Parlak, 2019).

9.8. Arazi Yönetiminde Mevcut Uygulamalar



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Gürcistan Cumhuriyeti, güven seviyesini artırmak amacıyla blokzincir kullanarak tapu kayıtlarına başlayan ilk ülkedir. Gürcistan Ulusal Kamu Kayıt Kurumu (NAPR) ve bir bitcoin madenciliği şirketi Bitfury arasındaki işbirliğinin bir sonucu olarak blokzincir tabanlı bir kayıt sistemi geliştirilmiştir. Gürcistan tapu kayıt sisteminin nispeten verimli ve yolsuzluktan arınmış hale gelmesi için onlarca yıldır reforma tabi tuttuğu bir çalışma yürütürük blokzincir teknolojisine geçiş için gerekli süreçleri hazırlamıştır. Tapu sicili, NAPR tarafından yönetilen ve üçüncü taraf bir uygulayıcı olarak hareket eden özel izinli bir blok zincirine dayanmaktadır. Gerçekleştirilen proje kapsamında tapu satışı, yeni tapu tescili, ipotek, kiralama ve noter hizmetleri yer almaktadır. Projenin, artan güven ve şeffaflık gibi olumlu etkiler getirdiği değerlendirilmekte olup, blokzincir teknolojisinin idarenin diğer sektörlerine de tanıtılması planlarının olduğu değerlendirilmektedir (Higgins., 2017)

2017 yılında, blokzinciri tabanlı kayıtlar ve mülkiyet transferleri konusunda uzmanlaşmış ABD merkezli bir blokzinciri teknolojisi şirketi olan Ubitquity, Rio Grande do Sul Eyaletindeki emlak kayıt ofisi, Pelotas Belediyeleri ve Morro Redondo ile ortaklaşa bir pilot proje duyurdu. Projenin amacı, arazi kayıtlarının doğruluğunu, güvenliğini ve şeffaflığını artırırken maliyetleri düşürmeye yardımcı olmak amacıyla bölgenin resmi tapu kayıtları için bir pilot program oluşturmaktır. Devam etmekte olan bu pilot uygulama, mülk sahipliği kaydının ve devrinin mevcut yasal yapısını tekrarlamak için paralel bir platform sunmayı amaçlamaktadır.

Brezilya'da arazi yönetimi parçalıdır ve arazinin türüne ve kullanımına bağlı olarak farklı hükümet seviyelerinde işlem gerçekleşir. Tescil amacıyla, her birinin en az bir emlak kayıt ofisi vardır. Dünya Bankası'nın iş yapma endeksi, Rio de Janeiro'da hâlihazırda kayıtlı ve tapusuz bir arazi ve bir bina satın almak isteyen bir girişimcinin durumunu varsayarak, Brezilya'da mülk kaydettirmeyle ilgili adımların, zamanın ve maliyetin ayrıntılı bir analizini yapmıştır. Buna göre işlemler en az 13 ayrı adım içerir. Tipik olarak, şu belgeleri ibraz etmek gerekir: bir kamu alım ve satım belgesi, gayrimenkul varlıklarının transferine ilişkin vergi tahsilatının kanıtı, vergi izni sertifikaları, ilgili emlak sicil dairesi tarafından verilen sertifikalar ve noter ücretlerinin ödendiğine dair kanıt. Alım satım tapusu tapu harcı yatırılarak tapu sicil müdürlüğüne



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

gönderilir ve evraklar incelenir. Belgeler uygunsa, mülkiyet devri tescil edilir ve değilse, belgeler daha fazla işlem için iade edilir. Ayrıca, (haciz, ipotek, kısıtlama vb.) kontrolü için elektronik bir veri tabanı da yoktur. Yakın zamanda Brezilya, mevcut kâğıt tabanlı tapu sicil sistemini modernize etmek için SREI projesini başlattı ve daha önce izole edilmiş mülk kayıt ofisleri arasında mülk kaydını koordine etmekten ve bir Elektronik Mülk Kayıt Sistemi için mimari ve işletim modelini tanımlamaktan sorumlu Ulusal Kayıt Operatörünü kurdu.

Ubitquity, çözümün yetki alanı içinde veri depolama için en iyi uygulamalara bağlı kalmasını sağlamak için Colu'dan Coloured Coins Open Assets protokolünü kullanmaya planlamaktadır. Coloured Coins, gerçek varlıkları temsil etmek ve yönetmek için bir grup protokol ve yöntemidir ve gayrimenkul gibi varlıkları, bir blok zincirinin üzerinde bir veri katmanı olarak temsil etmek için kullanılabilir. Böylece her varlık bir kez bu şekilde tokenleştirildiğinde sahipler arasında aktarılabilen bir Bitcoin ile temsil edilir. Bu durumda Bitcoin, blokzincir işlem kayıt katmanı olarak da kullanılmaktadır, ancak diğer blok zincirlerini de kullanmak mümkündür. Colu tarafından geliştirilen ve 2015 yılının Haziran ayında yayınlanan Colored Coins uygulaması, OP_RETURN alanını kullanarak işlem çıktılarına metadata eklemektedir. Gerektiğinde çoklu imza ("multisig") adresi kullanılabilir. Çoklu imza, birden fazla tarafın bir Bitcoin adresini veya cüzdanını kısmen kontrol etmesine izin veren bir dijital imza şemasıdır. Multisig uygulandığında, eğer birisi arazi mülkiyetini devretmek gibi bir işlemi tamamlamak isterse, işlemin tamamlanması için diğer kişilerin işlemlerini imzalaması gerekir. Gerekli sayıda imza, adres oluşturulurken önceden karşılaştırılır ve işlem gerçekleştirilir. (Wosnack, 2017).

Lantmäteriet (İsveç Haritalama, Kadastro ve Arazi Kayıt Kurumu), Landshypotek Bank, SBAB, Telia, ChromaWay ve Kairos Future ile blok zincirlerini teknik bir çözüm olarak kullanma olanaklarını incelemek ve test etmek için yapılan "The Land Registry in The Blockchain" projesi kapsamında gayrimenkul işlemleri ve ipotek tapu işlemleri blokzincir teknolojisi ile bir çözüm geliştirilmiştir. İlk proje Haziran 2016'da tamamlanmış ve çözümün daha da geliştirilip test edildiği ikinci bir proje başlatılmıştır. Proje ile blokzincir teknolojisinin gayrimenkul işlemlerini ve ipotek tapularını nasıl yeniden tanımlayabileceğini göstermeye çalışılmıştır (The Land Registry in The



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Blockchain Report, 2007). Elde edilen sonuçlarla, verilen özelliklere sahip gayrimenkul işlemleri ve ipotek işlemleri için güvenli bir süreç oluşturulmuştur:

1. İlgili tüm aktörler, gayrimenkulün mülkiyet sözleşmesini, ipotek tapularını ve işlem sürecini temsil eden bir dijital dosyaya sahip olacaktır. Bu dosyalar bulutta, yerel olarak veya tarafların seçeceği başka bir yöntemle saklanabilir.

2. Sürecin gerçekliği, imzalar, mülkiyeti teyit eden dosya, ipotek tapuları vb. bir blokzincir ile güvence altına alınacaktır. İsveç Lantmäteriet, blok zincirini kanıtlarla birlikte saklayacak, ancak blokzincir de diğer aktörler tarafından saklanacak ve doğrulanacaktır. Böylece yetkili üçüncü tarafların bilgileri doğrulaması kolay olacaktır. Bu üçüncü taraflar genellikle sürecin parçası olan bankalar, alıcılar, satıcılar, emlakçılar vb. taraflar olacaktır.

3. İsveç yasalarına göre kamuya açık olması gereken kayıtlar ve dosyalar kamuya açık olacak ve gizli olması gerekenler gizli kalacaktır.

4. Mevcut uygulamada blok zincirinde depolanan hiçbir mülkiyet bilgisinin kaydedilmediği ve menkul kıymetin fiziksel olarak alıcıya verildiği bir tür sabit getirili menkul kıymet olmayacaktır. Bu tür yetkili belgelerin kaybolması, çalınması veya kurcalanması riskini ortadan kaldırmaktadır.

5. Bir mülkü çalmanın tek yolu, çalıntı veya sahte kimlikle yeni bir gayrimenkul işlem sürecine girmektir. ID çözümünün güvenliği, söz konusu sistemin gereksinimlerine göre geliştirilebilir. Daha katı tanımlama prosedürleri (fiziksel kimlik kartlarının fotoğrafları, biyometrik tanımlama, çoklu imzalar, vb.) kolaylıkla uygulanabilir.

6. Mevcut süreç Lantmäteriet, emlakçılar, alıcılar, satıcılar ve bankaları kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bunlar, İsveç'teki çoğu gayrimenkul işlemine dâhil olan taraflardır. Süreç, noterler, sigorta şirketleri ve yerel kamu yetkilileri gibi diğer aktörleri dâhil edecek şekilde yeniden tasarlanabilir.

Gana'da, arazi tapularının %80'inden fazlası mülkiyeti kanıtlayacak belgelerden yoksundur. Bu durum kamulaştırma ve sahtekarlığa izin vermektedir. Gana'da mülk edinmenin verimsizliklerine ve bununla bağlantılı bürokratik ve düzenleyici engellere dikkat çekilmektedir. 2013 yılında Dünya Bankası tarafından hazırlanan bir raporda, Gana tapu sicilinin gelişmesinde önemli bir engelleyici faktör olarak hesap verebilirlik ve



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

şeffaflık eksikliğini tanımlanmaktadır. Ayrıca mülk yönetimi ve planlamasının gerçek nüfustan kopuk olduğunu, planlamanın genellikle halka danışılmadan yapıldığı belirtilmektedir. Gana Arazi ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile IBM arasında mevcut durumla mücadele eden bir girişim başlatılmıştır. Bir mutabakat zaptı ile 2018'de Ganalı taraflar ve IBM arasında blokzincir tabanlı bir tapu sicil sisteminin benimsenmesine karar verilmiştir. Ayrıca Gana'nın arazi tapularını bir blok zincirine koymaya yönelik 2014 yılında Gana'da kurulan Bitland tarafından bir çalışma yapılmıştır. Tapu sicillerindeki verimsizliklerin ve yetersizliklerin giderilmesi için geniş ve etkili reformlara ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Ancak, Gana'da blokzincir tabanlı tapu sicillerinin başlangıcından bu yana geçen süre göz önüne alındığında, etkili çıktı henüz görülmemiştir. Blockchain tabanlı mülkiyet haklarının uygulanmasına yönelik sonuçlar henüz yayınlanmamıştır (Eder, 2019).

Honduras'taki Fundación Eléutera, bir kısmı dâhili bir tapu sicili oluşturmayı da içeren Zonas de Empleo y Desarrollo Económico'nun (ZEDE, İstihdam ve Ekonomik Kalkınma Bölgesi) uygulanması üzerinde çalışmaktadır. Kuruluş, tapu kayıtları için düşük maliyetli, güvenli, güven yaratan bir teknolojiye ihtiyaç duymuştur ve mülkiyet sorununu çözmeye yardımcı olabilecek çözümler bulmaya çalışmak için blokzincir teknolojisini kullanmak istemiştir. Factom blokzincir teknolojisi ve Epigraph Operations Framework, Honduras'taki tapu sicil sorununu çözmeye yönelik; uygulama ve işletim maliyetlerini düşürürken, en yüksek düzeyde veri bütünlüğü ve şeffaflığı sağlayan çalışmalar başlatmıştır. Güvenilir bir varlık tabanı ile, borç verenin güvenini artıracak, borçlanma maliyetini düşürecek ve Honduralılar için ekonomik büyüme fırsatları yaratması hedeflenmiştir. Değişmez bir sicil kaydı, ilerleyen mülkiyet anlaşmazlıklarının sayısını azaltacak ve bir bölgenin yargı sistemine birikmiş anlaşmazlıklar arasında çalışma süresi sağlayabilecektir. 2016 yılının ikinci döneminde Factom/Epigraph ile teknolojiyi test etmek için bir pilot proje denenmiştir. Uzun vadede, uygun blokzincir teknolojisiyle desteklenen sağlam bir arazi ve mülkiyet hakları sistemi, toplulukların sosyal ve ekonomik olarak gelişmesine izin verecektir. Ortaya konulan çözüm ile; oylama sistemleri, ortak mülkiyet işlemleri, ortak konut girişimleri, akran anlaşmazlığı gibi



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

sorunlara temel olarak hizmet edebilmesini sağlamaya çalışılacaktır (Colindres, Regan, ve Pena Panting, 2016).

Hindistan Hükümeti tarafından ülkede gayrimenkullerin garantili ve kesin tapu kaydı olmasını sağlayan modern, kapsamlı ve şeffaf bir tapu kayıtları yönetim sistemi geliştirmek amacıyla Ağustos 2008'de Ulusal Arazi Kaydı Modernizasyon Programı (NLRMP) projesi başlatılmıştır. Program daha sonra yenilenerek ve ülkede modern ve verimli bir tapu kayıt yönetim sistemi kurmak için 2014 yılında Dijital Hindistan-Tapu Modernizasyon Programı olarak yeniden tanıtılmıştır. Hindistan'daki arazi kayıtlarının çoğu, Yönetim Bilgi Sistemlerinde tutulmaktadır. Ancak kayıtların mülkiyetinde değişiklik yapmak mevcut sistemler için büyük bir zorluktur. Blokzincir Teknolojisi, kayıtların takibinde ve mülkiyetin belirlenmesinde çok önemli bir rol oynayabilir. Tapu Dairesi, Sicil Dairesi, Bankalar ve diğer ilgili Departmanlar bir blokzincir teknolojisi ağına bağlanarak, mülkiyet kolayca belirlenebilir, mülkiyet devri daha kısa sürede yapılabilir ve kayıtlar güvenilir bir şekilde tutulabilir. Temel kayıtlar zaten sayısallaştırılmış ve MIS'de mevcut olduğundan, mevcut işlemlere Blockchain mimarisinin nasıl taşınabileceği bir model geliştirilmiştir. Tapu Kayıtları blokzincir kullanılarak mülkiyetin bakımı ve transferi, doğrulama sürecine dâhil olan üçüncü taraflara olan bağımlılığı ortadan kaldıracaktır. Böylece, tapu ve daha güvenli işlemler konusunda daha fazla güvene sahip olmayı sağlayacaktır. Tapu kayıtlarında ve sicilde bu yeni blokzincir sisteminin benimsenmesi, aynı anda araziyle ilgili eksiksiz verilere sahip olmaları durumunda, tüm emsaller hızlı karar verebildiğinden, ilgili taraflar arasında gerçek bir dijital güven getirecektir. Sistemin paydaşları; Banka (İpotek/Kredi, Alım, Mal Sahibi işlemleri), Noterler/Mahkeme (Mülkiyet Tapuları/İhtilaflar için), Etüt ve İskan Dairesi, SRO Tapu Bürosu, Tehsil Ofisi (Kayıtların Doğrulanması/Güncellenmesi için) olarak belirlenmiştir. Tüm paydaşlar arasında işleyiş detaylı biçimde iş akışları ile belirlenmiştir (Thakura, Doja, Dwivedi, Ahmad, ve Khadanga, 2020).

BUPi (Balcão Único do Prédio – Building Unique Counter) olarak tanımlanan ve Unique Object Identifier (UOI) oluşturmayı hedefleyen bir Portekiz hükümeti girişimidir. Devlet destekli bu proje, Benzersiz Bina Sayaçını ve Basitleştirilmiş Kadastro Bilgi Sistemini tüm ülkeye genişletmeyi ve yaygınlaştırmayı, dağınık halde bulunan veri



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

kümelerini tek noktadan, tek ve organize bir veri kaynağında sayısallaştırmayı ve birleştirmeyi amaçlamaktadır. BUPi'nin misyonu, yerel bilgileri toplayacak ve Portekiz bölgesi hakkında bilgi tabanlı ilgili bir veri seti oluşturacak basitleştirilmiş bir kadastro bilgi sistemini geliştirmektedir. Proje vizyonunda, yenilikçi yöntemler denemek ve bilgiyi ülke için değere dönüştürmek esad alınmıştır. Teknoloji üretmek için verilerin toplanması, işlenmesi ve paylaşılmasını otomatikleştirmeye olanak tanıyan benzersiz, katılımcı ve birlikte çalışabilir bir platformu sürekli olarak geliştirirken ve yinelerken yeni çözümlerin oluşturulmasını kolaylaştıracaktır.

Proje, özellikle belgeleri ve dijital dosyaları noterde tasdik etmek, süreçleri hızlandırmak, dijitalleştirilmiş süreçleri için daha fazla güvenlik getirmek ve özelliklerinden yararlanmak için blokzincir / DLT teknolojilerini gelecekteki geliştirmelerinde kullanma veya entegre etme potansiyeline sahiptir. Unique Object Identifier önerisi, mevcut bağımsız çözümlerin (veri tabanlarının) gerekli ayrıntı düzeyinde birlikte çalışabilir hale gelmesi için bir ağ çözümü sağlayıcısıdır. UOI, belirli bir bina (parçaları) hakkındaki herhangi bir veri için birden fazla farklı veri kaynağını ve uygulamayı tanımlamanın ve birbirine bağlamanın karmaşıklığını kolaylaştırır.

Avrupa Blokzinciri Hizmetleri Altyapısı (EBSI), 29 ülkenin (tüm AB üye ülkeleri, Norveç ve Lichtensein) ve AB Komisyonu'nun Avrupa Blokzinciri Ortaklığını (EBP) oluşturmak için güçlerini birleştirmesiyle 2018'de başlatıldı. EBSI, Avrupa Blokzinciri Ortaklığı üyelerinin işbirliği yapmak için esnek bir şekilde kullanabilecekleri bir ağ olma vizyonuyla sınır ötesi kamu hizmetleri sunan bir blokzincir altyapısıdır. Mevcut çözümleri birbirine bağlamayı veya kamu yönetimi ile ilgili belirli hizmetleri entegre etmeyi amaçlar. Hem UOI hem de BUPi konseptleri/projeleri mükemmel uyum sağlar.

BUPi ve UOI'yi EBSI'ye entegre etmek, verileri tüm Avrupa düzeyinde uyumlu hale getirerek idari süreçleri düzenlemede fayda sağlayacaktır. Kimliklerin, belgelerin ve sertifikaların noter tasdiki gibi mevcut EBSI yapı taşları, UOI ve BUPi tarafından sorunsuz bir şekilde entegre edilebilir. EBSI Cüzdanı (EBSI SSIF) ve Doğrulanabilir Kimlik Bilgileri ile EBSI'nin kullanılması yoluyla üyelere ve dış paydaşlara olan güveni sağlamaktadır. EBSI ayrıca uygulamaların ve verilerin yerel kopyalarının kullanılması ve mevcut sistemlerle birlikte çalışabilirlik yoluyla güvenliği, esnekliği ve performansı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

artırmaktadır. Sınır ötesi hizmetlerde yönetilen işlemlerin ve verilerin şeffaflığını ve izlenebilirliğini artıracak ve kayıtların güvenilirliğini ve anormalliklerin kolay tespitini artıracak dağıtık defter teknolojileri sayesinde veri uyumunu sağlayacaktır. Ayrıca GDPR uyumludur ve eIDAS ile uyumludur. Blockchain dağıtılmış defter teknolojisini kullanmak ve akıllı sözleşmeleri dağıtma olasılığı, kullanıcıların prosedürlere ve veri işlemeye olan güvenini de artıracaktır. Böyle bir projenin nihai hedefi, süreçlere ve verilere yeni güven, hesap verebilirlik ve şeffaflık seviyeleri sağlarken, kamu yönetimine veri toplamanın basitleştirilmesini sağlamak için gereken sistem yeniliğini teşvik etmek

9.9. Metaverse'de Emlak Sektöründe Gayrimenkul Alımına İlişkin Örnek

Metaverse'deki dijital emlak durumunun en iyi bilinen örneği sanal gayrimenkul satan Second Life 'tır. Her ne kadar ilk bakışta bir e-ticaret sitesinden ürün alma işlemi gibi görünse de bu örnekte arazinin seçiminden kripto para ile ödeme yapılmasına kadar tüm işlemlerde metaverse ve blok zincir teknolojisi kullanılmaktadır. Second Life'in sanal dünyasında nasıl gayrimenkul satın alınır (Clements, 2016):

1. Adım: Metaverse'in emlak platformuna gidilip seçilen platformda bir hesap oluşturulur.
2. Adım: Mevcut gayrimenkullerin fiyatlarını karşılaştırılır.
3. Adım: Satın alınmak istenilen dijital gayrimenkule karar verildikten sonra, gayrimenkul hakkında daha fazla bilgi edinmek için üzerine tıklanır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta, yalnızca şirket yöneticilerinin izin verdiği bir kripto para biriminin kullanılıp herkesin kendi platformundan alışveriş yapmasına olanak sağlamasıdır. Örneğin, Decentraland, kullanıcıların yalnızca gayrimenkul alıp satmasına olanak tanır.

4. Adım: Kripto cüzdanı emlak sitesindeki hesaba bağlanır. Bunu yapmak için öncelikle cihazınızla uyumlu bir dijital cüzdan edinmeniz gerekir. Metamask, şu anda piyasada erişilebilen en yaygın kullanılan dijital cüzdandır ve aynı zamanda en çok



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

kullanılanıdır. Geliştiricilere göre, Metaverse'deki hemen hemen her emlak platformuyla uyumludur.

5. Adım: Gayrimenkul seçim süreci ve ilgili dijital cüzdanının finansmanı tamamlandıktan sonra "satın al" butonu tıklanır.

6. Adım: İşlemi tamamlandıktan sonra, edinilen gayrimenkul, istenildiği zaman erişebilen ilişkili dijital cüzdan NFT olarak tutulur. Dijital cüzdanda, 'NFT'ler' sekmesine tıklanarak satın alınan gayrimenkul görüntülenebilir.

Metaverse'de gayrimenkul satın alınmadan önce şu husulara dikkat edilmesi gerekir:

- Edinilen fiziksel gayrimenkulun var olacağı gerçek dünyadaki gayrimenkule yatırım yapmanın aksine, gayrimenkulun satın alındığı platform başarısız olursa veya olduğu gibi çökerse Metaverse'deki sanal arazi de var olmayacaktır.
- Ek olarak, Metaverse emlak piyasasında işlem yapmak için kullanılan kripto para birimleriyle bağlantılıdır. Dijital paranın değeri sabit olmadığı için metaverse'de sahip olduğunuz mülkün değeri dijital para biriminin değeriyle doğru orantılı olarak değişir.

10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Her yeni teknoloji gibi blokzincir teknolojisi de birçok fırsatı ve tehdidi birlikte sunmaktadır. Getirdiği kolaylıklar ve iş süreçlerindeki hızların yanı sıra kötüye kullanımı sonucunda bireyler ve toplumlar için zararlı olabilmektedir. Bu konuda daima iyi uygulama örnekleri yaygınlaştırılmalı ve olabilecek kötü senaryolar bertaraf edilmelidir. Gerek devletlerin ve uluslararası kuruluşların hukukî ve yasal düzenlemeleri ile, gerekse toplulukların bilinçlendirilmesi ve farkındalığın artırılması ile iyi yönde kullanımların sağlanması yolunda mesafe kat edilebilir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Metaverse de benzer şekilde fırsat ve tehditleri içinde barındırabilecek ve son zamanlarda önemli bir farkındalık yaratmayı başarmış bir konsepttir. Metaverse'ün tek bir platform mu olacağı veya birden fazla Metaverse mü olacağı konusu gerek ulusal gerekse uluslararası arenada halen tartışma konusu olsa da, bu platformların belirli firmaların, bireylerin veya toplulukların tekeline bırakılmayacağı ortadadır. Merkeziyetsiz olmanın gereklerinin yerine getirilmesi, dağıtık ve otonom bir yapının oluşması durumu birçok potansiyel tehlikeyi de beraberinde getirirse de gerekli önlemlerin alınması durumunda etik ve hukuki problemler başta olmak üzere teknolojik, sosyal, beşeri ve sektörel birçok problemin önüne daha yaşanmadan geçilebilecektir.

10.1. Yasal Düzenleme Önerileri

Blokzincir, metaverse ve bağlı teknolojilere ilişkin yasal düzenlemelerin güvenlik ve lisanslama/denetim şeklinde iki başlıkta değerlendirilmesi önemli görülmektedir. Öncelikle, kamu güvenliği açısından devletlerin bazı çekincelerinden bahsetmek gerekir. Bunlar kısaca blokzincirin doğasından kaynaklanan güvenlik sorunları, ekonomi stratejisi, Türk Lirası'nın korunması ve dijital para dolaşımı, suçun ve terörün finansmanının önlenmesi ve kurulu düzene yönelik yıkıcı etkilerin tespiti ve önlenmesi olarak özetlenebilir.

Blokzincirin doğasında ve işleyişinde var olan anonimlik, devletler için başlı başına ürkütücü bir husustur. Buna ek olarak, blokzincir ağları üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin ülkelerin hukukî yetki alanlarına dışına kolayca taşması başka bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Yine blokzincir ağlarının sahiplik, denetim ve hâliyle hukukî sorumluluk bağlamında "başıboş" görünüyor olmaları da önemli bir hukukî sorundur. DAO, yâni merkeziyetsiz otonom organizasyonlar olarak örgütlenen ve var olan hiçbir hukukî standarda uymayan bu yeni örgütlenme modelinin hukukî denetime ve sorumluluk altına nasıl alınacağı konusu önemlidir. Açık blokzincir ağlarının hukukî denetiminin sağlanabilmesinin ilk şartı, DAO denilen yapıların hukukî bir zemine oturtulmasından geçmektedir. Anonimlik ve merkeziyetsizlik üzerine inşa' edilen bu yapılar tarafından yönetilen blokzincir ağlarına başka haricî bir yöntemle hukukî denetim tesis edilmesinin



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

mümkün olmadığı düşünülmektedir. Blokzincir altyapısı kullanan metaverse, NFT, kripto varlık gibi farklı konseptlerin her birinin hukukî denetimi ve sorumluluk altına alınması hususunda asıl çözülmesi gereken hukukî düğüm, merkeziyetsiz yönetim yapısının hukukileştirilmesidir. Kapalı blokzincir ağlarının hukukî denetimi ise çok daha basit ve geleneksel yöntemlerle tesis edilebilecektir. Bu husus, kapalı blokzincir ağını kurup işletecek kişi ya da kurumun üzerinden yürütülebilecektir.

Blokzincirin en önemli uygulama alanlarından olan kripto varlıklara ilişkin olarak, devletin ekonomi stratejisi çerçevesinde, toplumun yoğun olarak kripto varlıklara yönelmesinin etkilerinin tartışılması ve değerlendirilmesi kaçınılmazdır. Buna ek olarak, yerli ve yabancı sermayenin önemli bir kısmının kripto varlık ticaretine ve yatırımlarına ayrılması, yine devletin ekonomi stratejisinin konsepti için bazı belirsizlikler ve riskler yaratmaktadır. Devletin bu belirsizlikleri ve riskleri bertaraf etmeye yönelik gerekli hukukî ve idarî tedbirleri almak istemesi, devletin varoluşunun bir gereğidir. Bu bağlamda, kripto varlık piyasasına yönelik yapılması planlanan yasal düzenlemenin devletin bu kaygılarını giderici yasal tedbirleri içermesi ya da bu tedbirlerin alınması için gerekli yasal zemini hazırlaması önemli olacaktır.

Devlet açısından önemli olduğunu düşünülen bir başka husus ise, kripto varlıklara yönelen yoğun ilginin, sermayenin ve bu varlıkların yarattığı yeni ekonomik işlevlerin Türk Lirası'nın varlığına ve değerine yönelik bir risk yaratıp yaratmadığı hususudur. Özellikle, dünyadaki birçok devlet gibi, Türkiye Cumhuriyeti'nin de resmî para birimi olan Türk Lirası'nı dijitalleştirme çalışmaları yürüttüğü bu süreçte, Dijital Lira'nın adaptasyonunun ve güvenliğinin sağlanması için kripto varlıkların para benzeri olarak gördükleri işlevin bir risk oluşturabileceğine dair bazı kaygıların mevcut olduğu bilinmektedir. Türk Lirası'nın resmî para birimi olarak gücünün ve değerinin korunmasına yönelik bu kaygıların bir sonucu olarak, Merkez Bankası tarafından 16 Nisan 2021 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren "Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik" bu konuda atılan ilk somut adımdır. Hazırlanmakta olan yasal düzenlemenin, bu Yönetmelik kapsamındaki düzenlemeden daha kapsamlı bir düzenlemeyi içereceği ya da böyle bir düzenlemeye yasal zemin yaratacağı düşünülmektedir.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Türkiye'nin tarafı olduğu Financial Action Task Force on Money Laundering (FATF) kuralları çerçevesinde, devletin suçun ve terörün finansmanının önlenmesine yönelik üstlendiği uluslararası çapta yükümlülükleri mevcuttur. Zâten devlet, kamu güvenliğinin tesisi için hâlihazırda suçun ve terörün finansmanının önlenmesiyle ilgili olarak etkili tedbirler almaktadır. Bu bağlamda yeni ve çok hızlı gelişen bir teknoloji olan kripto varlıkların hem teknik hem finansal takibinin yapılabilmesi, devlet için bir kamu güvenliği meselesidir. Kripto varlıklar üzerinden gerçekleşmekte olan finansal hareketliliğin kaynağı ve yönü, devlet için denetim altında tutulması gereken bir alandır.

Kamu güvenliği açısından blokzincirin, sanal evrenin, NFT'lerin ve kripto varlıkların değerlendirildiği bir başka konu başlığı da, yıkıcı bir teknoloji olan kripto varlık teknolojisinin ve buna bağlı piyasanın kurulu ekonomik ve toplumsal düzene olan etkilerinin tespiti ve bu etkilerin kontrol altında tutulması olduğunu değerlendirmekteyiz. Yıkıcı teknolojilerin günümüzde çok hızlı geliştiği ve yayıldığı, kitleler tarafından çok hızlı benimsendiği ve gündelik yaşama adapte edildiği dünyamızda, tüm toplumlar ve devletler için benzer kaygıların var olduğu görülmektedir. Teorik, düşünsel, hukukî ve ekonomik zemini hazırlanmaksızın toplumlar tarafından benimsenen yıkıcı teknolojilerin birey, toplum ve kamu üzerinde ciddi belirsizlikler ve riskler yarattığı bir gerçektir. Buna ek olarak, kripto varlık piyasasının kendine özgü volatil yapısından kaynaklanan çok yüksek finansal riskleri olmasından dolayı kitlesel ölçekte yaşanacak büyük finansal kayıpların yaratabileceği sosyal riskler mevcuttur.

İkinci önemli konu lisanslama ve denetimdir. Açık blokzincir ağlarının hukukî denetimi için en verimli yöntemin, bu ağların finansmanı ve yönetimi için kullanılan kripto varlıkların oluşturduğu piyasada faaliyet göstermekte olan aracı kuruluşların, ihraççıların, madencilerin ve yatırım danışmanlarının lisanslanması ve kamusal denetim altına alınması olduğu düşünülmektedir. Aracı kuruluşların lisanslanması bu kuruluşlar ile blokzincir ağlarının yöneticisi olan merkeziyetsiz yapılar arasında hukukî ilişki kurmayı zorunlu hâle getirilmiş olacaktır. Bu durum, merkeziyetsiz yapıların tüzel kişilikler oluşturmasını kaçınılmaz kılarak bu yapıların hukukî temsil kabiliyetine sâhip olmasını sağlayacaktır. Zira aracı kuruluşların lisanslanmasının ardından, blokzincir ağlarının ekonomik sürdürülebilirliğini sağlayan kripto varlıkların piyasaya sürülebilmesi



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

için gerekli yasal prosedürlerin hayata geçirilmesi, merkeziyetsiz yapıların tüzel kişiliğe sâhip olmasını gerektirecektir. Bunlar ek olarak, aracı kuruluş olarak faaliyet gösterecek yerli ve yabancı kuruluşların lisanslanması, bu kuruluşların etkin teminat bedellerini depo etmesi, bu kuruluşların etkin bir denetim altında tutulması ve yatırımcının korunması için sıkı kurallar ile bağlı olması gerektiği düşünülmektedir. Yerli ve yabancı aracı kuruluşların piyasa güvenliğini sağlamak konusundaki kritik konuları gereği, düzenli ve düzensiz denetimlere açık tutulması, bu aracı kuruluşların sahipliği konusunda etkin ve sınırlayıcı kriterler getirilmesi hem yatırımcılar hem de kamu için son derece faydalı olacaktır.

İhraççıların lisanslanması ise özellikle detaylı teknik inceleme gerektirdiği için, daha farklı bir lisanslama sürecini gerektirecektir. Bu bağlamda ihdas edilecek ve bu alanda faaliyet gösteren akademik kurumlardan temsilcilerin bulunacağı bir sertifikasyon kurumunun varlığı verimli ve faydalı olacağı olabilir. Kripto varlık ihracı yapacak kişi ve kurumların ve bunlara ait projelerin teknik inceleme sonunda ilgili kurum tarafından lisanslanması ile hem yatırımcılar hem de proje sâhibi girişimciler hukukî koruma altına alınmış olacak, ayrıca kamusal lisansa haiz olan projeler yerel ve uluslararası çapta çok daha değerli hâle gelecektir. Ayrıca, önceki paragrafta bahsedildiği üzere, merkeziyetsiz yapıların tüzel kişilik kazanmasını zorunlu kılan bir başvuru ve denetim süreci söz konusu olacaktır.

Madencilerin lisanslanması konusunda ise, bireysel ölçekte ve küçük miktarda gerçekleştirilen madencilik faaliyetlerinin yasal istisna kapsamında tutularak, kurumsal ve büyük miktarda gerçekleştirilen madencilik faaliyetlerinin lisanslanması ve etkin bir kamusal denetime tâbî tutulması faydalı olacaktır. Zira madencilik faaliyeti, aynı zamanda birçok blokzincir faaliyetinin de temelini oluşturmaktadır. Ayrıca, büyük çapta madencilik faaliyetlerinin çevresel ve ekonomik etkilerinin de gözetilerek gerekli lisanslamaların ve denetimlerin yapılması gerekmektedir. Özellikle Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) Raporu gibi raporlamalar ile, büyük madencilik faaliyetlerinin çevreye olan olumsuz etkilerinin sınırlandırılması faydalı olacaktır. İş kanıtı (PoW-Proof of Work) yöntemi dışında kalan diğer blokzincir ağ konsensüs yöntemleri için ayrı ayrı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

hukukî düzenlemeler gerekmektedir. Kodifikasyon tekniğinin bir gereği olarak, her konsensüs için ayrı bir başlık açılmalıdır.

Yapılması planlanan yasal düzenlemenin kazuistik bir yöntem ile çok detaylı bir kânun olması yerine, öncelikle blokzincir, sanal evren, NFT ve kripto varlık konseptlerine dair tanım ve kavramların hukukî olarak tarif edildiği, böylece hukukî tanıma kavuşturulduğu bir çerçeve düzenleme olması gerekmektedir. Böyle bir çerçeve düzenlemede, en önemli konu olarak, kripto varlıkların hukukî tasnifinin doğru şekilde yapılması zorunludur. Bu tasnifin ardından yapılacak bağlı yasal düzenlemeler, blokzincir ve kripto varlık piyasasının hukukî geleceğini biçimlendirecektir. Kripto varlık türlerinin doğru bir tasnife tutulmaksızın genelleyci bir düzenlemeye tâbî tutulması, hukukî açıdan blokzincir ve buna bağlı tüm konseptlerin hukukî düzenlemesi hususunda hatalı olabilir. Bu hatanın sonucu olarak, bağlı yasal düzenlemeler de hukukî olarak yanlış ve verimsiz olma riskini taşımaktadır. Ayrıca, yapılması planlanan yasal düzenleme blokzincir ve bağlı konseptlerin temel hukukî sorunlarının çözümlenmesi için yasal bir çerçeve çizmelidir. Blokzincir ağlarının yönetimi, sanal evrende hukukî kişilikler, sanal evrende mülkiyet hakları, sanal evrendeki eylemlerin ceza hukuku açısından değerlendirilmesi, kripto varlıklar üzerindeki mülkiyet hakları, ikincil haklar, bu varlıkların devri ve sair hukukî konuların ilgili mevzuat dâhilinde yapılacak düzenlemeler ile doğru ve etkili bir şekilde çözümlenebilmesi için, bu yasal düzenlemede kripto varlıklarla ilgili doğru tasnifin yapılması çok önemli görülmektedir. Buna ek olarak, blokzincir ve kripto varlık teknolojisi ile birlikte günlük hayata dâhil olan akıllı sözleşmelerin hukukî tasnifinin ve nitelemesinin doğru yapılması da yine yaşamsal önemde görülmektedir. Akıllı sözleşmelerin doğru bir şekilde hukukî tasnife ve nitelemeye tâbî tutulmaksızın, genelleyci bir düzenleme altına alınması bir başka hukukî hataya neden olabilir.

Yapılacak yasal düzenlemede yer almasının zorunlu olduğu düşünülen bir başka husus da menkul kıymet niteliği taşıyan kripto varlıkların tanımlanmasıdır. Gerek halka arz gerekse kitle fonlaması konularında detaylı yasal düzenlemeler gerektiren bu kripto varlık türünün çerçeve düzenleme içinde ayrıca tanımlanarak, sonraki bağlı düzenlemeler için yasal zemin yaratması gerektiği düşünülmektedir. Bu sâyede blokzincir ağlarının



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

finansmanı, blokzincir ağlarını kuran ve yöneten merkeziyetsiz yapıların mâlî ve hukukî denetimine dair esaslar gibi konularda düzenlemeler yapılmış olacaktır.

Kripto varlıkların ödeme aracı olarak kullanılması hususunda T.C. Merkez Bankası tarafından 16 Nisan 2021 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren Yönetmeliğin bu konuyu düzenlemek için yeterli olmadığı düşünülmektedir. Kripto varlıkların doğru bir şekilde tasnifinin de yapılması ile birlikte, aynı düzenleme içinde ödeme aracı olarak kullanılacak kripto varlık sınıfının tanımlanmasının ve buna bağlı olarak kamu çıkarlarına uygun bir şekilde bu kripto varlıkların ödeme aracı olarak kullanılabilmesini sağlayacak yasal düzenlemelerin yapılmasının faydalı olduğu düşünülmektedir. Türk Lirası'nı güçlendirecek böyle bir yaklaşım ülkemizin ekonomik ve politik menfaatlerine büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca, blokzincir ağlarını kuran ve yöneten merkeziyetsiz yapıların finansmanı ve blokzincir ağlarının işlerliğinin sürdürülebilmesi için bu adımın çok önemli olduğu düşünülmektedir.

Blokzincir ve bağlı konseptlerin oluşturduğu ekosistem için önemli bir başka konu da bu sektörde çalışanların hakları ve yükümlülüklerinin tespitidir. Blokzincir ve bağlı konseptlerin kendine özgü çalışma ortamları, iş modelleri ve ücretlendirme yöntemleri nedeniyle, bu sektörde çalışanların haklarının ve yükümlülüklerinin var olan mevzuat çerçevesinde tespiti mümkün değildir. Sektörün doğasına uygun olarak yapılacak düzenlemelerle, sektörde çalışanların haklarının ve yükümlülüklerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Benzer şekilde, blokzincir ve bağlı konseptler çerçevesinde üretilen ve paylaşılan verilerin güvenliği ile bu verilerin hukukî delil niteliği taşıyıp taşımadığı da belirlenmelidir. İdârî ve yargısal süreçlerde blokzincir ve bağlı konseptler üzerinde üretilmiş ve paylaşılmış verilerin güvenliğinin tesis edilmesi hususunda detaylı yasal düzenlemelerin varlığı faydalı olabilir. Ayrıca, bu verilerin işlenmesi ve hukukî delil niteliği taşıyacak şekilde idârî ve yargısal süreçlere dâhil edilebilmesi için yine detaylı yasal düzenlemelerin varlığı gerekmektedir. Bu yasal düzenlemelerin yapılabilmesini sağlayacak yasal zeminin ise, bu raporun konusu olan yasal düzenleme ile yaratılacağı düşünülmektedir.

Blokzincir ve bağlı konseptler gibi yeni ve son derece hızlı yayılan bir alanda faaliyet gösteren ekosistem bileşenleri ile eşgüdüm hâlinde hareket edilmesi gerektiği



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

sonucuna varılmıştır. Böyle bir eşgüdüm sayesinde, çok yönlü çalışmalar güncel veriler ışığında ve ortak akıl ile yürütülebilecektir. Türkiye'nin sahip olduğu eğitimli genç nüfus, jeopolitik değer ve ekonomik potansiyeli göz önüne alındığında, blokzincir ve bağlı konseptler konusunda dünyada öncü ülke olma potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin dünyanın geleceğinde söz sahibi bir ülke olmasının yolunun blokzincir ve bağlı konseptler konusunda bir üretim ve geliştirme üssü olmasında geçtiğine inanılmaktadır. Bu bağlamda, yapılacak olan yasal düzenleme ile bu vizyonun ortaya konulması gerekmektedir. Türkiye, bu yasal düzenleme ile dünyaya güçlü bir mesaj verme fırsatını yakalayabilir. Yapılacak doğru ve verimli bir yasal düzenleme ile ülkemiz yabancı yatırımcılar için daha cazip hâle getirilebilir. Bu sayede ülkemize her yıl daha fazla yabancı yatırımın çekilmesi sağlanabilir ve böylece ülkemiz başlı başına yeni bir endüstri kazanabilir. Yerli projelerin desteklenmesi, küresel birer oyuncu hâline gelmesini sağlayacak, ülkemizden küresel markaların çıkmasının önünü açacaktır. Böyle bir ekonomik atılım ile, Türk Lirası küresel ölçekte güç kazanacak, kripto varlıkların ödeme yöntemi olarak benimsenmesi ile başka ülke para birimlerinin kullanımı giderek azalacaktır.

Ülkemizin küresel ölçekte bir başarıya imza atarak gerçekleştirdiği kamuda dijital dönüşüm, blokzincir teknolojisinin etkin kullanımı ile çok daha güvenli, hızlı ve verimli bir seviyeye taşınabilecektir. Dijital dönüşümün toplumca benimsenmesini de hızlandıracak olan bu adım ile birlikte, kamu kaynaklarının verimli kullanımı, israfın önlenmesi, yönetsel verimlilik, vatandaş memnuniyeti gibi konularda çok olumlu sonuçlar kısa sürede alınabilecektir. Bu nedenle, yapılacak olan yasal düzenlemenin kamuda dijital dönüşümü de destekleyecek biçimde hazırlanması gerekmektedir.

10.2. Diğer Öneriler

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından pilot bölgelerde uygulanan 3d Şehir (<https://3dsehir.csb.gov.tr>) uygulamasında fotogrametri yöntemi kullanılarak şehirlerin dijital ikizleri yani 3 boyutlu modellerinin oluşturma çalışmaları meta evrenine geçiş için iyi bir altyapı sunmak ile birlikte Meta evreninde fotogrametri ile oluşturulan 3 boyutlu objeler istenilen



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

detay seviyesine ulaşmakta problem yaşamaktadır. Bu nedenle, şehirlerden elde edilen temel fotogrametrik veriler üzerinden 3 boyutlu modelleme programları ve oyun motorları ile entegre çalışabilecek parametrik (prosedürel) ve üretken sistemler tasarlanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Tasarlanması düşünülen bu sistemler bu heyet kapsam ve süresi içinde fikir aşamasında tartışılmış olup, bu sistemlerin bir prototip veya çalışan bir model haline dönüşmesi için özellikle parametrik ve üretken sistem ve yazılım ve yapay zekâ bilgi ve tecrübesine sahip farklı disiplinlerden insan kaynağına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma heyetinde edinilen bilgiler doğrultusunda, Coğrafi Bilgi Sistemleri tarafından sahip olunan verileri metaverse'e aktarmak için yeni bir çalışma heyeti kurulması veya bir proje kapsamında değerlendirilmesi önerilmektedir.

- Açık veri portalları girişimlerin temel gıdalarıdır. O nedenle, ülkemizdeki Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ilgilenen tüm merkezi yönetim ve yerel yönetim birimlerinin yer alacağı bir açık veri portalı kurulması, bu portal üzerinden CBS verisinin (kritik öneme haiz olanlar varsa onlar ayıklanarak) yayınlanması ve bu portalın da yardımıyla, tıpkı Android ve iOS tabanlı sistemlerde olduğu gibi bir yaratıcı ekosistemi kurulması, bu sayede içerik ve uygulama üretiminin artırılmasını önermekteyiz. Sunulan açık veri üzerinden çeşitli hackathon ve ideathon etkinlikleri ve yarışmalar düzenlenebilir. Bu veri portallarının firmaları ve araştırmacıları yönlendirme özelliği de vardır. Örneğin, ormancılık ile ilgili çalışmaları artırmak için orman vasıflı arazi verisinin paylaşılması, tarım ve hayvancılık ile ilgili çalışmalar için bu tür verinin kamu tarafından paylaşımı teşvik edici etkiye sahip olacaktır. Ülkemizde böyle bir yaratıcı ekosisteminin kurulması için insan kaynağı ve potansiyel (öğrenciler, araştırmacılar, akademisyenler, firmalar, freelancerlar) yeterlidir.
- Blokzincir Tabanlı Arazi Yönetimi Bilgi Sistemi; blokzincir teknolojisinin getirmiş olduğu şeffaflık, güven ve otonom özellikleri ile süreçlerin yönetimini sağlayacak bir alt yapı sunmaktadır. Ulusal Coğrafi Sorumluluk



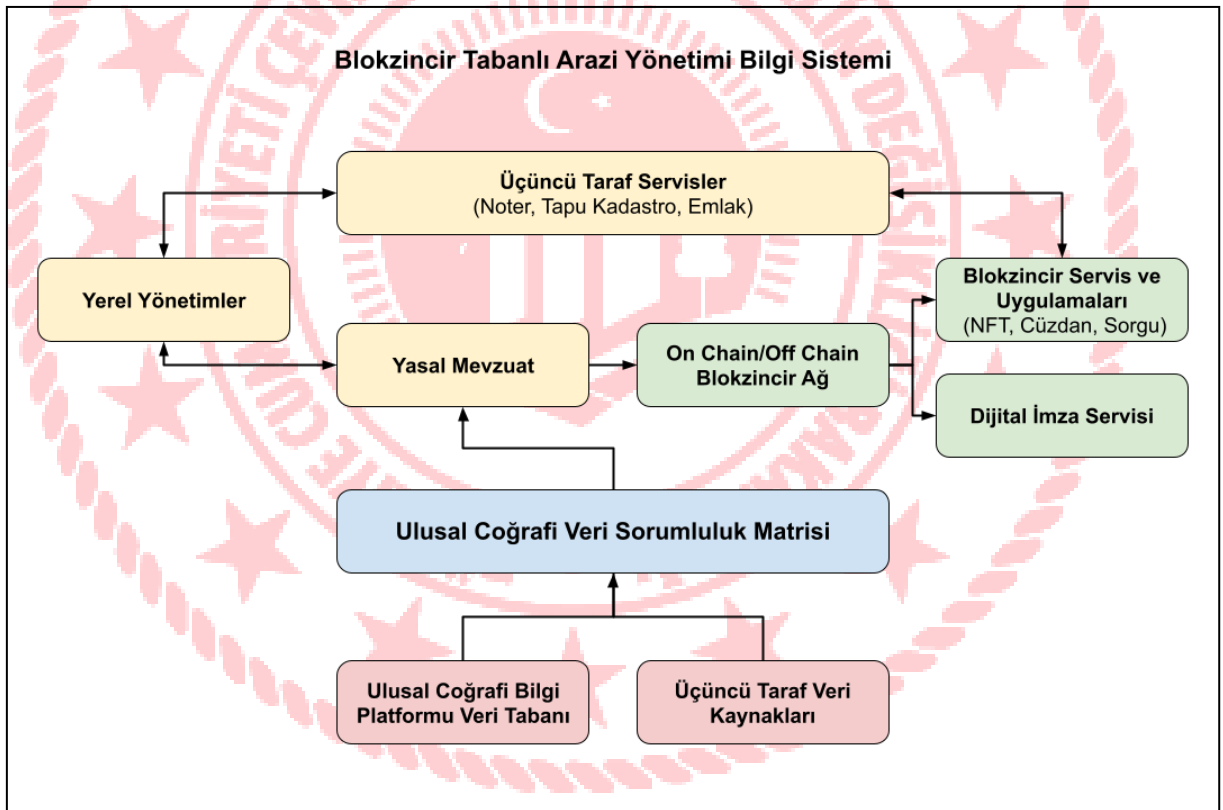
ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Matrisinin getirmiş olduğu standartlara uygun Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu Veri Tabanı üzerinde kurgulanmıştır. Platform aynı zamanda üçüncü taraf veri tabanları ile veri alışverişinde bulunabilecektir. Sistemin kapalı bir blokzincir ağı üzerinde kurulması ve işletilmesi sağlanacaktır. Bu ağ üzerinde gerçekleştirilecek servisler ile senaryolara (tapu kayıtlarının NFTleştirilmesi, noter kayıtlarının onaylanması, alım-satım süreçlerinde dijital varlık kullanımı vb) uygun hizmetleri sunulabilecektir. Tüm süreçler ulusal bir dijital imza konsepti ile kayıt altına alınacaktır. Süreçlerin yasal mevzuatları merkezi ve yerel yönetimlerin operasyonları yürütmesine katkı sağlayacaktır (Şekil 7.1).

Şekil 10 - Blokzincir Tabanlı Arazi Yönetimi Bilgi Sistemi



- Metaverse ve Blokzincir konuları dünyada çok geniş bir çerçevede ele alınmaktadır. Bu alanlarda yapılacak çalışmaların akıllı şehirlere ve coğrafi veri altyapısına yönelik olması halinde kapsamın doğru bir şekilde



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

belirlenmesi, yapılacak projelerin ayrıştırılması ve hitap edilen hedef kitlenin kullanıcı profillerinin tanımlanması önem arz etmektedir.

- Günümüzde metaverse bağlamında dünyada görülen uygulamalar ağırlıklı olarak oyunlaştırma, eğlence, etkinlik ve kısmi olarak alışveriş alanlarında olmak üzere farklı temalarda sanal kapsüllerden oluşmakta ve bu yönde geliştirilmektedir. Üretim ilişkilerini değiştiren bir konsept içeren metaverse uygulamaları, yakın gelecekte Akıllı Şehirler alanında doğrudan yer bulacak uygulamalar haline gelmektedir. Bu hususun dikkate alınması önerilmektedir.
- Bu doğrultuda, akıllı şehir uygulamaları kapsamında ele alınacak metaverse projeleri, bu aşamada ayrı bileşenler veya konular çerçevesinde ele alınmalıdır. Bütünsel bir metaverse yatırımı teknolojik gelişim açısından henüz erken bir evrededir.
- Akıllı şehirlerde, hâlihazırda bulunan ve belirli detay seviyesindeki 3 boyutlu modellerden oluşan dijital ikiz uygulamaları metaverse konularına gelecekte temel teşkil edecek niteliktedir. Ancak dijital ikiz sadece veri görüntüleme veya ölçme gibi temel CBS fonksiyonlarından ibaret olmayıp etki analizlerinin de yapılabileceği ve etkileşim sağlanabileceği bütünsel bir kavramdır. Dijital ikizler sadece üretimde kullanımla kalmayıp nesnelerin interneti, yapay zekâ ve veri analitiği gibi teknolojilerin de kullanıldığı gelişmiş sistemlerdir. Dijital ikizlerin bu doğrultuda gelişmesi metaverse dünyasına katkı sağlayacak olup atlanmaması gereken bir aşamadır.
- Metaverse ve Blokzincir kavramları birlikte ele alınabileceği gibi, ayrı ayrı da değerlendirilebilecek uygulamaları barındırır. Bu bağlamda her metaverse uygulaması blokzincir içermek zorunda değildir. Ayrıca her blokzincir uygulaması metaverse dünyasına uygun olmayabilir. Bu doğrultuda akıllı şehirler kapsamında hayata geçirilmesi düşünülen özellikle metaverse uygulamalarının aşama aşama geliştirilmesi ve teknolojik ayrıştırmanın yapılması önem arz etmektedir.
- Tüm kamu kurum ve kuruluşlarında blokzincir ve metaverse çalışmalarının koordine edilmesi, eşgüdümlü çözümler üretilmesi ve yaygınlaştırılması için



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi dâhilinde ilgili organizasyon yapısı teşkil edilmelidir.

- Geoblokzincir teknolojisinin ülkemizde coğrafi veri toplayan ve kullanan tüm kamu ve özel kurum ve kuruluşlarda yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu amaçla, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde ilgili standartların belirlenmesi, koordinasyonun ve hukuki altyapının sağlanmasından sorumlu organizasyon yapısı teşkil edilmelidir.
- Üniversitelerimizin öğrencilerin blokzincir ve metaverse konusunda bilgi ve yetkinliklerinin artırılması için lisans ve lisansüstü dersler açması teşvik edilmelidir.
- Üniversite öğrencilerimizin blokzincir ve metaverse konusunda farkındalıklarını arttırmak ve bu konular hakkında çalışmalarını özendirmek amacıyla kodlama ve fikir maratonları düzenlenmelidir. Söz konusu maratonların Teknofest kapsamında yapılması katılımların arttırması açısından faydalı olacaktır.
- Engelli vatandaşlarımızın blokzincir ve metaverse konusunda bilgilendirilmesi ve bahse konu teknolojilere erişimlerinin sağlanabilmesi için çalışmalar yapılmalıdır.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

KAYNAKÇA

- Anand, A., McKibbin, M., ve Pichel, F. (2017). Colored coins: Bitcoin, blockchain, and land administration. In Proceedings of the Annual World Bank Conference on Land and Poverty, (s. 20-24). Washington, DC, USA.,
- Bakan, İ., ve Şekkeli, Z. H. (2019). Blokzincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 2849-2877.
- Bayraktar, E., ve Kaleli, F. (2007). Sanal gerçeklik ve uygulama alanları. Akademik Bilişim.
- Belgem.io. (23, 06 2022). belgem.io. belgem.io: <https://belgem.io> adresinden alındı
- Bennett, R. M., Pickering, M., ve Sargent, J. (2019). Transformations, transitions, or tall tales? A global review of the uptake and impact of NoSQL, blockchain, and big data analytics on the land administration sector. Land Use Policy, 435-448.
- Bibri, S. E., ve Allam, Z. (2022). The Metaverse as a Virtual Form of Data-Driven Smart Urbanism: On Post-Pandemic Governance through the Prism of the Logic of Surveillance Capitalism. Smart Cities, 5 (2), 715-727.
- Blockchain Türkiye. (2022, 06 06). Akıllı Sözleşme Raporu: https://bctr.org/dokumanlar/Akilli_Sozlesme_Raporu.pdf adresinden alındı
- Blokzincir Araştırma Ağı (BAĞ). (2022, 06 23). bag.org: <https://bag.org.tr> adresinden alındı
- Bostancı, M., ve Uncu, G. (2021). Metaverse: Sanal mı gerçek mi? DİJİTAL İLETİŞİMİ ANLAMAK-2, 58-69.
- BTC Haber . (2022, 6 2). Samsung, Decentraland'de Mağaza Açacak. <https://www.btchaber.com/samsung-decentralandde-magaza-acacak/> adresinden alındı
- BtcTurk. (2022, 2 25). Blockchain (Blokzinciri) Teknolojisi Nedir? Blokzinciri'ne Dair Her Şey. <https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/blockchain-blokzinciri-teknolojisi-nedir/> adresinden alındı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- BTM. (2022, 06 10). NFT nedir? Nasıl üretilir?: <https://btm.istanbul/blog/nft-nedir-nasil-uretilir?> adresinden alındı
- Carlin, D., Jonah, B., Philips, O., ve Şakir, S. (2020). You Could Be Mine (d): The Rise of Cryptojacking. In IEEE Secur. Privacy.
- Clements, A. (2016). Metaverse For Beginners: A Guide To Help You Learn About Metaverse, Virtual Reality And Investing In NFTs.
- Colindres, J. C., Regan, M., ve Pena Panting, G. (2016). Using Blockchain to Secure Honduran Land Titles. International Property Right Index (IPRI).
- CSI. (2022, 06 03). LCA- Yaşam Döngüsü Amalizi. <https://www.qsi.com.tr/hizmetler/lca-yasam-dongusu-analizi/> adresinden alındı
- Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2022, 6 2). Blokzincir Sözlüğü.
- Cuthbertson, A. (2018, 07 26). Donald Trump assassination market appears on blockchain platform Augur. In The Independent: <https://www.independent.co.uk/tech/donald-trump-assassination-market-blockchain-augur-a8464516.html> adresinden alındı
- Damle, S., Gujar, S., ve Moti, M. (2021). FASTEN: Fair and Secure Distributed Voting Using Smart Contracts. IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC),, (s. 1-3).
- Deloitte. (2018). Blokzincir Potansiyelinin Keşfi 2018 Yılı Türkiye Blokzincir Araştırması. Deloitte Türkiye: <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/consulting/blokzincir-potansiyelinin-kesfi.html> adresinden alındı
- Deloitte. (2022). CFO insights getting smart about smart contracts. deloitte: <https://www2.deloitte.com/tr/tr/pages/finance/articles/cfo-insights-getting-smart-contracts.html> adresinden alındı
- Dilmegani, C. (2022). Digital twin applications use cases by industry in 2022. <https://research.aimultiple.com/digital-twin-applications/> adresinden alındı
- Doğan, D., Erol, T., ve Mendi, A. F. (2021). Sağlık Alanında Karma Geçerlilik. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11-18.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Eder, G. (2019). Digital Transformation: Blockchain and Land Titles. OECD Global Anti-Corruption and Integrity Forum.
- ESA. (2019). Blockchain and Earth Observation White Paper. eo4society.esa.int: <https://eo4society.esa.int/2019/04/09/blockchain-and-earth-observation-a-white-paper/> adresinden alındı
- Eshkenazi, A. (2022). Real benefits from digital twins, association for supply chain management (ASCM). ascm.org: <https://www.ascm.org/ascm-insights/scm-now-impact/real-benefits-from-digital-twins/> adresinden alındı
- Gartner. (2021, Eylül 8). Quick Answer: What Is Blockchain? Gartner: <https://www.gartner.com/en/documents/4005567> adresinden alındı
- Gartner. (2022, Ocak 28). What Is a Metaverse? Gartner: <https://www.gartner.com/en/articles/what-is-a-metaverse> adresinden alındı
- Gartner. (2022, Ocak 28). What Is a Metaverse? Gartner: <https://www.gartner.com/en/articles/what-is-a-metaverse> adresinden alındı
- Gazete, R. (2019). 11. Kalkınma Planı. resmigazete.gov.tr: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190723M1-1-1.pdf> adresinden alındı
- Higgins., S. (2017). Republic of Georgia to Develop Blockchain Land Registry. coindesk.com: <https://www.coindesk.com/bitfury-working-with-georgian-government-on-blockchain-land-registry> adresinden alındı
- IBM. (2022, 2 25). Blockchain teknolojisi nedir? IBM: <https://www.ibm.com/tr-tr/topics/what-is-blockchain> adresinden alındı
- İçten, T., ve Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. Fen Bilimleri Dergisi, 111-136.
- Kamel, B., Wilson, J. T., ve Clauson, K. (2018). Geospatial blockchain: promises, challenges, and scenarios in health and healthcare. International Journal of Health Geographics, 1186/12942.
- King, R., Zavyalova, K., ve Josefsson, K. (2022, 4 27). Introducing the FOAM Protocol. <https://blog.foam.space/introducing-the-foam-protocol-2598d2f71417> adresinden alındı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Lantmäteriet, T., ChromaWay, ve Future., K. (2016). The land registry in the blockchain. ica-it.org: http://ica-it.org/pdf/Blockchain_Landregistry_Report.pdf adresinden alındı
- Luan, X. D., Xie, Y. X., U., L.-D. W., Yu-qiang, S., ve Hai-bin, N. (2003). Application of Virtual Reality in Military Affairs. Acta Simulata Systematica Sinica.
- Mendi, A. F. (2021). Blokzincir Uygulamaları Ve Gelecek Öngörülleri. GSI Journals Serie C. Advancements In Information Sciences And Technologies, 76-88.
- Mukhopadhyay, U., Skjellum, A., Hambolu, A., Oakley, J., Yu, L., ve Brooks, R. (2016). A Brief Survey of Cryptocurrency Systems,. Proceedings of 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust, (s. 745-752).
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> adresinden alındı
- Oracle. (2022, 2 25). Blokzinciri nedir? <https://www.oracle.com/tr/blockchain/what-is-blockchain/> adresinden alındı
- Pierro, M. D. (2017). What Is the Blockchain? Computing in Science ve Engineering, 92-95.
- Sladic, G., Milosavljevic, B., Nikolic, S., Sladic, D., ve Radulovic, A. (2021). A Blockchain Solution for Securing Real Property Transactions:A Case Study for Serbia. ISPRS International Journal of Geo-Information.
- Statista. (2022a). In what type of projects does your company invest in the metaverse? - <https://www.statista.com/statistics/1302200/metaverse-project-investment-businesses/> adresinden alındı
- Statista. (2022b). Leading business sectors worldwide that have already invested in the metaverse as of March 2022, <https://www.statista.com/statistics/1302091/global-business-sectors-investing-in-the-metaverse> adresinden alındı.
- STM, S. T. (2022). Metaverse: Fırsatlar ve Tehditler. thinktech.stm.com: https://thinktech.stm.com.tr/uploads//docs/1644839868_stmmetaversefirsatlarvetehditler.pdf?v=1650240000030 adresinden alındı



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

- Takaoğlu, M., Özer, Ç., ve Parlak, E. (2019). Blokzinciri Teknolojisi ve Türkiye'deki Muhtemel Uygulanma Alanları. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 260-295.
- Tekelioğlu, N. (2022). Dijital Tapu Sicili: Blokzinciri Teknolojisinin Tapu Sicilinde. İstanbul Hukuk Mecmuası, 1-39.
- Thakura, V., Doja, M. N., Dwivedi, Y. K., Ahmad, T., ve Khadanga, G. (2020). Land records on Blockchain for implementation of Land Titling in India. International Journal of Information Management.
- TRTHABER. (2022, 6 2). Metaverse'te büyükelçiliği olan ilk ülke olacak. <https://www.trthaber.com/haber/dunya/metaversete-buyukelciligi-olan-ilk-ulke-olacak-626590.html> adresinden alındı
- TÜBİTAK BİLGEM UEKAE Blokzincir Araştırma Laboratuvarı. (2022, 2 25). Blokzincir . <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blok-zincir.html> adresinden alındı
- Ünal, G., ve Uluyol, Ç. (2020). Blokzinciri Teknolojisi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 167-175.
- Ünsal, E., ve Kocaoğlu, Ö. (2018). Blokzinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri,. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,, 54-69.
- Wosnack, N. (2017). UBITQUITY, the First Blockchain-Secured Platform for Real Estate Recordkeeping, Announces Historic Pilot with a Land Records Bureau in Brazil. medium.com: https://medium.com/@nathanwosnack_75360/ubitquity-the-first-blockchain-secured-platform-for-real-estaterecordkeeping-announces-historic-46c2b0d9f895 adresinden alındı
- Yüksel, S., ve Yıldız, S. (2022). Metaverse Dünyasında Değişen Sanal-Gerçek Mekânlar ve Tasarımcının Rolü,. Uluslararası Zeugma Bilimsel Araştırmalar Kongresi.
- Zhao, Y., Jiang, J., Chen, Y., Liu, R., Yang, Y., X. X., ve Chen, S. (2022). Metaverse: Perspectives from graphics, interactions and visualization. Visual Informatics, 56-57.



ÇALIŞMA HEYETİ RAPORU VE EKLERİ

KONU

Blokzincir ve Metaverse Teknolojisi

EKLER

- EK 1. Çalışma Heyeti Oluru
- EK 2. Çalışma Takvimi
- EK 3. Toplantı Tutanaqları

