



BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E

MENKUL KIYMETLERİN TOKENİZASYONU RAPORU



Bankacılık, Finans ve
Sigortacılık Çalışma Grubu

NİSAN 2025



TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI



BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E



Bankacılık, Finans ve
Sigortacılık Çalışma Grubu

TBV

TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI

MENKUL KIYMETLERİN TOKENİZASYONU RAPORU

NİSAN 2025

©2025, Blockchain Türkiye Platformu

Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK uyarınca, kullanılmazdan önce hak sahibinden 52. maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.

İşbu raporda yer alan bilgi ve görüşler yazarlarına ait olup TBV'nin ve Blockchain Türkiye Platformu'nun görüşlerini temsil etmemektedir. İşbu raporun içeriği, yazarları tarafından her zaman site üzerinde herhangi bir duyuru yapılmadan değiştirilebilir.

SORUMSUZLUK BEYANI

Türkiye Bilişim Vakfı altında çalışmakta olan Blockchain Türkiye Platformu'nun "Bankacılık, Finans ve Sigortacılık Çalışma Grubu" tarafından hazırlanan işbu rapor blokzincir teknolojisinin mevcut kişisel verilerin korunması mevzuatı ve uygulamaları bakımından incelenmesinden ibaret olup; teknik kapsam ilgili teknolojinin hukuki açıdan özümsebilmesi amacıyla yayımlanmıştır. Kişi ve kurumları bağlayıcı tavsiye veya görüş niteliği taşımaz. İşbu rapor kamuya açık kaynaklardan yararlanılmış bilgileri içermekte olup, söz konusu bilgilerin güncel ve eksiksiz olduğu taahhüt edilmemektedir. İşbu raporda verilen tüm bilgi ve görüşler zamanla değişkenlik gösterebilir. Bu bağlamda işbu raporun içeriğini okuyan kişilere veya herhangi bir üçüncü kişiye karşı sorumluluğu ve yükümlülüğü bulunmamaktadır.



**Bankacılık, Finans ve
Sigortacılık Çalışma Grubu**



ÖNSÖZ

Finansal sistemlerimizin geçirdiği dönüşüm, dijitalleşmenin hız kazandığı bu çağda, artık yalnızca bir teknoloji meselesi olmaktan çıkmış; stratejik, hukuki ve yapısal bir evrim sürecine dönüşmüştür. Bu evrimin merkezinde ise blokzincir teknolojisiyle şekillenen yeni nesil finansal araçlar yer almakta; özellikle menkul kıymetlerin tokenizasyonu, sermaye piyasalarının işleyişinde “paradigma değişimine” sebebiyet vermektedir.

Menkul kıymetlerin tokenlar aracılığıyla blokzincir üzerinde ihraç ve transfer edilebilmesi, yalnızca işlem hızını ve güvenliğini artırıp, maliyeti düşürmek ile kalmamakta, aynı zamanda yatırımcı portföyünü genişletmekte, yatırımcının sermaye kaynaklarına erişimini kolaylaştırmakta, fiziki engelleri kaldırmakta, yatırım ve piyasa verimliliğini bir üst boyuta taşımaktadır. Özellikle yatırıma konu değerlerin küçük birimlere bölünmesi, tokenize varlığa maddi erişimi kolaylaştırırken aynı zamanda işlem maliyetlerinde avantaj ve şeffaflığı sağlamaktadır.

Uluslararası örnekler bu sürecin pratiğe dökülmüş, global ve kurumsal anlamda yüksek talep gören bir dönüşüm olduğunu göstermektedir. Almanya’da teknoloji devi şirketlerin geleneksel aracı kurumlar olmaksızın blokzincir üzerinden gerçekleştirdiği dijital tahvil ihracı veya ABD’de varlık yönetim şirketlerinin tokenleştirilmiş para piyasası fonu gibi uygulamalar, menkul kıymet tokenizasyonunun hem büyük ölçekli kurumlar hem de regülatörler nezdinde ciddi bir karşılık bulduğunu ortaya koymaktadır.

Paralelde hemen pek çok ülkede kurulan proje merkezlerinde deneme çalışmalarının yürütüldüğü dikkat çekmektedir. Ancak bugünün "deneme" adı altında gerçekleştirilen projeleri yarının standart uygulamaları olacaksa bu dönüşümün dışında kalmak bir tercih değil, aksine bir risk olacaktır.

Bu konudaki öngörüler, tokenizasyonun sadece alternatif bir yöntem olarak değil, sermaye piyasalarının asli bir parçası olarak benimseneceğine işaret etmektedir. Takas sürelerinin gerçek zamana yaklaşması, merkeziyetsiz altyapılar üzerinde çalışan menkul kıymet borsalarının oluşması ve yatırımcının blokzincir üzerindeki dijital kimliğiyle doğrudan işlem yapabilmesi gibi gelişmeler, yalnızca teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda hukuk, risk yönetimi ve regülasyon açısından da yeni cevaplar gerektiren bir gelecek vadetmektedir.

Tüm bu dönüşümün güvenli, kapsayıcı ve sürdürülebilir şekilde ilerleyebilmesi için düzenleyici çerçevenin bu teknolojik gelişmelere ayak uydurması elzemdir. Avrupa Birliği'nin DLT Pilot Rejimi, Almanya'nın eWpG yasası, Lüksemburg'un Blockchain IV düzenlemeleri ve ABD'deki lisanslı dijital varlık platformları, dünya genelinde mevzuatın dönüşüme nasıl eşlik ettiğine dair önemli örneklerdir. Ülkemizde de bu alanın, Sermaye Piyasası Kanunu ile kanun özelinde çıkarılan ve çıkarılacak ikincil düzenlemeler çerçevesinde geliştirilme sürecinin başladığını memnuniyetle gözlemliyoruz. Ne de olsa teknolojiyi yönetmenin en makul yolu, onu anlamak ve ona uygun bir hukuki zemin inşa etmektir.

Bu noktada Blockchain Türkiye Platformu tarafından hazırlanan "Menkul Kıymetler Tokenizasyonu" başlıklı raporun çok kıymetli bir katkı sunduğunu belirtmek isterim. Raporda yalnızca tokenizasyonun teknik ve hukuki yönleri değil, aynı zamanda küresel uygulamalar, potansiyel kullanım alanları, karşılaşılan zorluklar ve sektörel fırsatlar kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Bu çalışmanın, yalnızca bugünü anlamaya değil, yarına hazırlık yapmaya da hizmet ettiğini görmek oldukça memnuniyet vericidir.

Kurumlar olarak bizlere düşen görev, bu dönüşümü salt bir teknoloji yatırımı olarak değil, stratejik bir yenilenme süreci olarak değerlendirmek ve hazırlıklarımızı buna göre yapmaktır. Zira tokenizasyon sadece yeni bir işlem yöntemi değil, finansal düşünme biçimimizin yeniden tanımlanmasıdır. Bu çerçevede, Blockchain Türkiye Platformu'nun ortaya koyduğu bu titiz çalışmanın, sektörümüzde ortak bir vizyonun inşasına katkı sunacağına inanıyorum.

Raporun hazırlanmasında emeği geçen tüm paydaşlara, sektör temsilcilerine ve akademik katkı sağlayan uzmanlara teşekkür eder; bu çalışmanın sektöre uzun vadeli bir perspektif kazandırmasını temenni ederim.

Saygılarımla,

Sabri Gökmenler

Türkiye İş Bankası

Genel Müdür Yardımcısı



YÖNETİCİ ÖZETİ

Teknoloji, her geçen gün hızlanan bir dönüşüm sürecinde. Geçmişe baktığımızda, her yeni teknolojik gelişmenin bir öncekinden daha hızlı benimsendiğini görüyoruz. Ray Kurzweil'in "İnsanlık 2.0" kitabında vurguladığı gibi, tarihsel veriler bize değişim hızının üstel olarak arttığını göstermektedir.

Dijital teknolojilerdeki son gelişmeler finansal piyasaları da köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Uluslararası Para Fonu'nun (IMF) 2025 tarihli Tokenizasyon konulu Fintech Raporu'na göre, bilgisayar donanımları, ağ altyapısı ve yazılım geliştirmedeki ilerlemeler; e-ticaret, mobil bankacılık ve kripto varlık piyasaları gibi alanlarda büyük değişimlere yol açmıştır. Bu dönüşümün en önemli yeniliklerinden biri de tokenizasyondur.

Tokenizasyon, finansal varlıkların dijital temsillerine dönüştürülmesini sağlayarak sermaye piyasalarında yeni fırsatlar yaratmaktadır. Bu değişimin ne denli kritik bir noktaya ulaştığının en büyük göstergelerinden biri, dünyanın en büyük varlık yöneticilerinden BlackRock'ın 2024 yılında blokzincir üzerinde tokenlaştırılmış ilk fonunu piyasaya sürmesidir.

Bu gelişme, finans dünyasında tokenizasyonun giderek daha fazla benimseneceğini açıkça ortaya koymaktadır.

BCTR Bankacılık ve Finans Çalışma Grubu olarak, hızla ivmelenen bu dönüşüm sürecini daha iyi anlamak ve analiz etmek amacıyla "Menkul Kıymetlerin Tokenizasyonu" konusunu tüm boyutlarıyla ele alan bir rapor hazırlamaya karar verdik. Raporun ilk bölümünde, geleneksel menkul kıymet piyasalarının yapısı incelenerek tokenizasyonun sektöre getireceği yenilikler ele alınmıştır. İkinci bölümde, tokenizasyonun teknik süreçlerine odaklanılmış; üçüncü bölümde ise küresel uygulamalardan örnekler sunularak okuyucunun gelişmeleri daha iyi kavraması amaçlanmıştır. Dördüncü bölümde, kara para aklama gibi risklere karşı AML kontrollerine değinilmiş, son bölümde ise saklama ve takas hizmetleri açısından hukuki perspektif sunulmuştur.

Bu rapor, bankacılık, mühendislik ve hukuk alanlarından uzmanların titiz çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Raporun uyum içinde hazırlanmasını sağlayan değerli akademisyen arkadaşlarımız Dr. Pınar Çağlayan Aksoy ve Dr. Mustafa Takaoğlu'na, alt çalışma gruplarımızın liderlerine teşekkür ederim. Yoğun mesai saatleri sonrası zaman ayırarak katkı sağlayan tüm ekip üyelerine minnettarım.

Bu çalışmanın, finansal piyasaların geleceğine ışık tutmasını ve okuyucularımıza faydalı olmasını dilerim.

Meral Şengöz

**Ticaretin Finansmanı ve Dijitalleşme,
Kıdemli Uzman**

T3i Partner Network, Partner

1. Finans Dünyasında Menkul Kıymetler, Dijital Varlıklar ve Tokenizasyona Giriş

1.1. Türkiye’de ve Dünya’da Menkul Kıymet Kavramı ve Menkul Kıymet Piyasaları

1.1.1. Türkiye’de Menkul Kıymet Kavramı

1.1.1.1. Hisse Senetleri

1.1.1.2. Tahviller

1.1.2. Dünya’da Menkul Kıymet Kavramına Bakış

1.1.3. Türkiye’de ve Dünya’da Menkul Kıymet Piyasaları

1.1.3.1. Türkiye

1.1.3.2. ABD

1.1.3.3. Avrupa

1.1.4. Türkiye’de ve Dünya’da Menkul Kıymetlerin Geleceği

1.2. Token, Dijital ve Gerçek Varlıkların Tokenizasyonu ve İlgili Kavramlar

1.2.1. Token ve Tokenizasyon Nedir: Çalışma Prensipleri ve Faydaları

1.2.1.1. Token Kavramı

1.2.1.2. Tokenizasyon Kavramı ve Gerçekleştirilmesi

1.2.1.3. Tokenizasyonun Finansal Kurumlar İçin Sağladığı Avantajlar

2. Menkul Kıymetler Bakımından Tokenizasyon

2.1. Tokenizasyon Süreçleri

2.2. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyonu

2.2.1. Tokenizasyonda Piyasa Likiditesinin Önemi

2.2.2. Tokenizasyonda Yatırımcı Talebinin Önemi

2.3. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyon Süreci

2.3.1. Ağ Seçimi

2.3.1.1. Özel ve İzin Gerektiren Ağlara Neden İhtiyaç Var?

2.3.1.2. Ağların Temel Yeterlilikleri

2.3.1.3. Ağ Katmanları ve Ölçeklenebilirlik Çözümleri

2.3.1.4. Ağ Güvenliği ve Gizliliği

2.3.2. Tokenizasyon Platformu ve Yardımcı Çözümler

2.3.2.1. Veri Eşleme Yöntemi

2.3.2.2. Tokenizasyon Motorları

2.3.2.3. Politika Motorları ve Orkestrasyon

- 2.3.2.4. Oracle'lar ve Dış Dünya ile İletişim
- 2.3.3. Teknolojik Denetim
- 2.3.4. Tokenların Dağıtılması
 - 2.3.4.1. Tokenların Dağıtılmasına İlişkin Farklı Süreçler
 - 2.3.4.2. Token Dağıtım Süreçlerine İlişkin Avantaj ve Dezavantajlar

3. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyonunda Kullanım Alanları ve Örnek Uygulamalar

- 3.1. European Investment Bank, Dijital Tahvil İhracı (Project Venus)
- 3.2. JPMorgan Onyx - Repo Platformu
- 3.3. BlackRock - Tahvil ve Bonoya Dayalı Yatırım Fonu (BUIDL)
- 3.4. Societe Generale - Tahvil İhracı ile çıkarılan tokenlerin teminat olarak kullanılarak MakerDAO üzerinden DAI borçlanması
- 3.5. Huntingdon Bank - Müşteri Kredilerini Teminat Göstererek MakerDAO Üzerinden Borçlanması
- 3.6. Guggenheim - Ticari Senet (Commercial Paper) İhracı
- 3.7. Singapur Para Otoritesi (MAS) - Project Guardian
- 3.8. Hong Kong Para Otoritesi - Project Ensemble SandBox
- 3.9. Tokenlaştırılmış Elektronik Konşimentolar ile Ticaretin Finansmanı
- 3.10. Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) ve Hong Kong Para Otoritesi (HKMA) - Yeşil Tahvil Tokenizasyon Prototipi

4. Menkul Kıymet Tokenizasyon Sürecinde AML - Kara Para Aklama - Kontrolleri

- 4.1. AML Kontrollerine Toplu Bakış ve Öne Çıkan Yasal Çerçevesler
 - 4.1.1. Sanal Varlıklar ve Kara Para Aklama (AML) Riskleri
 - 4.1.2. FATF Tavsiyeleri ve Seyahat Kuralı
 - 4.1.3. Bölgesel Düzenlemeler
 - 4.1.4. KVHS'lere Yönelik Yükümlülükler
 - 4.1.5. Küresel Uyum ve Gelecek Perspektifi
- 4.2. Dijital Varlıklar için AML Tanımı ve Kapsamı
 - 4.2.1. Dijital Varlıklar ve Kara Para Aklama (AML)
 - 4.2.2. Örnek Kripto AML Uygulamaları
 - 4.2.3. Kripto AML Kullanımı Vaka Analizi

5. Menkul Kıymet Tokenizasyonunun Saklama ve Takas Hizmeti Bakımından Hukuki Değerlendirmesi

5.1. Menkul Kıymet Tokenizasyonunun Hukuki Çerçevesine Giriş

5.2. Kripto Varlıklarda Takas ve Saklama Hizmetlerinin Ülkemizdeki Regülasyon Süreci

5.2.1. Giriş

5.2.2. Kripto Varlık

5.2.3. Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıları

5.2.4. Kripto Varlık Takas ve Saklama Hizmetleri

5.3. Dünya'daki Hukuki Gelişmeler ve Mevcut Durum

5.3.1. Menkul Kıymet Tokenizasyonunda İkincil Piyasalar

5.3.2. Avrupa Birliği Regülasyonları

5.3.3. Dünya'daki Gelişmeler

5.3.3.1. Amerika

5.3.3.2. Japonya

5.3.3.3. Almanya

5.3.3.4. Fransa

5.3.3.5. Kanada

5.3.3.6. İsrail

5.3.3.7. Hong Kong

5.3.3.8. Birleşik Arap Emirlikleri

5.3.3.9. Suudi Arabistan

5.3.4. Uygulamadan Örnekler

5.4. Türkiye'de ve Dünya'da Kripto Varlık Takas ve Saklama Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi

5.4.1. Türkiye

5.4.2. Diğer Ülkelerdeki Durum

1. FİNANS DÜNYASINDA MENKUL KIYMETLER , DİJİTAL VARLIKLAR VE TOKENİZASYONA GİRİŞ

Tokenizasyonun 2025 yılı itibariyle dünyada hiç olmadığı kadar ön plana çıkması bekleniyor.

Tokenizasyon projelerinin radarında olan önemli varlıklardan birinin de menkul kıymetler olduğu, birçok uluslararası otoritenin bu konuda yaptıkları araştırma ve yayınladıkları raporlardan anlaşılabilir.

Aralık 2024'te yayınlanan raporda, World Economic Forum (WEF), menkul kıymet tokenizasyonunun, fiziksel ve finansal varlıkların blockchain üzerinde dijitalleştirilerek bu varlıkların ticaretini kolaylaştırmasının altını çizmişti. Bu dönüşümün, parçalı finansal sistemlerin birleşmesini sağlayarak piyasa verimliliğini artırması bekleniyor. Tokenizasyon, dağıtık defter, akıllı sözleşmeler ve otomatik olarak gerçekleştirilen işlemlerle maliyetleri azaltırken yedi gün yirmi dört saat erişilebilir piyasalar yaratıyor. Gelecekte bu sistemlerin birleşiminin, küresel piyasalarda daha şeffaf, adil ve bağlantılı sermaye akışlarını desteklemesi bekleniyor (WEF, 2024).

2025'in ilk aylarında çıkan OECD raporu ise önemli tespitleri ortaya koyuyor: "Dağıtık defter teknolojileri, hem finansal ürünler hem de temelindeki piyasa altyapısı bakımından finansal piyasaların dönüştürücü bir özelliği haline gelebilir. Gerçek dünya varlıklarının dağıtık defterlerde (dijital ikizler) dijital temsilini veya kripto varlıklar hariç olmak üzere geleneksel varlık sınıflarının tokenleştirilmiş biçimde çıkarılmasını içeren varlıkların tokenleştirilmesi, bu teknolojinin devrim niteliğindeki potansiyelinin temel bir parçasıdır (OECD, 2020).

Finansal piyasalarda dağıtık defter teknolojisinin ve tokenleştirmanın kullanımının yaygınlaşması, menkul kıymetlerin, fiyatlandırılması ve likiditesi, takas ve ödeme gibi süreçler ve menkul kıymet ödünç verme ve borç alma piyasaları gibi temel finansal piyasa faaliyetlerini etkileyebilir." (OECD, 2025)

Blockchain temelli uygulama senaryolarını uzunca bir süredir yakından takip eden IMF de 2025 yılının ilk ayında finansal piyasalar ile tokenizasyon kesişimini analiz eden bir rapor yayınladı. Bu raporda IMF bazı öngörülere de yer vererek tokenizasyonun gittikçe artan önemine dikkat çekti: Tokenizasyon, teknolojik değişimlerin kolaylaştırdığı son finansal yeniliklerden biri olarak kabul edilmektedir (Aldasoro ve diğerleri 2023; FSB, 2023; Banerjee ve diğerleri 2023). Merkez bankaları ve özel finans kuruluşlarının da yer aldığı birkaç hükümet destekli girişim yakın zamanda duyuruldu ve tokenizasyonun potansiyel etkilerini test etme girişimleri devam ediyor. Boston Consulting Group, 2030 yılına kadar varlık tokenleştirmesinin 16 trilyon dolara veya küresel GSYİH'nın yüzde 10'una ulaşabileceğini tahmin ediyor. (IMF Fintech Notes, 2025)

Yukarıda bahsetmiş olduğumuz WEF raporunda, tokenizasyon bakımından artık araştırma aşamasından uygulama aşamasına geçildiği belirtiliyor. Peki gerçekten Dünya buna hazır mı? Ya da hazır olabilmek için atılması gereken başlıca adımlar neler olabilir? Gelin, en başından başlayarak menkul kıymetleri ve geleneksel finansal piyasaların arz ettiği zorlukları kısaca ele alalım. Sonrasında tokenizasyon nedir ve finansal varlıkların tokenizasyonu mevcut sistemlerdeki eksiklikleri nasıl giderebilir ve avantajlarını nasıl en iyi şekilde ortaya koyabilir buna bir bakalım. Hatta, WEF Raporu'nda belirtildiği gibi araştırmadan uygulamaya geçiş tam olarak nasıl oluyor, uygulamadan örneklerle somutlaştırıp birlikte deneyimleyelim.

Bir sonraki adımda cevaplanması gereken çok önemli bir soru var: Menkul kıymetlerin tokenlaştırılması için Türkiye’de ve Dünya’daki mevcut hukuki alt yapı yeterli mi? Hangi alanlarda, ne gibi adımlar atılmalı? Ve en sonunda tüm bunları harmanlayarak kısa ve uzun vadede menkul kıymetlerin tokenlaştırılmasında bizi neler bekliyor bir analizle tamamlayalım. O halde en baştan başlıyoruz, menkul kıymet nedir? Neler menkul kıymet sayılır? Menkul kıymetin tanımı, özellikleri ve piyasaları konusunda tüm ülkelerde yeknesak bir anlayış var mıdır? Türkiye’deki güncel durum nedir?

1.1. Türkiye’de ve Dünya’da Menkul Kıymet Kavramı ve Menkul Kıymet Piyasaları

1.1.1. Türkiye’de Menkul Kıymet Kavramı

Kıta Avrupası Hukuk Sistemi’ne mensup olan Türk Hukuku’nda menkul kıymet kavramı kanuni bir düzenlemeyle açıkça tanımlanmaktadır. Buna göre, menkul kıymet ortaklık veya alacaklılık sağlayan, belli bir meblağı temsil eden, yatırım aracı olarak kullanılan, dönemsel gelir getiren, misli nitelikte, seri halinde çıkarılan, ibareleri aynı olan ve şartları Kurul’ca belirlenen kıymetli evraktır. (SPK md.3) Yukarıdaki tanımdan hareketle menkul kıymetin unsurlarının aşağıdaki şekilde sıralanması mümkündür:

- Menkul kıymetlerin tanımında en önemli unsur kıymetli evrak olmalarıdır. Kıymetli evrak niteliğindeki bir belgenin temsil ettiği hak belgeden ayrı olarak kullanılamayacağı ve devredilemeyeceği gibi, hakkı elde tutarak belgeyi devretmek de mümkün değildir. Bu hak ancak senet ibraz edilerek kullanılır ve senet devredilerek devredilir.
- Standart ve yuvarlak meblağı, misli nitelikte, belli şekil şartlarını haiz kıymetlerdir.
- Çok sayıda ihraç edilip, halka arz edilen kitle senetleridir. Bono, poliçe gibi tek bir ticari ilişki için düzenlenmezler.

- Az veya çok devamlılık arz eder, alacak ya da ortaklık haklarını temsil ederler.
- Periyodik (dönemsel) gelir sağlarlar ve yatırım amacıyla kullanılırlar.
- Her birinin bir itibarı (nominal-üzerinde yazılı) değeri, bir de piyasada arz ve talebin oluşturduğu piyasa değeri vardır. Tahviller, ihraç eden tüzel kişi tarafından vade sonunda nominal değer üzerinden ödendikleri için piyasa değerleri genellikle nominal değerinin fazla altında veya üstünde oluşmaz.
- Menkul kıymetler nama (registered) ve hamiline (bearer) yazılı olabilirler. Hamiline yazılı kıymetler para gibidir, hak sahipliği sadece teslimle el değiştirir. Nama yazılı kıymetlerde ise ciro hanesi vardır, buraya ciro işlemi kaydedilir.

Sermaye Piyasası Kanunu’na göre bazı menkul kıymetler türleri arasında; Hisse senetleri, tahviller, hazine bonoları, katılma intifa senetleri, kar ve zarar ortaklığı belgeleri, banka bonoları, finansman bonoları, varlığa dayalı menkul kıymetler, gelir ortaklığı senetleri, gayrimenkul sertifikaları yer almaktadır. Kullanım sıklığı ve önemi yüksek olan menkul kıymet türleri ise; hisse senetleri ve tahvillerdir.

1.1.1.1. Hisse Senetleri

Literatürde esham, aksiyon veya pay senedi olarak da adlandırılan hisse senetleri; anonim ortaklıkların ihraç ettikleri, anonim ortaklık sermaye payını temsil eden kıymetli evrak niteliğine sahip senettir. Hisse senetlerinin ekonomik işlevlerini şöyle özetlemek mümkündür:

Hisse senetleri, geniş halk kitlelerinin küçük tasarruflarını büyük işletmeler içinde bir araya getirerek hızlı bir kalkınma için gerekli sermaye birikimini sağlar.

Ayrıca üretim araçlarının ve iktisadi işletmelerin mülkiyetini geniş halk topluluklarına dağıtmak suretiyle iktisadi refahı geniş bir tabana yayarlar, daha dengeli bir gelir dağılımı sağlarlar. Hisse senetlerinin, halkı, ekonomik kararlarda az çok söz sahibi yaparak demokrasinin iktisadi yanını tamamlama işlevi de bulunmaktadır. Firmalar, ihtiyaç duydukları büyük miktarda finansal kaynağa ulaşmak için görece yüksek maliyetli ticari kredi türleri kullanmak yerine hisse senedi ihraçlarını tercih ettiklerinde aracı maliyetlerini asgariye indirirler.

1.1.1.2. Tahviller

Anonim şirketlerin ödünç para bulmak için itibari kıymetleri eşit ve ibareleri aynı olmak üzere çıkardıkları borç senetlerine "tahvil" denir. Türk Ticaret Kanunu madde 504'e göre, her çeşidi ile tahviller, finansman bonoları, varlığa dayalı senetler, iskonto üzerine düzenlenenler de dahil, diğer borçlanma senetleri, alma ve değiştirme hakkını haiz senetler ile her çeşit menkul kıymetler, aksi kanunlarda öngörülmedikçe ancak şirket genel kurul kararı ile çıkarılabilir.

Tahvil hamilinin bir şirkete kullandığı sermaye, yabancı sermayedir. Tahvil hamili, tahvili çıkaran kuruluşun uzun vadeli alacaklısıdır. Tahvil hamili şirketin yönetimine katılamaz. Buna karşılık şirketin brüt karından öncelikle tahvil sahiplerinin faizleri ödenir. Şirket zarar etse de günü gelince belli miktardaki anapara ve faizlerini alır.

1.1.2. Dünya'da Menkul Kıymet Kavramına Bakış

Menkul kıymetler, küresel finans dünyasının temel taşlarından biridir. Menkul kıymetler, sermaye sağlama, risk yönetimi ve yatırım getirisi elde etme aracı olarak büyük bir öneme sahiptir. Bankacılık, sigortacılık ve varlık yönetimi gibi birçok sektörde merkezi bir rol oynayan menkul kıymetler, finansal sistemin verimli bir şekilde işlenmesini sağlamakta ve ekonomik büyümeyi desteklemektedir.

Menkul kıymetler, bir varlık üzerindeki mülkiyet hakkını veya alacak hakkını temsil eden finansal araçlar olarak tanımlanabilir. Genellikle üç ana menkul kıymet kategorisiyle karşılaşılmaktadır: Bir şirketin sermayesine ortak olmayı sağlayan hisse senetleri; tahviller gibi yatırımcının bir şirkete veya devlete borç vermesi anlamına gelen borçlanma senetleri ve değeri başka varlığa endeksli olan opsiyon, vadeli işlem sözleşmeleri ve swap gibi türev ürünler (derivatives).

2007 sonrasındaki küresel finansal kriz sonrasında birçok ülkede menkul kıymet piyasalarına yönelik düzenlemelerin arttığı görülmektedir. Özellikle ABD'de Dodd-Frank Yasası, Avrupa'da EMIR ve global ölçekte Basel III gibi düzenlemeler, sermaye piyasalarında şeffaflığı artırmayı, riski azaltmayı ve yatırımcıları koruyarak piyasa istikrarının sağlanmasına katkıda bulunmaktadır.

Menkul kıymet piyasaları, gelişen teknolojiler ve çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) ilkelerine dayalı yatırımlar gibi etkenlerle hızla evrilmektedir. Tokenleştirilmiş menkul kıymetler, işlemlerin daha hızlı ve şeffaf olmasını sağlarken, ESG yatırımları sürdürülebilirlik odaklı finansal araçların önemini artırmaktadır.

1.1.3. Türkiye'de ve Dünya'da Menkul Kıymet Piyasaları

1.1.3.1. Türkiye'de Menkul Kıymetler Piyasası

Türkiye, menkul kıymetler ve sermaye piyasaları açısından gelişen bir ekonomiye sahiptir. Türkiye'de menkul kıymetler piyasası, Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından denetlenmekte olup, piyasa Borsa İstanbul (BIST) gibi platform ve araçlar yoluyla işlem görmektedir.

Borsa İstanbul Türkiye'nin ana borsasıdır ve burada hisse senetleri, devlet tahvilleri, yatırım fonları gibi menkul kıymetler işlem görmektedir. BIST, BIST 30 gibi endekslerle büyük şirketlerin performanslarını takip etmeye olanak tanır. Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından çıkarılan devlet tahvilleri ve hazine bonoları, yatırımcılara sabit gelir sağlamak için yaygın olarak kullanılır. Türkiye'de yatırım fonları, yatırımcıların çeşitlendirilmiş bir portföy oluşturmasını sağlar. Ayrıca menkul kıymetler borsalarında işlem gören yatırım fonu ETF'ler (Exchange Traded Funds), Türkiye'de son yıllarda daha yaygın hale gelmiş ve borsa yatırımcıları için iyi bir seçenek olmuştur.

Türkiye'de menkul kıymetler piyasası, SPK tarafından düzenlenir. Türkiye'de kripto varlıklara gösterilen ilginin her geçen yıl artmasıyla birlikte, SPK kripto varlık piyasalarını da mercek altına almıştır. 2021 yılında ilk olarak TCMB tarafından çıkarılan Yönetmelik ile Türkiye'de kripto varlıklara yönelik bir düzenleme süreci başlamış olup, SPK, TÜBİTAK ve MASAK üçgeninde yasal çerçevenin oluşturulması süreci hala devam etmektedir. Ayrıca Borsa İstanbul'da işlem gören menkul kıymetler, Takasbank gibi kurumlar aracılığıyla takas ve saklama işlemlerine tabi tutulmaktadır.

1.1.3.2. ABD'deki Menkul Kıymetler Piyasası

ABD, dünyanın en büyük ve en çeşitli menkul kıymet piyasalarından birine sahiptir. NYSE ve NASDAQ, dünyanın önde gelen şirketlerine ev sahipliği yapmakta ve özellikle NASDAQ teknoloji şirketleri ile öne çıkmaktadır. ABD sermaye piyasaları hisse senetleri, tahviller, türev ürünler, yatırım fonları ve ETF'lerle oldukça çeşitlenmiştir. S&P 500 ve Dow Jones gibi endeksler piyasa trendlerini takip etmek için referans kabul edilmektedir.

Son dönemde özellikle Trump'ın başkan seçilmesiyle birlikte dijital varlıklar piyasası hızla büyümektedir. ABD'de Securities Exchange Commission, kripto varlık düzenlemesinde aktif bir rol oynamakta ve yerleşik hale gelen Howey Testi'ni bu varlıkların menkul kıymet olup olmadığını belirlemek için uygulamaktadır. Örneğin, SEC v. Ripple davası, XRP tokenini borsalarda satışının menkul kıymet olmadığına karar verilmesiyle önemli bir emsal oluşturmuştur. Bu durum, geleneksel yasal araçların kripto varlıklara uygulanabilirliği konusundaki tartışmaları artırmaktadır.

1.1.3.3. Avrupa'daki Menkul Kıymetler Piyasası

Avrupa'daki menkul kıymet piyasaları, daha entegre bir yapı oluşturmayı hedefleyen Sermaye Piyasası Birliği (Capital Markets Union - CMU) çerçevesinde gelişmektedir. EuroNext, Amsterdam, Paris, Brüksel, Lizbon ve Dublin'de faaliyet gösteren Avrupa'nın en büyük borsalarından biridir. London Stock Exchange (LSE), Avrupa ve uluslararası şirketlerin işlem gördüğü önemli bir merkezdir. Avrupa Menkul Kıymetler ve Piyasalar Otoritesi (ESMA), bölgedeki piyasa düzenlemelerini denetlemekte ve bu konuda düzenli olarak rehberler yayınlamaktadır. Yatırım fonları ve ETF'ler, özellikle ESG (çevresel, sosyal ve yönetim) yatırımlarıyla popülerdir. Avrupa piyasaları, sürdürülebilirlik odaklı büyüme göstermektedir.

1.1.4. Türkiye'de ve Dünyada Menkul Kıymetlerin Geleceği

Menkul kıymetler, dijitalleşme ve Dünya'daki değişen ekonomik dinamiklerle yeniden şekillenmektedir. Blokzincir teknolojisi, akıllı kontratlar ve tokenizasyon, menkul kıymetlerle yapılan işlemleri hızlandırırken, aracılar olan ihtiyacı azaltma potansiyeline sahiptir.

Dijital tahviller ve tokenleştirilmiş hisse senetleri, işlem süreçlerini daha şeffaf ve güvenli hale getiriyor. Yine gelişmekte olan teknolojiler kapsamında ortaya koyulan FinTech çözümleri ve robo-danışmanlık hizmetleri, bireysel yatırımcılara profesyonel destek sunarak piyasaların büyümesine katkı sağlayacaktır.

Yatırımcıların odağı giderek çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) odaklı menkul kıymetlere kayarken, yeşil tahviller ve sürdürülebilir yatırımların da ön plana çıkması beklenmektedir. Özellikle üretken yapay zekadaki gelişmelerle birlikte, yapay zeka destekli algoritmik ticaretin, piyasa trendlerinin analizinde önemli bir rol oynaması kaçınılmaz görünmektedir.. Küresel piyasalarda gittikçe artan hukuki düzenlemeler, bu yeniliklerin güvenli şekilde uygulanmasını ve yaygınlaşmasını sağlarken finansal sistemin dönüşümünü hızlandıracaktır.

1.2. Token, Dijital ve Gerçek Varlıkların Tokenizasyonu ve İlgili Kavramlar

1.2.1. Token ve Tokenizasyon Nedir: Çalışma Prensipleri ve Faydaları

Raporun bu kısmında sahneye "token" kavramını davet ediyoruz. Türkçe'ye jeton veya belirteç olarak çevrilse de, özellikle konunun teknolojik boyutuyla ilgilenenler en doğrusunun bu kavramı aslında olduğu gibi "token" olarak kullanmaktan yanadırlar. Token kavramı, çalışmamız bakımından özel bir öneme sahip; çünkü menkul kıymetlerin dijital ortamda güvenli bir şekilde işlem görmesini sağlayan tokenizasyon süreçlerinin temel taşıını teşkil ediyor.

Token kavramı menkul kıymet dünyasının önemli oyuncularında kabul görmüş olup BlackRock'ın başkanı ve CEO'su Larry Fink, Ocak 2024'te şunları söylemiştir: "İleriye dönük bir sonraki adımın finansal varlıkların tokenleştirilmesi olacağına inanıyoruz ve bu, her hisse senedinin, her tahvilin... tek bir genel muhasebe defterinde olacağı anlamına geliyor."

1.2.1.1.Token Kavramı

Token, blockchain üzerinde belirli bir varlığı veya değeri temsil eden dijital bir birimdir. Token türleri arasında Utility Tokenler (hizmet tokenları), Security Tokenler (menkul kıymet tokenları), Stablecoinler, Non-Fungible Tokenler (NFT'ler) ve Governance Tokenler (Yönetişim Tokenleri) bulunmaktadır. Token'lar dijital varlıkların bir türü olup, çok farklı kıstaslar dikkate alınarak değişik şekilde ayrımlara tabi tutulabilirler.

Utility Tokenler, hizmet veya ürünlere erişim sağlarken; Security Tokenler, finansal varlıkların sahipliğini temsil eder ve dijital hisse senetleri, tahviller gibi örnekleri içerir. USDT gibi Stablecoinler, fiyat istikrarını sağlarken; NFT'ler, benzersiz dijital varlıkları temsil eder. Yönetişim Tokenleri, blok zinciri projelerindeki örneğin DAO'lardaki karar alma süreçlerinde rol oynar.

Geçtiğimiz birkaç yılda yaşanan teknolojik ve sosyal gelişmeler, internetin bir sonraki çağına doğru giderek artan bir hızla ilerlediğimizi açıkça ortaya koymuştur. Yapay zeka ve blokzinciri gibi teknolojik bileşenlerden meydana gelen Web3'ün, yeni, merkeziyetsiz bir internetin potansiyelini sunduğu söylenmektedir. Web3 dönüşümü, tokenlar sayesinde finansal varlıkları dijitalleştirerek daha erişilebilir ve şeffaf hale getirmektedir. Tokenların, özellikle menkul kıymet piyasalarında aracısız, hızlı ve küresel erişim sunarak geleceğin finans dünyasını şekillendirmesi beklenmektedir.

McKinsey analizi, tokenleştirilmiş piyasa değerinin 2030 yılına kadar yaklaşık 2 trilyon dolara ulaşabileceğini göstermektedir. (Bitcoin gibi kripto paralar ve Tether gibi sabit paralar hariç).

1.2.1.2.Tokenizasyon Kavramı ve Gerçekleştirilmesi

Token kavramıyla doğrudan bağlantılı olan tokenizasyon, fiziksel veya dijital varlıkların blockchain üzerinde token adı verilen dijital birimlere dönüştürülmesi sürecidir. Tıpkı token kelimesi gibi "tokenisation" kavramının da Türkçe olarak nasıl ifade edilmesi gerektiği konusunda tam bir mutabakata varılmış değildir. Tokenlaştırma, tokenizasyon, jetonlaştırma gibi farklı kullanımlara rastlamak mümkündür. Bu çalışmada genellikle tokenizasyon ifadesi tercih edilmiştir.

Tokenizasyon süreci, varlıkların daha kolay transfer edilebilir, bölünebilir ve likit bir hale gelmesini sağlamaktadır. Örneğin, bir gayrimenkul varlık tokenleştirilerek birçok yatırımcı arasında bölüşülebilir. OECD ve IMF'ye göre tokenizasyon, finansal piyasalarda dijital varlıkların mülkiyet veya haklarla ilişkilendirilmesini sağlarken piyasa likiditesini artırmakta ve yeni yatırım fırsatları sunmaktadır. Bu avantajları sayesinde tokenizasyon süreci, finansal sistemde dönüşüm ve geniş çaplı erişim potansiyeli taşımaktadır. Tokenizasyon süreci ana hatlarıyla aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir:

1. Varlığın Değerlendirilmesi: Tokenize edilecek varlığın değeri ve özellikleri belirlenir.
2. Smart Contract Oluşturulması: Varlığın tüm özelliklerini ve transfer kurallarını içeren bir akıllı sözleşme oluşturulur.
3. Token Oluşturma: Varlık, bu akıllı sözleşmeye bağlı olarak belirli sayıda tokene bölünür.
4. Blokzincire Kayıt: Tokenler, seçilen bir blokzincir ağına kaydedilir.
5. El Değiştirme: Tokenler, ilgili kripto para borsalarında alınıp satılabilir hale gelir.

2030 yılına kadar özel piyasalardaki tokenleştirmenin değerinin 80 kat artarak, yaklaşık 4 trilyon ABD dolarına ulaşması beklenmektedir.

1.2.1.3.Tokenizasyonun Finansal Kurumlar için Sağladığı ve Gelecekte Sağlayabileceği Avantajlar

Tokenizasyon, varlıkları dijital birimlere dönüştürerek işlemleri daha hızlı, güvenilir ve esnek hale getirmektedir. Programlanabilirlik, akıllı sözleşmelerle birlikte işlem süreçlerini otomatikleştirirken, birlikte çalışılabilirlik (interoperability) farklı platformlar ve varlıklar arasında sorunsuz etkileşim sağlamaktadır. Bu avantajlar, finansal süreçlerin verimliliğini artırmakta ve manuel hataları azaltmaktadır.

Finansal kurumlar ve menkul kıymet piyasaları açısından, tokenizasyonun en önemli faydalarından biri, 7/24 işlem yapılabilmesi ve anında yerleşim imkânıdır. Mevcut sistemde yerleşim süreleri (T+2) iki iş günü sürebilirken, tokenizasyon bu süreyi büyük ölçüde kısaltmaktadır. Bu da faiz oranı ortamlarında büyük tasarruflar sunmaktadır.

Özellikle kurumsal tahviller gibi manuel işleme açık varlık sınıflarında, faiz hesaplama ve kupon ödemeleri gibi işlemler akıllı sözleşmelerle otomatikleştirilerek operasyonel maliyetler düşürülebilmektedir.

Tokenizasyon, likiditenin artırılması konusunda da önemli fırsatlar sunmaktadır. Parçalı mülkiyet sayesinde yüksek değerli varlıkların daha küçük paylara bölünerek yatırımcıların erişimine açılması, 7/24 işlem yapma imkanı sayesinde piyasa faaliyetlerinin geleneksel borsa saatleriyle sınırlı kalmaması ve küresel yatırımcıların piyasaya daha kolay erişebilmesi gibi avantajlar öne çıkmaktadır. Böylece, geleneksel menkul kıymet piyasalarındaki likidite engelleri önemli ölçüde azaltılabilir.

Ayrıca, tokenizasyon varlıklara erişimi demokratikleştirmekte, küçük yatırımcıların da finansal hizmetlerden daha kolay faydalanmasını sağlamaktadır. Daha ucuz ve çevik altyapı sunan blockchain sistemleri, finansal kurumlar için ekonomik olarak cazip fırsatlar yaratmaktadır. Akıllı sözleşmelerin sağladığı gelişmiş şeffaflık, tüm işlemlerin değiştirilemez ve izlenebilir olmasını garanti etmekte; bu da özellikle karbon kredileri gibi varlıkların yönetiminde büyük önem taşımaktadır. Tüm bunlar dikkate alındığında, sağlam hukuki temellere de oturduğunda, tokenizasyon, finansal hizmetlerin verimliliğini artırırken yeni iş modelleri geliştirme ve yatırımcı tabanını genişletme potansiyeli taşımaktadır.

IMF'in 2025 yılında yayınladığı raporda dağıtık defter teknolojisinin piyasa verimliliğini artıran, likiditeyi güçlendiren ve işlem maliyetlerini düşüren bir mekanizma sunduğuna dikkat çekilmektedir. Raporda, tokenizasyonun finansal piyasalardaki verimsizlikler üzerindeki etkisinin esas olarak dağıtık defterin ve programlanabilirliğin sağladığı iyileştirmelerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Varlık ihracı, alım-satım, takas gibi süreçlerde, özellikle karşı taraf riskini azaltarak eşzamanlı mutabakatı mümkün kılmak, işlemleri hızlandırmak ve piyasa katılımcıları arasındaki arama maliyetlerini düşürmek gibi faydalar sağlanmaktadır.

Bazı görüşler, tokenizasyonun finansal araçlara duyulan ihtiyacı tamamen ortadan kaldıracığını öne sürse de, IMF bu dönüşümün daha çok aracılık maliyetlerini azaltarak süreçleri daha verimli hale getireceğini belirtmektedir. Aracı kurumlar, değişen piyasa koşullarına bağlı olarak risk yönetimi, uyumluluk denetimi ve likidite sağlama gibi yeni roller üstlenebileceklerdir. Tokenizasyonun maliyet düşürücü etkilerinin ne ölçüde yatırımcılara yansıtacağı ise piyasalardaki rekabet derecesine bağlı olacaktır.

Belirtmek gerekir ki, tokenizasyonun finansal sistem üzerindeki olumlu etkilerine rağmen, bu dönüşüm bazı yeni riskleri ve düzenleyici zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların içinde, finansal şokların sistem genelinde daha hızlı yayılması, akıllı sözleşmelerin güvenlik açıkları, aşırı risk alma eğilimleri sayılabilir. Bu riskler dikkate alındığında, mevcut düzenleyici çerçevelerin, tokenizasyonun getirdiği fırsatları destekleyecek şekilde gözden geçirilmesi gerekmektedir. IMF de 2025 tarihli raporunda, düzenleyici kuruluşların piyasa gücü dinamiklerini ele alması, yatırımcı korumasını sağlaması ve akıllı sözleşmelerin hukuki bağlayıcılığı konusunda netlik oluşturması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çerçevede, düzenleyicilerin piyasa rekabetini teşvik eden, riskleri en aza indiren ve inovasyonu destekleyen politikalar geliştirmesi büyük önem taşımaktadır.

2. MENKUL KIYMETLER BAKIMINDAN TOKENİZASYON

2.1. Tokenizasyon Süreçleri

Tokenizasyon, fiziksel veya dijital varlıkların dağıtık defter teknolojisi kabiliyetleriyle dijital tokenlere dönüştürülmesi sürecidir ve finans, gayrimenkul, sanat, fikri mülkiyet gibi birçok alanda yeni fırsatlar sunmaktadır. Tokenizasyon süreci, öncelikle tokenleştirilacak varlığın seçilmesiyle başlar ve uygun token modelinin belirlenmesi, uygun dağıtık defter teknolojisinin seçimi, akıllı sözleşmelerin ve projenin koşacağı ortamlarının geliştirilmesi, düzenleyici uyumluluk ve hukuki çerçevenin oluşturulması gibi kritik aşamaları içerir. Ardından, tokenlerin dağıtımı ve piyasaya sürülmesi gerçekleştirilirken, yönetim ve işlem takibi süreçleriyle token ekosisteminin sürdürülebilirliği sağlanır. Ana hatlarıyla ifade edilen tokenizasyon süreçleri aşağıda detaylandırılmıştır:

Varlıklar, bir birey veya bir kuruluş tarafından sahip olunan doğal ekonomik değere sahip kaynaklardır. Bunlar, nesnelere, gayrimenkuller veya bir menkul kıymetin payları olabilir. Bazı varlıklar, örneğin gayrimenkul bir defterde mülkiyet hakkının kaydını gerektirir; fakat gayrimenkul içerisindeki nesnelere için mülkiyetin defter üzerinde takip edilmesine ihtiyaç duyulmaz. Bu nedenle varlık tipinin ne olduğu, mülkiyet (veya diğer aynı hakların) kaydının resmi yollardan yapılmasının gerekip gerekmediğinin belirlenmesinde önemlidir.

Defterler, varlıklar ve nesnelere üzerindeki haklarla ilgili bilgileri kaydeder. Geleneksel defterler iki ayrı bileşene dayanır; veritabanı katmanı varlık kayıtlarını depolarken, uygulama katmanı ise sisteme mantık ve yönetim kurallarını dahil ederek defterdeki varlıkların kaydedilmesini, güncellenmesini, silinmesini ve görüntülenmesini yönetir.

İlk örneklerden biri, Venedikli bankacılar tarafından geliştirilen ve her işlemin iki tarafça kaydedilmesini sağlayan çift taraflı muhasebe sistemidir.

Geleneksel defter sistemlerinde kayıtların doğruluğuna duyulan güven, defterin operatörüne, yani defteri tutan kişiye duyulan güvene dayanır. Bu güven genellikle kurumsal düzenlemeler ve yasal çerçeveler tarafından da desteklenir. Örneğin bir kişinin merkezi bir menkul kıymet saklama kuruluşunda tuttuğu bir şirket tahvilini düşünelim. Veritabanı katmanı; ihraççının adı, tutar ve kupon gibi bu şirket tahvilindeki hisseleri hakkında bilgi içerir. Uygulama katmanı ise, tahvil satıldığında mülkiyetin nasıl devredileceğini belirler. Tüm bu süreçlerde alıcı ve satıcıların merkezi menkul kıymet saklama kuruluşunun çözümüne güvenmeleri gerekir.

Dağıtık defter teknolojisindeki ilerlemeler, akıllı sözleşmelerin kullanılmasına ve birlikte çalışabilirliğe izin veren yeni bir tür programlanabilir defter oluşturulmasına imkan tanımaktadır. Günümüzde birçok dağıtık defter teknolojisi platformu bulunmaktadır. Blokzincirler tokenizasyon süreçlerinde en çok tercih edilen platformlardır. Kullanılacak dağıtık defter teknolojisinin seçiminde, projenin gereksinimlerinin iyi analiz edilmesinin önemi çok büyüktür. Çünkü her DDT platformunun kendine has özellikleri, artı ve eksileri bulunmaktadır. Seçilen platform üzerinde, platformun standartlarına uygun olacak şekilde üretilen dijital varlıklara token denilmektedir. Tokenlar, akıllı sözleşme ismi verilen ve dağıtık defter platformu üzerinde koşan programlarla üretilmektedir.

Tokenizasyon projesinde üretilecek tokenların akıllı sözleşmelerini geliştirmek sürecin sadece bir aşamasıdır. Yine projenin gereksinimlerine uygun olacak şekilde, seçilen DDT platformuyla, geliştirilen akıllı sözleşmelerin entegrasyonunun gerçekleştirilmesi, arayüz ve önyüz geliştirmeleri, güvenlik ve test süreçlerinin işletilmesi gibi teknik faaliyetlerin de yürütülmesi gerekmektedir.

Bir diğere önemli süreç, tokenizasyonun yasal mevzuata uygun olması için, yerel ve uluslararası düzenlemeler dikkate alınarak hukuki çerçeve hazırlık çalışmalarıdır. Bu aşama, özellikle menkul kıymet, dijital varlık veya kripto varlık gibi düzenlemeleri, KYC/AML uyumluluğu ve vergilendirme gibi konuları kapsamaktadır. Raporun 4 ve 5 nolu bölümlerinde bu süreç ile ilgili ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

Tokenların dağıtım süreci, özel satış, halka açık arz (ICO, STO) veya likidite havuzları aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Dağıtım süreci öncesinde, yatırımcıların proje hakkında bilgilendirilmesi (izahname (whitepaper) ve teknik izahnameler (yellow paper) paylaşarak), pazarlama stratejileri ve teknik altyapının eksiksiz olması gerekmektedir. Tokenlerin piyasaya sürülmesinin ardından, dolaşımdaki arz, sahiplik değişimleri ve piyasa hareketleri sürekli olarak izlenmeli; yönetim mekanizmaları, staking ve yakım (burning) gibi işlemler etkin bir şekilde yönetilerek ekosistemin sürdürülebilirliği güvence altına alınmalıdır.

2.2. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyonu

Menkul kıymetlerin dijitalleşmesi ve tokenizasyonu, finansal varlıkların dağıtık defter teknolojisi teknolojisi aracılığıyla temsil edilmesini sağlayarak, daha şeffaf, güvenli ve erişilebilir bir piyasa ortamı yaratmaktadır. Bu süreç, geleneksel menkul kıymetlerin dijital formatta kaydedilmesi ve akıllı sözleşmelerle yönetilmesiyle başlar. Tokenizasyon, yatırımcıların varlıklara daha kolay erişimini sağlarken, işlem maliyetlerini ve zamanını da önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Tokenizasyonun temel avantajlarından biri, likiditeyi artırmasıdır. Geleneksel menkul kıymetlerdeki sınırlı alım satım fırsatları, tokenizasyon ile aşılma ve daha geniş bir yatırımcı kitlesine ulaşma imkânı sunulmaktadır.

Ayrıca, dijital varlıkların bölünebilirliği, küçük yatırımcıların büyük miktardaki varlıklara yatırım yapabilmesine olanak tanır. Bu bağlamda, menkul kıymetlerin dijitalleşmesi ve tokenizasyonu, finansal sistemin evriminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda menkul kıymetlerin tokenize edilmesi sürecinde ön plana çıkan ve dikkat edilmesi gereken 2 ana başlık söz konusudur.

2.2.1. Tokenizasyonda Piyasa Likiditesinin Önemi

Menkul kıymetlerin likiditesi, bu varlıkların piyasada ne kadar hızlı ve kolay bir şekilde nakde dönüştürülebileceğini ifade eder. Yüksek likiditeye sahip menkul kıymetler, yatırımcıların ihtiyaç duydukları anda varlıklarını satmalarına olanak tanırken, düşük likidite durumunda satış yapmak zorlaşır ve potansiyel kayıplar doğurabilir. Piyasa likiditesi, genellikle işlem hacmi ve alım satım arasındaki fark (spread) ile ölçülmektedir. Yüksek işlem hacmine sahip piyasalarda alım satım farkı daralır; bu da yatırımcılar için daha avantajlı bir ortam sağlar.

Menkul kıymet tokenizasyonunda, tokenize edilecek menkul kıymetin seçimi sırasında piyasadaki likidite önemli bir rol oynamaktadır. Eğer tokenlaştırılan varlık, geleneksel piyasalarda likiditesi yüksek ya da talep gören bir varlık türü değilse, ilgili varlığı tokenize etmek, sadece likiditesi düşük yeni bir piyasa yaratma anlamına gelecektir.

Bireysel yatırımcılar açısından, likiditesi ve talebi yüksek olan hisse senetleri, eurobondlar ve devlet tahvilleri gibi menkul kıymetlerin tokenize edilmesi, hisse varantları veya değiştirilebilir bonolar gibi görece düşük talebe sahip varlıkların tokenize edilmesinden daha fazla tercih edilmektedir (RWA, 2024).

2.2.2. Tokenizasyonda Yatırımcı Talebinin Önemi

Yatırımcı talebi, belirli bir menkul kıymete olan ilginin ve bu varlık için yapılan alımların toplamını ifade eder. Talep, ekonomik koşullar, sektör trendleri, şirket performansı ve genel piyasa duyarlılığı gibi birçok faktörden etkilenir. Özellikle, yatırımcıların belirli bir menkul kıymete olan ilgisini artıran olumlu haberler veya beklentiler, talebin artmasına neden olabilir. Örneğin, bir şirketin yeni bir ürün geliştirmesi veya olumlu mali raporlar açıklaması, yatırımcıların o şirketin hisse senedine olan ilgisini artırarak talebi yükseltebilir.

Menkul kıymet tokenizasyonunun piyasa likiditesi ile birlikte değerlendirilmesi gereken bir diğer önemli başlık ise yatırımcı talebidir. Eğer tokenize edilecek varlık veya varlık sınıfı, geleneksel piyasada fazla talep görmüyorsa, tokenize versiyonu da benzer şekilde düşük talep ile karşılaşabilir. Ancak bu durumda, geleneksel piyasadaki yatırımcı talebinin düşük olmasının sebebi, bu durumu tersine çevirebilir. Ürünün normal piyasalardaki yapısının karmaşık olması, giriş bariyeri bulunması ya da fazla teknik süreç içermesi gibi etkenler nedeniyle yatırımcı talebi düşükse, bu varlıkların tokenizasyonu bu zorlukları aşarak geleneksel piyasada olmayan bir yatırımcı talebini tokenize varlık üzerine sağlayabilir (McKinsey, 2024).

2.3. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyon Süreci

Tokenizasyon sürecinin başarısı, aşağıda belirtilen teknik ve operasyonel bileşenlerin doğru şekilde ele alınmasına bağlıdır.

2.3.1. Ağ Seçimi

Menkul kıymetlerin tokenlaştırılmasında en önemli süreçlerden bir tanesi doğru ağ yani dağıtık defter platformunun seçilmesidir. Günümüzdeki tokenizasyon projelerinin neredeyse tamamı blokzincir platformları kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Bu sebeple raporun bu bölümünde, sadece blokzincir teknolojisi ile sınırlı olacak şekilde bilgiler paylaşılmıştır.

Her yazılım projesinde olduğu gibi, tokenizasyon projeleri özelinde de gerçekleştirilmesi gereken faaliyetlerin başında sistem mühendisliği çalışmaları gelmektedir. Bu çalışmaların neticesinde, netleşen gereksinimler dikkate alınarak, en uygun platformun proje teknik lideri ve proje ekibiyle birlikte belirlenmesi gerekmektedir. Tokenizasyon projelerinde tercih edilebilecek blokzincir ağ sınıfları aşağıda paylaşılmıştır.

- **İzin Gerektiren (Permissioned) Ağlar:** Bu ağlar erişim hakkı verilen herkes tarafından izlenebilir, ancak işlemler sadece belirli izne sahip yazılım yürütücüler tarafından yapılabilir.
- **Özel (Private) Ağlar:** Ağdaki işlemler herkes tarafından izlenemez ve sadece belirli izne sahip yazılım yürütücüler tarafından gerçekleştirilebilir.
- **Açık (Public) Ağlar:** Her katılımcı, ağı izleyebilir ve gerekli şartları sağladıktan sonra herhangi bir otorite iznine ihtiyaç duymadan işlem yapabilir.

2.3.1.1. Özel ve İzin Gerektiren Ağlara Neden İhtiyaç Var?

Blokzincirlerin çoğunda işlemler ve cüzdanlar anonim olarak tanımlansa da bu durum aslında bir sözde anonimlik (pseudo-anonim) durumunu ifade etmektedir. Herhangi bir cüzdanda yapılan işlemler herkes tarafından izlenebilmekte ve incelenebilmektedir. Ancak etkileşime geçilen cüzdanın sahibi hakkında bir bilgiye sahipseniz, ilgili cüzdana dair bütün işlemleri, hareketleri takip edebilirsiniz. Bu blokzincirler her ne kadar anonim yapıya sahip olsalar bile, yine doğaları gereği sözde anonim olarak adlandırılabilir.

Tablo 1. Blokzincir Ağ Sınıfları Karşılaştırması (NFT.EU, 2024)

Özellik	Açık (Public) Ağlar	Özel (Private) Ağlar	İzin Gerektiren Ağlar
Erişim	Herkese açık	Sadece belirli katılımcılara açık	Seçici erişim sağlanır
Merkeziyet	Merkeziyetsiz	Merkezi	Kısmen merkezi, seçici kontrol
Güvenlik	Yüksek, geniş katılım	Yüksek, merkezi kontrol	Yüksek, kısmi merkeziyet
Şeffaflık	Yüksek	Sınırlı	Kısmen şeffaf
Kullanım Durumları	Genel	Kurumsal süreçler, tedarik zinciri yönetimi	Güvenlik ve şeffaflık arasında denge
Ölçeklenebilirlik	Düşük, ağ tıkanıklığı olabilir	Az katılımcı olduğu için yüksek	Katılımcı sayısına bağlı, Az katılımcı olduğu için yüksek
Avantajlar	Merkezi kontrol olmadan güvenlik ve şeffaflık	Gizlilik ve yüksek kontrol	Güvenlik ve şeffaflık arasında denge
Dezavantajlar	Ölçeklenebilirlik ve hız sorunları	Merkezi kontrol riskleri, katılıma kapalı olma, düşük entegrasyon	Merkeziyet problemi, düşük entegrasyon ve iletişim

Bu sebeple kurumsal uygulamalarda, önemli finansal veya kişisel bilgi ve verilerin gizliliği nedeniyle (KVKK & GDPR kapsamında) özel (private) ağlar tercih edilebilir. Ya da bir tedarik zinciri takip uygulamasını blokzincir üzerinde çalıştırmak istediğimizde, açık bir ağın yerine belirli bir amaca uygun minimum özelliklere sahip izin gerektiren (permissioned) bir ağ kullanılabilir. Örneğin, bir dağıtım zinciri firması sadece taşıyıcılar arasındaki işlem onaylarını değiştirilemez şekilde kaydetmek isteyebilir ve bunun için açık ağlardaki kritik güvenliğe veya yüksek işlem ücreti ücretlerine ihtiyaç duymayabilir.

2.3.1.2. Ağların Temel Yeterlilikleri

Tokenizasyon projesi için uygun blokzincir ağının seçimi büyük önem taşır. Bu seçim, varlıkların güvenliğini, birlikte çalışabilirliğini ve projenin başarısını doğrudan etkiler. Bu doğrultuda blokzincirler birden fazla alt başlıkta değerlendirilmektedir.

• **İşlem Ücretleri ve Hız:** Blokzincir üzerinde yapılan her işlemin bir maliyeti vardır; dolayısıyla tokenizasyon ve token dağıtımı açısından bu maliyetlerin dikkate alınması gerekir.

İşlem maliyeti blokzincirin yapısı, mimarisi ve dağıtıklığına göre farklılık gösterebilmektedir. Yine aynı şekilde işlem hızı da blokzincirin mimarisine göre farklılık göstermektedir. Ancak bu noktada ağlar üzerine inşa edilebilecek katman-2 ve katman-3 çözümler ile alt katmanlar ile birlikte ana zincirin saniye başına işlem sayısını artırmak mümkündür. Coingecko'nun Mayıs 2024 tarihinde yayınladığı en yüksek değer kilitli 25 ana blokzincirlerin saniye başına işlem (TPS) sayısı analizine göre ilk 10 sıra Tablo 2'de paylaşılmıştır (The Fastest Blockchain, 2024);

Tablo 2. Blokzincir Performans Karşılaştırması

Sıra	Blokzincir	Saniye Başına İşlem (TPS)
1	Solana	1.053,65
2	Sui	854,05
3	BSC	378,27
4	Polygon	190,39
5	TON	175,46
6	Tron	159,61
7	Near	117,84
8	Avalanche	89,16
9	Cronos	72,16
10	Gnosis	65,57

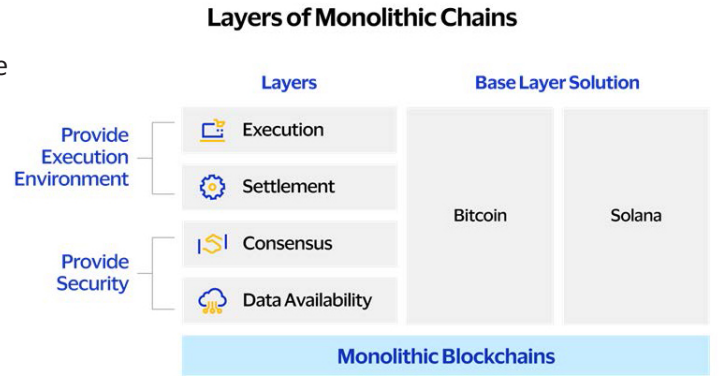
• **Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability):** Seçilen ağın diğer blokzincir ağlarıyla entegre olabilmesi, tokenlerin yaygın kullanımı açısından kritik öneme sahiptir. Örneğin, Polygon ağı, Ethereum'un ölçeklenebilirlik sorunlarına çözüm sunarak tercih edilen bir seçenek olmuştur. Ayrıca, EVM uyumlu ağlar arasında geçiş yapma kolaylığı, kullanıcı cüzdanları ve token adreslerinin aynı kalması gibi avantajlar sunmaktadır. Bu kapsamda tokenize edilmiş varlıkların farklı blokzincir ortamları arasında hareket edebilmesi, daha geniş bir likidite havuzuna sahip olması ve daha fazla kullanıcıya erişiminin olması da önemli bir faktördür. (CryptoRubic, 2024)

• **Ağlar Arası Köprüler:** Tokenlerin bir ağdan diğerine geçişini sağlayan köprüler, projenin genişleme potansiyelini artırır. Bu köprüler, veri güvenliği ve hızlı aktarım açısından önemlidir, ancak köprülerin güvenlik açıkları büyük riskler doğurabilir. (Kaur, G, 2024a)

• **Borsa Entegrasyonları:** Tokenize edilen varlıkların likiditesini sağlamak için kripto varlık hizmet sağlayıcılarıyla (KVHS) entegrasyon önemlidir. Bu KVHS'lerin standartları ve blokzincir ağları, tokenizasyon sürecinin başarılı olup olmayacağını etkileyebilir.

• **Ölçeklenebilirlik:** Blokzincir ağların hala bir teknolojik zorludur ve küresel finansal piyasaların ölçeği için gereken önemli işleme kapasitesi göz önüne alındığında, menkul kıymet tokenizasyonu için de oldukça önemlidir. Finansal piyasalarda işlem eşleştirmesi için merkezi yapılar kullanılırken, saniyede on binlerce işlem yapabilme yetisine sahiptir. Ancak günümüz merkeziyetsiz blokzincirler ise merkezi yapılarda sunulan anlık işlem hızının yanında görece düşük kalabilmektedir. (Wikipedia contributors. n.d.)

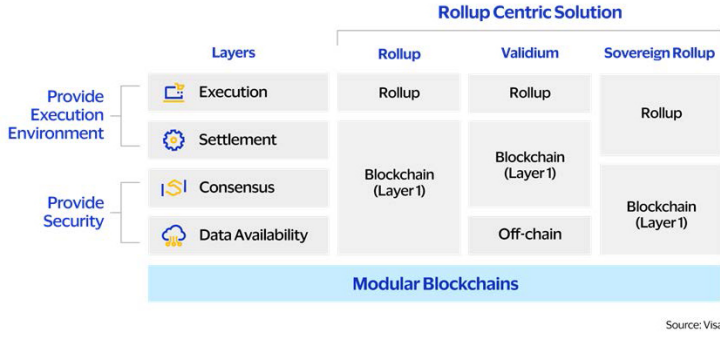
• **Blokzincir Mimarisi:** Blokzincirlerin teknolojik değerlendirilmesi yapılırken dikkat edilmesi gereken bir diğer konu blokzincirlerin monolitik ya da modüler yapılarıdır. Bir tokenizasyon projesinde uygun blokzincir mimarisini seçmek, monolitik ve modüler tasarımlar arasında titiz bir değerlendirme yapılmasını gerektirir (Visa - Monolithic vs. modular blockchain, 2023). Bitcoin ve benzeri monolitik blokzincirler, kötü niyetli aktörlerin sistemi bozmasını önlemeye yardımcı olan sağlam güvenlik ve merkeziyetsizlik gibi belirli avantajlar sunar.



Source: Visa

Modüler blokzincirler, ölçeklenebilmek için özel olarak tasarlanmıştır ve maliyet etkin ve hızlı işlemler gerektiren eşler arası (P2P) ödeme uygulamaları için özellikle uygun yapıya sahiptirler (Visa - Monolithic vs. modular blockchain, 2023). Modüler blokzincirlerin bazıları Vitalik'in trilemması'nın bir yönünde ödün verirken, diğerleri ölçeklenebilirlik için bir temel katman üzerine inşa edilen çeşitli ölçeklenme yaklaşımları mevcuttur.

Layers of Modular Chains



2.3.1.3. Ağ Katmanları ve Ölçeklenebilirlik Çözümleri

2015 yılında Vitalik Buterin ve diğer geliştiriciler tarafından merkeziyetsiz uygulamalar ve akıllı sözleşmeler oluşturmak amacıyla geliştirilen Ethereum blokzincirinin ana amacı, blokzincir teknolojisini kullanarak herkesin güvenilir ve güvenli bir şekilde programlar geliştirebileceği bir platform oluşturmak olarak tanımlanmıştır. Bir dünya bilgisayarı olarak Ethereum, uzun süredir ölçeklenebilirlik problemlerine çözümler getirmek için çalışmalar yapmaktadır. Uzun vadeli plan, Ethereum'u sıfır bilgi ispatı (zero knowledge proof, ZK) çözümleriyle geliştirmek olup, Vitalik Buterin 2020'den beri rollup merkezli bir yol haritası önermektedir. Bu sayede, Ethereum ile doğrudan etkileşim halindeki katman-2 çözümler, Ethereum'un performansını artırırken, Ethereum güvenliğinde kendi zincirleri üzerinde daha ucuz ve hızlı bir ekosistem yaratabileceklerdir (Buterin, 2020).

Bu doğrultuda katman-2 (layer-2) hatta katman-3 (layer-3) çözümleri menkul kıymet tokenizasyonu tarafında önemli bir ağ faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Katman-2 çözümleri, blokzincir ağlarının ölçeklenebilirliğini ve verimliliğini artırır. Katman-1 üzerindeki hesaplama yükünü katman-2'ye kaydırarak, işlem maliyetlerini düşürür ve hızı artırır. Bu sayede ucuz ve hızlı işlem gereksinimine sahip olan tokenizasyon projeleri ana katman blokzincirlerden ziyade alt katman blokzincirleri tercih ederek stratejilerine daha uygun ağ seçiminde bulunabilirler.

Mevcut katman-1 projelerine örnek vermek gerekirse Bitcoin, Ethereum, Mina ve Avalanche bu alanda önde gelen projelerdendir. Ekosistemde popüler ve Ethereum üzerinde çalışan katman-2 projelerine ise Arbitrum, Base, Optimism, Scroll, Starknet ve zkSync örnek olarak gösterilebilir (Starknet, n.d.; Ethereum.org, n.d.).

Katman-2 çözümlerine paralel olarak katman-3 çözümleri de tokenizasyon projeleri ve kurumsal/finansal uygulamalar için ön plana çıkmaktadır. Katman-3'ler genellikle katman-2 çözümleri üzerine kurulan ağlardır. Kullanım amacı kurumsal ve finansal uygulamalar veya oyun gibi yüksek işlem sayısına ihtiyaç olan sektörler olarak sıralanabilir. Katman-3 çözümler ayrıca özel (private) veya izin gerektiren (permissioned) bir ağ yapısında kurgulanabilmektedir (Kaur, 2024b).

2.3.1.4. Ağ Güvenliği ve Gizliliği

Blokzincir ağlarında tokenizasyon projesi sürecinde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli ölçüt seçilecek ağın güvenliği ve gizlilik kapasitesidir. İş ispatı (Proof of Work- PoW) ve Hisse ispatı (Proof of Stake- PoS) mekanizmalarında sistemin güvenliği farklı dinamikler üzerinden sağlanmaktadır. İş ispatı ile çalışan ağlarda güvenlik madenci sayısı ve madencinin işlem gücü ile orantılıdır. Günümüzde iş ispatı sistemleri, hisse ispatı sistemlere göre daha yavaş ve yüksek ücret ile çalıştıkları için tokenizasyon için yeterli uygunluğa sahip olmayabilirler.

Hisse ispatı ile çalışan ağlarda, ağın güvenliği ağ üzerine kilitlenen ağın yerel para birimi cinsi ile sağlanmaktadır. Örneğin Ethereum 2.0 ile birlikte gelen PoS sistemi sayesinde, ağın ekonomik güvenliği, hissedarların kilitledikleri Ethereum miktarlarıyla sağlanmaktadır.

Güncel olarak Ethereum ağında 1.000.000'nun üzerinde validator bulunmakta ve yaklaşık 34 milyondan fazla ETH kilitlemiş durumdadır. Bu da toplam Ethereum arzının yaklaşık %28'ine denk gelmektedir (Beaconchain, 2024).

Blokzincir üzerinde gizlilik, verilerin ve işlemlerin kullanıcı tarafından kontrol edilebilecek şekilde şifrelenmesi ve anonim hale getirilmesi anlamına gelir. Çoğu blokzincir ağı, işlemleri anonim olarak tanımlasa da, bu durum aslında sözde anonimlik olarak bilinir. Yani her cüzdan adresi herkese açık olarak izlenebilir ve belirli bir cüzdan sahibinin kimliği biliniyorsa, bu kişinin yaptığı tüm işlemler de takip edilebilir. Bu nedenle, tam bir anonimlik sağlanamaz ve gizlilik konusunda çeşitli zorluklar oluşur.

Zero-Knowledge (zk) çözümleri genellikle gizliliği artırmak için kullanılacak güçlü yöntemler olarak düşünülse de, şu anda bu çözümler daha çok hız ve ölçeklendirme amacıyla kullanılmaktadır.

2.3.2. Tokenizasyon Platformu ve Yardımcı Çözümler

2.3.2.1. Veri Eşleme Yöntemi

Tokenizasyon sürecinde fiziksel veya dijital varlıkların dijital temsillerinin doğru şekilde blokzincir üzerine aktarılması gerekir. Yanlış veya eksik veri girilmesine karşılık önlemler alınması önem arz eder. Ayrıca, kamuya açık blokzincirlerde hassas bilgilerin saklanması kişisel verilerin korunmasına ilişkin mevzuatlarla uyumsuzluk yaratabilir. Bunun için de çözümler geliştirilebilir.

2.3.2.2. Tokenizasyon motorları

Tokenizasyon sürecinde kullanılan altyapı ve yazılımlar, varlıkların dijital olarak daha kolay yönetilmesini sağlar. Bu motorlar, ölçeklenebilirlik ve güvenlik açısından uygun çözümler sunarak tokenizasyonun başarısını güvence altına alır.

2.3.2.3. Politika Motorları ve Orkestrasyon

Tokenizasyon motorlarıyla entegre çalışan veya iletişim halinde çalışabilen Policy Engineler tokenizasyon sürecinde belirli düzenlemelere uyum sağlanması ve süreçlerin yönetilmesi için kullanılır. Bu yazılımlar, varlıkların belirli kurallara uygun şekilde yönetilmesini sağlar ve özellikle büyük projelerde alt birimlerin yetkilendirilmesi ve denetlenmesi için kritik rol oynar. Örneğin tokenize edilmiş bir kilo altının hangi şubedeki ve çalışanlardaki imza (izin) akışı ile hareket edebileceğinin tasarlanmasına imkan verir. Böylelikle proje yöneticileri teknolojik bariyerlere takılmadan kolaylıkla iş akışlarına uygun olarak varlık yönetimini yapabilirler. Orkestrasyon katmanı, tüm işlemlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanır, bu da operasyonel verimliliği artırır ve olası hataların hızlıca tespit edilmesini sağlar (Ripple, 2024).

2.3.2.4. Oracle'lar ve Dış Dünya ile İletişim

Oracle'lar, blokzincir dışındaki verileri güvenli bir şekilde blokzincire ileten sistemlerdir. Örneğin, oracle'lar dış piyasalardaki petrol fiyatı veya diğer blokzincir ağlarındaki token fiyatı gibi bilgileri blokzincire taşır. Ayrıca, ZK teknolojileri ile çalışan ve oyun teorisi yerine matematiksel güvence sunan zk-Oracle'lar da geliştirilmeye başlanmıştır. (Carter, 2023)

2.3.3. Teknolojik Denetim

Web3'te yapılan hataların telafisi genellikle daha masraflı, zor ve çoğu zaman geri döndürülemezdir. Bu nedenle, akıllı kontratlar (token kontratları vb.) ana ağa çıkmadan önce mutlaka üçüncü parti bir teknolojik denetim şirketi tarafından denetlenmelidir. Denetimden geçmiş projeler, yatırımcıların güvenini kazanır.

Akıllı kontratların ve yazılım kodlarının güvenlik açıklarını tespit etmek için gerçekleştirilen teknik denetimler, olası riskleri minimize eder. Finansal ve teknik denetimlerin birlikte yapılması, teknik açıkların finansal riske dönüşmesini engelleyerek sistemin güvenliğini artırır.(Ethereum Foundation, 2025)

2.3.4. Tokenların Dağıtılması

Dijital varlıkların oluşturulması aşaması sonrası ilgili varlıkların yatırımcılarla buluşturulması gerekmektedir.

Bu da genellikle bir **Initial Coin Offering (ICO)**, **Initial Exchange Offering (IEO)** veya **Security Token Offering (STO)** süreciyle gerçekleşir. Bu süreçler projelerin fon toplamak için kullandığı yöntemlerdir, her biri kendine özgü özellik ve avantajlar barındırırlar. **Security Token Offering (STO)**, diğer para arzlarından farklı olarak, yatırımcılara menkul kıymet niteliği taşıyan dijital varlıklar sunar ve bu varlıklar genellikle gerçek dünya varlıkları ya da şirket hisseleri gibi güvence altına alınır. STO'yu diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik, finansal düzenleyicilerin gözetimi altında gerçekleşmesi ve yasal uyumluluk gerekliliklerine tabi olmasıdır.

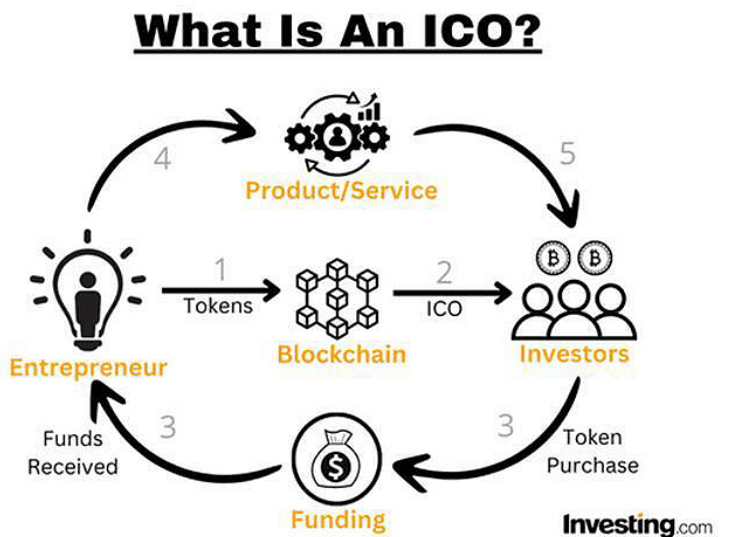
2.3.4.1. Tokenların Dağıtılmasına İlişkin Farklı Süreçler

Tokenların dağıtılması süreçlerinin ayrıntılı olarak ele alınması yararlı olacaktır.

İlk Dijital Para Arzı-Initial Coin Offering (ICO), bir kripto para projesinin fonlanması amacıyla dijital tokenların halka sunulma yöntemlerinden en sık tercih edilenidir, özellikle 2017-2018 yılları itibariyle iyice popüler hale gelmiştir.

İlk Borsa Arzı-Initial Exchange Offering (IEO) ve İlk DEX Arzı-Initial DEX Offering (IDO) ise, ICO'nun bir alternatifi olarak ortaya çıkmış ve kripto para projelerinin hem merkezi hem de merkezi olmayan borsalar aracılığıyla fon toplamasına hedefleyen bir diğer yöntemlerdir. Bu iki model de ilk dijital para arzı - (ICO) sürecini daha güvenli ve kullanıcı dostu hale getirmeyi hedeflemiştir. IEO ve IDO'da kripto para satışı, proje sahipleri yerine borsalar tarafından gerçekleştirilmektedir ve aynı şekilde borsaların sunduğu güvenlik ve itibardan yararlanarak yatırımcıların ilgisini çekmektedir.

ICO sürecinde, proje sahipleri proje hakkında tüm detayları içeren bir "whitepaper" (beyaz bülten/izahname) yayınlar. Bu belgede projenin amacı, teknolojisi, ekibi, token ekonomisi (tokenomics), yol haritası gibi bilgiler yer alır. Sonrasında proje sahipleri geliştirdikleri kripto paraları kendi platformları üzerinde halka sunarak belirlenen süre zarfı içerisinde yatırımcıların ilgili dijital varlıkları satın almasına imkan sağlar. Dijital para arz süreci tamamlandığında ise dijital varlıklar yatırımcıların şahsi dijital cüzdanlarına gönderilir. Bu aşama sonrası ilgili kripto paralar merkezi & merkeziyetsiz borsalar üzerinden işlem görmeye başlar ve yatırımcılar çeşitli platformlar üzerinden alım ve satım gerçekleştirebilirler.



IEO ve IDO süreçlerinde, proje sahipleri önce bir borsa ile anlaşır ve kripto para satışını bu platform üzerinden gerçekleştirir. Borsa, projeyi kendi standartlarına göre inceleyip uygun gördükten sonra kripto paraları satışa sunar. Yatırımcılar ise borsanın altyapısını kullanarak dijital varlıkları satın alır ve bu süreçte borsanın güvenlik önlemlerinden faydalanır. Para arzı süreci tamamlandığında, dijital varlıklar doğrudan yatırımcıların borsadaki hesaplarına aktarılır ve ilgili varlıkların borsada işlem görmeye başlaması sağlanır.

Menkul Kıymet Token Arzı-Security Token Offering (STO) ise geleneksel menkul kıymetlerin dijital tokenlara dönüştürülmesi ve bu tokenların halka sunulmasıdır. STO'lar, gayrimenkul, hisse senedi, tahvil gibi fiziksel varlıkların dijitalleştirilmiş temsilcileridir ve sahiplerine belirli yasal haklar tanımlanmasını sağlar.

Proje sahipleri, yerel ve uluslararası menkul kıymet yasalarına uyum sağlamak zorundadır. Gerekli sertifikasyon ve yasal izinlere ilişkin aşamaların titizlikle yürütülmesi gerekmektedir.

STO süreçlerinde bahsi geçen yasal izin aşamalarının tamamlanması için dikkat edilmesi gereken bazı kritik noktalar mevcuttur. Öncelikle ilgili **dijital menkul kıymet varlığının** fonksiyonun nasıl yapılandırılacağı netleştirilmesi ve bu dijital varlıkların sahiplerine ne tür haklar vereceği karşılaştırılmalıdır. Bunlar bir finansal getiri ya da yasal bazı haklar (sahiplik, oy hakkı vb.) olabilir. Örnek olarak bir dijital varlık fonu yatırımcılarına doğrudan ABD doları bazlı bir getiri fırsatı sunarken, bir **dijital gayrimenkul varlığı** yatırımcılarına sahiplik veya kısmi sahiplik gibi yasal olanaklarda sağlamaktadır.



Diğer para arzı süreçlerine kıyasla en büyük farkları, dijital varlıkların halka arz edilmesinden önce düzenleyici kurumlar tarafından sıkı bir şekilde denetlenmesidir.

Yukarıda belirtilen yapılandırmaya ilaveten, alınan izin ve yasal çerçeveler doğrultusunda **dijital menkul kıymetlere** yatırım yapacak yatırımcıların akreditasyonun yapılması gerekmektedir.

Diğer para arzı yöntemlerin aksine, **dijital menkul kıymetlere** yatırım yapabilecek yatırımcılar üzerinde yasal kısıtlamalar mevcuttur. Her yatırımcının uygun olup olmadığını doğrulamak için finansal evraklara ve **KYC** süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece akredite edilmiş yatırımcılar belirlenen platformlar üzerinde işlem gerçekleştirilebilmektedir.

İlgili süreçlerin tamamlanmasıyla belirlenen platformlar aracılığıyla dijital menkul kıymet varlıkları arz edilir. Ancak platformlar, düzenleyici otoriteler tarafından yetkilendirilmiş ve denetlenmiş borsalar olmak zorundadır. Bu aşamada yatırımcıların dijital varlıklarını saklayabilecekleri güvenli cüzdan altyapısında sağlanması gerekir. **Token Oluşturma Etkinliği (TGE)** süreci tamamlanması sonrasında dijital menkul kıymet varlıkları yatırımcıların platform üzerinde sahip oldukları cüzdanlarına iletilir. Bu sürecin sonlanmasıyla, dijital varlıklar belirlenen yasal borsalar ve kurumlar üzerinde işleme açılır.

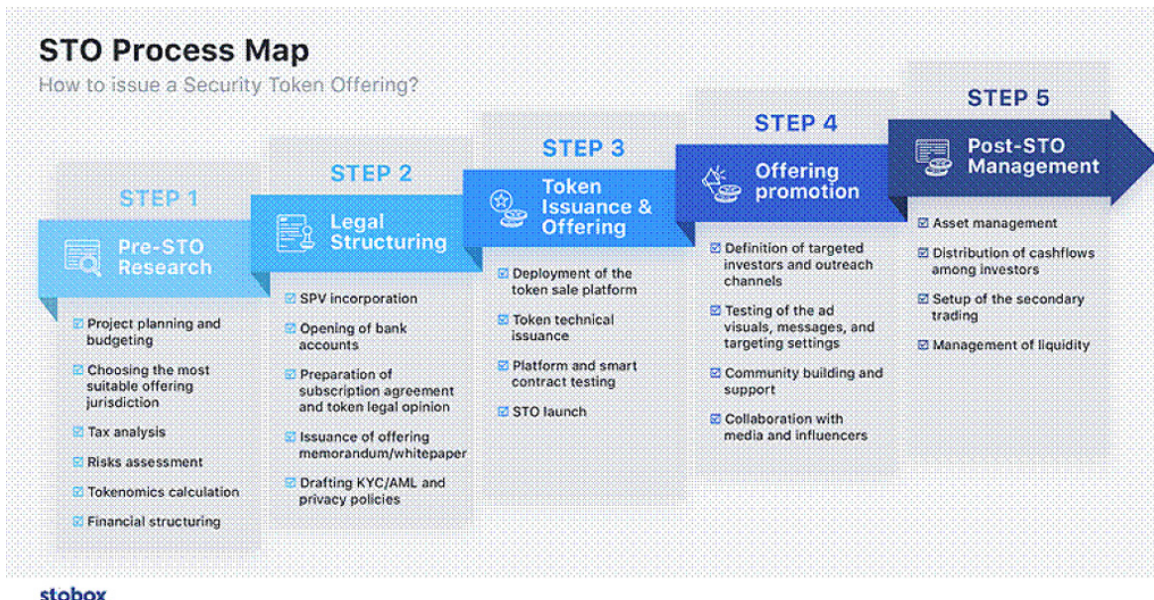
2.3.4.2 Farklı Token Dağıtım Süreçlerine İlişkin Avantaj ve Dezavantajlar

ICO geleneksel halka arz yöntemlerine kıyasla proje sahiplerinin hızlı bir şekilde büyük miktarda sermaye toplanmasına olanak sağlamaktadır.

Dijital para arzı dünya çapındaki bireysel yatırımcılara açık olduğundan geniş bir kitleye hitap etmektedir. Öte yandan, bu süreçler genellikle düzenleyici denetimlerden yoksundur, bu da yatırımcılar için risk oluşturabilir. Birçok projede dijital para arzı süreçleri sonrasında yatırımcıların dolandırıldığı vakalar ile karşılaşılabilir.

IEO ve IDO'nun en büyük avantajı ise borsanın süreci yönetmesi nedeniyle yatırımcılar açısından daha güvenli ve düzenli bir ortam sunmasıdır. Ayrıca, borsanın kendi kullanıcı tabanını kullanarak projeye daha geniş bir kitleye ulaşma imkânı sağlaması önemli bir artıdır. Ancak, borsa platformlarına bağlı kalınması ve borsaların belirlediği kriterlerin karşılanması zorunluluğu, proje sahipleri için sınırlayıcı olabilir. Buna ek olarak, her ne kadar daha güvenli olsa da **IEO ve IDO** süreçlerinde de dolandırıcılık riskleri tamamen ortadan kalkmaz. IEO, daha güvenli ve kullanıcı dostu bir seçenek sunarken, **IDO** merkeziyetsizliği ve düşük maliyetiyle ön plana çıkan bir süreçtir.

En başarılı örneklerinden biri olarak gösterilen, Ethereum'un **ilk dijital para arzı** süreci 2014 yılı içerisinde gerçekleşerek kripto dünyasında dönüm noktalarından biri olarak tarihe geçti.



Ethereum başına 0.31 USD değerinden piyasaya arz edilmiştir. IEO yöntemi ile fonlanan **BitTorrent Token** ise 2019 yılında dakikalar içinde milyonlarca dolarlık yatırım olarak büyük ilgi görmüştür.

STO'ların düzenleyici kurumlar tarafından denetlendiği varlıklara kısmi bir güvence verilebildiği için yatırımcılar için daha güvenlidir. Aynı şekilde, güvence altında olan bu varlıklar yatırımcılara oy hakkı, kâr payı ve sahiplik gibi hakları yasal olarak sunar. Ancak uyum gereksinimlerinden ötürü işlemlerin daha yavaş ve maliyetli olması yanı sıra bu tokenlar, belirli platformlarda işlem görürler, bu da sınırlı bir likidite sağlamaktadır. Yine yasal uyum gereksinimleri doğrultusunda yalnızca, belirli ülkelerdeki yatırımcıların menkul kıymet varlıkların arzlarına katılabilmektedir.

Mart 2024'te BlackRock, Ethereum blok zincirinde ihraç edilen tokenizasyon fonu olan BlackRock USD Kurumsal **Dijital Likidite Fonu'nu (BUIDL)** piyasaya sürdüğünü duyurdu. Bu fon, kripto ve blokzinciri teknolojisiyle geleneksel finansı birleştirerek yatırımcılara ABD doları bazlı getiri fırsatları sunmaktadır. Eylül 2024 i[8] [9] itibarıyla, fonun toplam değeri 500 milyon USD'nin üzerine çıkarak hızla büyüdü ve kurumsal yatırımcılar arasında giderek daha fazla popüler olmakta. Fonun başarısı, blok zinciri teknolojisinin finansal varlıkların tokenizasyonunda ne kadar etkili olduğunu gösterirken, aynı zamanda dijital varlık yönetiminin güvenli ve düzenlemelere uygun bir şekilde yapılabileceğini kanıtıyor. BlackRock'un bu hamlesi, özellikle kurumsal yatırımcılar için daha şeffaf, likit ve güvenli yatırım fırsatları sunan **STO**'ların gelecekte daha da önem kazanacağına işaret ediyor.

2.3.5. Tokenların Saklanması

Tokenların saklanması tercih edilen üç ana yöntem vardır. Bunlardan ilki, kullanıcıların özel anahtarlarını kendilerinin sakladığı ve yönettiği **bireysel saklamadır (self custody)**.

İkincisi, kullanıcıların varlıkları üzerinde belirli bir kontrolü korurken, ek güvenlik için üçüncü tarafları sürece dahil ettiği **kısmi saklamadır (partial custody)**. Sonuncusu ise kullanıcıların dijital varlıklarını tamamen üçüncü taraf bir sağlayıcıya emanet ettiği **tam saklamadır (full custody, third party custody)**.

Tam saklama genellikle kurumsal kullanıcılar için uygundur ve profesyonel güvenlik sağlamaktadır. Kullanıcılar, varlıklarının güvenliğini sağlayıcıya devrederken, işlemler sağlayıcı tarafından, kullanıcıdan gelen talimatlar doğrultusunda yönetilir. Avantajları arasında kullanıcıların teknik detaylarla uğraşmadan profesyonel yönetim alması ve güvenli yedekleme süreçleri yer alırken, dezavantajları arasında ise kullanıcıların varlıklarını üçüncü bir tarafa emanet etmeleri ve sağlayıcının güvenilirliğine bağlı olmaları gösterilebilir.

Saklama çözümleri olarak genellikle sıcak (hot), soğuk (cold) ve ılık cüzdanlar ön plana çıkmaktadır. Sıcak cüzdanlar internet bağlantılı olup hızlı erişim sağlarken, soğuk cüzdanlar çevrimdışı tutulur ve daha yüksek güvenlik sunar. Ilık cüzdanlar ise hem internet bağlantısına sahip hem de çevrimdışı özelliklere sahiptirler. Bu cüzdan çözümlerine ek olarak güvenliği artıran bazı saklama teknikleri de bulunmaktadır: Çoklu imza (multi-signature) çözümleri, birden fazla tarafın onayını gerektirerek güvenliği artırmaktadır. Ayrıca, MPC (Multi-Party Computation) teknolojisi, özel anahtarların bölünerek farklı taraflarda saklanmasını sağlayarak tek bir noktadan gelebilecek riskleri minimize etmektedir.

Custody hizmetleri ayrıca sigorta, erişim kontrolü, izleme ve yedekleme gibi ek güvenlik önlemleri sunarak kurumsal yatırımcıların güvenli bir şekilde varlık yönetimi yapmalarına olanak tanımaktadır.

3. MENKUL KIYMETLERİN TOKENİZASYONUNA DAİR UYGULAMA PROJELERİ

Menkul kıymetlerin tokenizasyonu, finans piyasalarında giderek daha fazla ilgi görmektedir. OECD'nin 2025 yılı raporuna göre, bu teknolojiler henüz erken aşamada olmasına rağmen, piyasa katılımcıları son dönemde otomasyon ve aracısız işlemlerle sağlanan verimlilik artışı, şeffaflık, düşük likiditeye sahip varlıkların alım-satım potansiyelinin iyileştirilmesi, daha kısa değişim süreçleri ve daha hızlı mutabakat mekanizmaları gibi teorik avantajlar nedeniyle tokenizasyon uygulamalarına yeniden ilgi göstermektedir. Ancak, bu ilginin artmasına rağmen, DLT tabanlı finansal uygulamalarının ve tokenizasyonun benimsenme oranının halen sınırlı olduğuna da dikkat edilmelidir. OECD raporunda, piyasadaki tokenizasyon projelerinin büyük çoğunluğunun pilot aşamada olduğu ve bu alandaki mevcut ekosistemin parçalı ve sınırlı likiditeye sahip platformlardan oluştuğu belirtilmektedir. Bugüne kadar tam anlamıyla ölçeklenmiş ve büyük hacimli canlı projelerin sayısının oldukça az olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, dünya genelindeki çeşitli pilot projeler, menkul kıymet tokenizasyonunun potansiyelini ve uygulama alanlarını daha iyi anlamak açısından önemli örnekler sunmaktadır.

Raporun bu bölümünde menkul kıymetlerin tokenizasyonuna ilişkin dünyadaki örneklerle yer verilmektedir. Her bir proje açısından önce bir genel proje tanımı yapıldıktan sonra, projenin uygulama aşamalarına dair bilgiler verilmiş ve ortaya çıkan proje çıktılarının neler olduğu analiz edilmiştir.

3.1. European Investment Bank, Dijital Tahvil İhracı (Project Venus)

Avrupa Yatırım Bankası (EIB), Project Venus ile ilk defa euro cinsinden dijital tahvili özel bir blok zincir üzerinde çıkarmıştır. Proje ile 100 milyon EURO tutarında bir dijital tahvil ihracının yasal, teknik ve operasyonel uygulanabilirliğini başarıyla göstermiştir. (EIB, 2022)

3.1.1. Proje Tanımı

Avrupa Yatırım Bankası (EIB), Project Venus ile klasik finansmanın tahvil ihracı alanını dijitalleştirmiştir. Bu proje, özellikle dağıtılmış defter teknolojileri (DLT) ve merkez bankası dijital para birimi (CBDC) kullanarak, tahvil ihraç süreçlerini modernize etmeyi amaçlamaktadır. Project Venus Avrupa Yatırım Bankasının ilk dijital tahvil ihracı değildir, 2021 yılında aynı proje paydaşları ile birlikte yine 100 Milyon Euro tutarında olmak üzere 2 yıl vadeli bir dijital tahvil ihracı yapılmıştır. Project Venüs gerek blockchain kullanımı gerekse işlem süreleri olarak diğer projeye göre farklılıklar göstermektedir.

3.1.2. Proje Uygulaması

Proje kapsamında dijital tahvil ihraç süreci Goldman Sachs, Santander ve Soci t  G n rale gibi bankalar tarafından yönetilerek ve Ethereum ağı üzerinde özel bir blockchain yapısı üzerinde kaydedilmiş ve tasfiye edilmiştir.

Proje, iki farklı DLT'nin entegrasyonuna dayanmaktadır: Menkul Kıymetler DLT'si ve Nakit DLT'si. Goldman Sachs tarafından işletilen Menkul Kıymetler DLT'si, dijital tahvillerin ihraç ve kaydını sağlarken, Banque de France ve Lüksemburg Merkez Bankası tarafından geliştirilen Nakit DLT'si, işlemlerin CBDC ile yerleşimini sağlamıştır.

İki DLT arasındaki birlikte çalışabilirlik, Hashed Timelock Contract (HTLC) mekanizması aracılığıyla sağlanmıştır. Bu mekanizma, atomik (anlık) aktarımları mümkün kılarak her iki DLT'deki işlemlerin aynı anda tamamlanmasını sağlamıştır. Bu, geleneksel yerleşim döngülerine göre önemli bir verimlilik artışı sağlamıştır. Geleneksel yöntemlerdeki 2 ila 5 günlük tasfiye sürelerine kıyasla büyük bir hız ve verimlilik sağlanmıştır.

Tahvil ihrac akışında ihrac tarihinden bir gün önce geleneksel piyasa katılımcılarından zincir dışı (off-chain) olarak tahvil talepleri toplanmıştır. Ödeme bankaları (GSBE ve SG), ihrac/yerleşim tarihinden bir gün önce tahvillerin toplam nominal değerine eşit 100 milyon EUR'luk bir tutar ile Banque de France ve Banque Centrale de Luxembourg'a ait ortak bir emanet hesabını fonlamıştır.

İhrac tarihinde, geleneksel piyasa ihracılarından farklı olarak, birkaç süreç gerçekleşmiştir. Bu süreçler CBDC ihracı ile başlamıştır. Bir gün önce talimatı verilen likidite transferi merkez bankası emanet hesabına aktarılmıştır. Merkez bankaları, eşdeğer miktarda CBDC tokeni basmış ve bunları ödeme bankalarının cüzdanlarına, merkez bankalarının nakit DLT platformuna yatırmıştır. Böylece basılan CBDC tokenlerinin miktarı, merkez bankası emanet hesabına yatırılan merkez bankası parası ile 1'e 1 oranda desteklenmiştir.

Yatırımcılara dağıtım ile ilgili olarak, lider banka, talep toplama sürecinde yakalanan birincil piyasa tahsislerine dayanarak dijital tahvilleri dağıtmıştır. Bu süreç, yatırımcılar açısından zincirler arası güvenli HTLC DvP protokolü ile yatırımcıların ödeme bankalarındaki alt cüzdanlarına aktarılmıştır. Bu mekanizma, atomik (anlık) aktarımlar mümkün kılarak her iki DLT'deki işlemlerin aynı anda tamamlanmasını sağlamıştır.

Bu, geleneksel yerleşim döngülerine göre önemli bir verimlilik artışı sağlamıştır. (Banque de France, 2024)

3.1.3. Proje Çıktıları

Dağıtık Defter Teknolojileri (DLT'ler), sermaye piyasalarında ticaret sonrası süreçleri sadeleştirebilecek potansiyel bir teknolojik çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

DLT'ler, finans sektörü için geniş bir yelpazede faydalar sunmaktadır. Ağın doğası gereği dağıtık yapısı, veri izlenebilirliği ve değiştirilemezliği, değer zincirini sadeleştirme, maliyetleri düşürme ve ticaret sonrası riskleri azaltma potansiyeline sahiptir. Avrupa Yatırım Bankası (EIB), ihracçı olarak, dijital varlık yolculuğuna, Nisan 2021'den bu yana, farklı pazarlar ve teknik yapılandırmalar kullanarak daha fazla dijital tahvil ihracını araştırmış ve gerçekleştirmiştir.

Bu süreçte T0 yerleşim döngüsü ile dijital tahvil ihrac sürecini hızlandırmıştır. Bu, işlemlerin anında gerçekleşmesini sağlayarak karşı taraf risklerini azaltmış ve finansal işlemlerde likiditeyi artırmıştır.

Dijital tahvil ihracı, Lüksemburg Dematerialised Securities Act 2013 ve MIFID II düzenlemelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu durum, yasal netlik ve yatırımcı korumasını sağlamıştır. Merkez bankası parasına erişimi olmayan kuruluşlarla etkileşimleri kolaylaştıracak teknik çözümler geliştirilerek, daha geniş katılımlı süreçlerin önü açılmıştır.

Bu unsurların birleşimi, Proje Venus'un teknik ve operasyonel başarılarını sağlamış ve dijital varlık aktarımlarında yenilikçi bir yaklaşım sunmuştur. (Banque de France, 2024; Kangkan Halder, 2024)

3.2. JPMorgan Onyx - Repo Platformu

JP Morgan tarafından geliştirilen Onyx Repo Platformu, Ethereum ağının kapalı bir versiyonu üzerinde tokenize edilmiş ABD Hazine Tahvilleri ve JPM Coin (JP Morgan'ın tarafından ihraç edilen, 1 ABD dolarına sabitlenmiş bir stablecoin) kullanarak, akıllı kontratlar aracılığıyla anında ve otomatik mahsuplaşma sağlayan, blokzincirin hız ve şeffaflık avantajlarını finansal işlemler için sunan bir platformdur (JPMorgan, 2024).

3.2.1. Proje Tanımı

JPMorgan'ın geliştirdiği Onyx platformu, repo işlemlerini Ethereum tabanlı kapalı bir blokzincir üzerinde gerçekleştirmektedir. Platform, işlem sürelerini saatlerden saniyelere indirerek geleneksel repo işlemlerinde karşılaşılan operasyonel gecikmeleri ortadan kaldırmaktadır. Goldman Sachs ve JPMorgan Chase gibi önde gelen finans kuruluşları, blokzincir teknolojisinin sağladığı hız ve şeffaflık avantajlarından faydalanmaktadır. BNY Mellon ise teminatların güvenli bir şekilde saklanmasını sağlamaktadır. Platform, finansal kuruluşların farklı altyapı gereksinimlerini ve manuel süreçlerden kaynaklanan gecikmeleri ortadan kaldırmaktadır (NYFed, 2023).

Onyx platformunun kapalı yapısı, yalnızca yetkilendirilmiş katılımcılara izin vermesi sayesinde güvenlik ve veri bütünlüğü sağlamaktadır. Ethereum tabanlı blokzincir teknolojisi, akıllı kontratlar aracılığıyla işlem süreçlerini otomatikleştirmekte, teminat transferleri ve nakit değişimleri eş zamanlı olarak gerçekleştirmektedir. Bu, hem işlem sürelerini hızlandırmakta hem de hata riskini minimize etmektedir.

3.2.2. Proje Uygulaması

JPMorgan Onyx, geleneksel finansın önemli bir bileşeni olan repo piyasasında blokzincir kullanımını sağlayarak dönüşüm yaratmaktadır. Geleneksel repo işlemleri, manuel onay mekanizmaları ve farklı saat dilimlerinden kaynaklanan gecikmeler nedeniyle zaman alıcı olabilirken, Onyx bu süreçleri akıllı kontratlarla otomatikleştirmektedir. Özellikle gün içi likidite yönetiminde, platform teminat ve nakit değişimlerini hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirerek maliyetleri düşürmektedir. Onyx'in kullanımı, repo işlemlerinde faiz hesaplamalarının dakikalar içinde yapılmasına olanak tanımakta ve likidite yönetiminde operasyonel verimlilik sağlamaktadır.

Platform, ayrıca farklı saat dilimlerinde faaliyet gösteren finansal kuruluşlar arasında yaşanan zaman farklarını sorun olmaktan çıkarmaktadır. Geleneksel sistemlerde karşılaşılan manuel süreçler ve onay mekanizmaları, Onyx'in blokzincir teknolojisi ile otomatik hale gelmekte ve işlem süreleri önemli ölçüde kısalmaktadır. Bu durum, repo işlemlerinin hızını artırarak finansal kurumların operasyonel etkinliğini desteklemektedir.

3.2.3. Proje Çıktıları

Platform, geleneksel repo işlemlerindeki uzun takas sürelerini ortadan kaldırarak işlem hızını artırmakta ve maliyetleri azaltmaktadır. 2023 yazına kadar 700 milyar dolar değerinde işlem gerçekleştiren Onyx (BoostyLabs, 2023), akıllı kontratlarla repo piyasasında hız, güvenlik ve doğruluk sağlamaktadır. JPMorgan, tokenize edilmiş varlıkların teminat olarak kullanılmasını genişletmeyi ve daha fazla finansal kuruluşun platformu benimsemesini hedeflemektedir. Ekim 2023'te tanıtılan Tokenized Collateral Network (TCN) ile dijital varlıkların kullanımıyla teminat yerleşim süreleri optimize edilmektedir.

Onyx platformu, ayrıca uluslararası ödeme sistemleri ve çoklu para birimi çözümleri gibi alanlarda yenilikçi uygulamalar sunmaktadır. Liink ile sınır ötesi ödemeler hızlandırılırken, Coin Systems ile farklı para birimlerinde veri transferi ve tasfiye süreçleri iyileştirilmektedir. Bu özellikler, JPMorgan'ın dünya çapındaki ödeme ağlarında daha hızlı ve düşük maliyetli işlemler gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, platformun esnek yapısı, finansal kuruluşların değişen piyasa koşullarına hızlı bir şekilde uyum sağlamasını kolaylaştırmaktadır.

Onyx'in sektöre sunduğu diğer bir avantaj, repo işlemlerinin faiz hesaplamalarında yaşanan gecikmelerden kaynaklanan maliyetleri azaltmasıdır. Gün içi likidite yönetiminde sağladığı hız ve doğruluk, büyük hacimli işlemlerde operasyonel verimliliği artırmakta ve finansal kurumların risklerini minimize etmektedir. Bu özellikler, platformun finansal piyasalarda daha geniş bir kullanım alanı bulmasını sağlamaktadır.

3.3. BlackRock - Tahvil ve Bonoya Dayalı Yatırım Fonu (BUIDL)

Yaklaşık 10 trilyon dolarlık varlık yöneticisi BlackRock tarafından sunulan BUIDL Fonu (Blackrock USD Institutional Digital Liquidity Fund), halka açık bir blokzincirinde tokenlaştırılan ilk fon olarak öne çıkıyor. ABD'deki nakit, tahvil, bono ve repo'lara yatırım yapacak olan fon, varlık tokenizasyonunda önemli bir dönüm noktası olup yatırımcılara tokenlar aracılığıyla getiri fırsatlarından yararlanmaları için yeni bir yol sağlıyor.

3.3.1. Proje Tanımı

BlackRock tarafından yönetilecek olan BUIDL fonu, dijital menkul kıymet ihraç platformu Securitize ile tokenlaştırıldı (Securitize, 2024). Securitize, aynı zamanda yatırımcıların fona katılması, gelir dağıtımları, geri alımlar ve raporlama işlemlerini yönetecek.

Fon için saklama hizmetini verecek olan BNY Mellon (Bank of New York Mellon), aynı zamanda geleneksel piyasalar ile birlikte çalışabilirliğin sağlanmasından sorumlu olacak. Blokzincir ekosisteminin önde gelen altyapı sağlayıcılarından Ancoage, BitGo ve Coinbase yatırımcıların kripto varlıklarını saklama konusunda fon ile işbirliği içindeyken, fonun blokzincir üzerindeki varlıklarının anahtarlarını saklama hizmetini Fireblocks verecek. PwC (PricewaterhouseCoopers) ise fonun denetçisi olarak süreç içerisinde yer alacak.

BUIDL Fonu, halka açık bir blokzincirde tokenlaştırılan ilk fon olmasının ve yatırımcılara tokenlar aracılığıyla gelir sunmasının arka planında birçok yenilikçi yaklaşım sunuyor. Fon, BlackRock'ın uzun vadeli stratejik planlarının bir parçası olarak kurumsal ölçekte sağladığı güven ile birlikte kripto dünyası ile geleneksel finans dünyasını geçmişteki örneklerden farklı şekilde bir araya getiriyor (zerocap, 2024).

3.3.2. Proje Uygulaması

2024 yılında kripto dünyası ile geleneksel finans dünyasını bir araya getirmeye yönelik birçok büyük gelişme yaşandı. Bunlardan en önemlisi Bitcoin ve Ethereum ETF (Exchange-traded fund) tekliflerinin ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC) tarafından onaylanmasıydı. Bu ETF'ler sayesinde kripto dünyasıyla hiç etkileşime girmeyen kullanıcılar, bir kripto para borsasında hesap dahi oluşturmadan bu kripto varlıklara yatırım yapabilir hale geldi. Dolayısıyla kripto dünyası, merkezizsiz finansa doğru bir adım atmış oldu. BUIDL fonu ile bunun aksine geleneksel finans dünyasını kripto dünyasına yaklaştıran bir hamle oldu. Nitelikli yatırımcılara hizmet vermek için kurulan bu fon, yatırımcılara tümüyle blokzincir üzerinde kullanabilecekleri bir araç sunuyor. Özetle, bu kez zincir üzerinde varlıkların tutulduğu ve yatırımcıların cüzdanları aracılığıyla direkt eriştiği bir yatırım ürünü ortaya çıktı.

BUIDL fonunu kurumsal yapılara ait diğer blokzinciri tabanlı projelerden ayıran yönü ise halka açık bir blokzincir olan Ethereum üzerinde tokenlaştırılmasıydı. Başta JP Morgan ve Goldman Sachs olmak üzere birçok kurumsal yapı özel blokzincirler üzerinde projeler geliştirirken BlackRock; Securitize'ın desteğiyle fonu koşulları karşılayan herkesin doğrulayıcı olabildiği ve ağı gözlemleyebildiği bir açık blokzincir olan Ethereum üzerine taşıdı. Bu sayede, zincir üzerindeki işlemler tarafsız doğrulayıcılar ile onaylanırken yatırımcılar tarafından şeffaf bir şekilde izlenebilecek. Öte yandan, Ethereum'un halihazırda en gelişmiş akıllı kontrat platformu olmasının da bu süreçte etkili olduğu söylenebilir.

3.3.3. Proje Çıktıları

BUIDL, token başına 1\$'lık sabit bir değer sunuyor ve her ay sonunda tahakkuk eden temettüleri doğrudan yatırımcıların cüzdanlarına aktarıyor. Yatırımcılar, tokenları 7/24/365 aktif bir şekilde onaylanmış yatırımcılara transfer edebiliyor. 2024 Ekim ayı itibarıyla \$557M'lık varlığın yönetim altında olduğu ve minimum yatırım miktarının \$5M olarak belirlendiği fon; varlıkların tümüyle nakit, ABD hazine bonoları ve repo'lara yatırım yapıyor (blockswithbenefits, 2024). Minimum yatırım limitinin \$5M olarak belirlenmesi fonun kurumsal yatırımcılara yönelik geliştirildiğini kanıtıyor. BlackRock CEO'sunun sıkça tokenizasyonun gelecekteki önemine değindiği demeçleri göz önüne alındığında, BlackRock'ın uzun vadeli stratejilerine yönelik olarak belirli bir kitleye hitap etmek için BUIDL'ı geliştirdiği ifade edilebilir.

BUIDL fonu, dünyanın en büyük varlık yönetim şirketi BlackRock'ın yönettiği bir fonu tokenlaştırarak zincir üstüne taşıması ile kripto dünyası ve geleneksel finans arasında köprü kurulması için önemli bir adım olarak ön plana çıktı.

BUIDL sayesinde; nitelikli yatırımcılar, fiziksel sınırların olmadığı bu dünyada gerekli koşulları sağlayıp fona hızlı bir şekilde erişerek yatırım yapabiliyor, 7/24/365 aktif bir şekilde diğer onaylı yatırımcılara tokenlarını transfer edebiliyor ve şeffaf bir biçimde tüm bu işlemleri zincir üzerinden izleyebiliyor. Öte yandan, \$5M'lık asgari yatırım gereksinimi nedeniyle henüz bireysel yatırımcıların bu fona erişmekte zorlandığı söylenebilir, ancak gelecekte fon paylarının fraksiyonel biçimde ikincil piyasalarda işlem görmeye başlaması ihtimalinden bahsedilebilir.

3.4. Societe Generale - Tahvil İhracı ile Çıkarılan Tokenlerin Teminat Olarak Kullanılarak MakerDAO Üzerinden DAI Borçlanması

3.4.1. Proje Tanımı

Fransa'nın önde gelen bankalarından Societe Generale (SG), Ekim 2021'de DAI borçlanabilmek için Ethereum blokzinciri üzerinden çıkarmış olduğu tokenları teminat olarak göstererek MakerDAO'ya kredi tahsis başvurusunda bulundu.

MakerDAO topluluğuna yapılan öneri, SG'nin 2020 yılında ihraç edilmiş olan Societe Generale-Forge'a ait beş yıl vadeli 40 milyon Euro tutarındaki tahvilin teminat olarak verilip, karşılığında 6-9 ay vadeli 20 milyon DAI borçlanması ile ilgiliydi.

Societe Generale-Forge (SG-Forge), Societe Generale'in özellikle dijital varlıklar ve blokzinciri teknolojisi üzerine odaklanmış iştiraki olup ihraççılara ve nitelikli yatırımcılara, blokzincirinde kayıtlı dijital yerel finansal araçların ("Güvenlik Tokenları") ihraç edilmesi, yönetilmesi ve ticareti için uçtan uca hizmetler sağlamayı amaçlamaktadır.

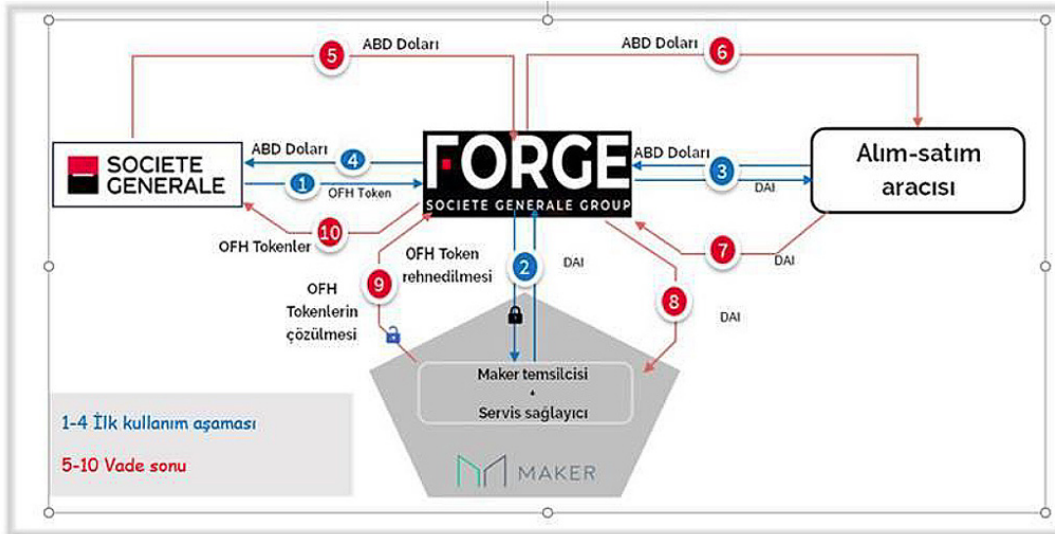
3.4.2. Proje Uygulaması

OFH Tokenlarının yeniden finansman yapısının genel açıklaması:

- SG-Forge, SG'ye bir USD kredisi verecektir,
- SG, USD Kredisi kapsamındaki yükümlülüklerinin yerine getirilmesi ve ifası için teminat olarak, OFH Tokenlarının mülkiyetini yeniden kullanım hakkı ile SG Forge'a devredecektir,
- SG-Forge, Maker Temsilcisinden DAI ödünç alacaktır. DAI Kredisi karşılığında SG-Forge, OFH Tokenlarını Maker Temsilcisinin yararına rehin verecektir. Rehin, yürürlüğe girmediği sürece OFH Tokenlarının mülkiyetinin MakerDAO'ya devredildiği anlamına gelmemektedir.
- SG-Forge, aldığı DAI'yi ABD doları karşılığında teslim edeceği bir "Alım-Satım Aracısı" ile bir anlaşma yapacaktır.

Değişim Anlaşması uyarınca elde edilen ABD doları SG-Forge'un ABD Doları Kredisi vermesini sağlayacaktır,

- İşlemin sona ermesi üzerine, aşağıdakiler eş zamanlı olarak gerçekleşecektir:
 - "ABD Doları Kredisi SG tarafından SG-Forge'a geri ödenecek,
 - SG-Forge, SG'den aldığı ABD dolarını DAI karşılığında Alım-Satım Aracısı ile takas edecek,
 - SG Forge tarafından elde edilen DAI, DAI Kredisi kapsamında geri ödenecek,
 - OFH Tokenları rehni serbest bırakılacak,
 - OFH Tokenları SG-Forge tarafından SG'ye geri aktarılacaktır.



Bu uygulama aracılığıyla SG-Forge şunları amaçlamaktadır:

- Societe Generale tarafından tutulan OFH Tokenlarını yeniden finanse etmek,
- Yeniden finansmanın yasal yapısını oluşturmak ve uygun muhasebe, operasyonel ilkeleri uygulamak,
- En büyük DeFi protokollerinden biriyle entegre olmak,
- Fransız yasal çerçevesi altında; güvenlik tokenları, bir blokzincirinde güvenlik tokenları üzerindeki taahhüt ve bir alım satım aracısının kullanımı gibi unsurları içeren bir deneyin şekillendirilmesine ve tanıtılmasına yardımcı olmak,
- Karlı bir hizmeti geliştirmek ve dijital tahviller için likiditeyi teşvik etmek.

3.4.3. Proje Çıktıları

Bu proje, operasyonel, muhasebesel ve hukuksal olarak DeFi ile klasik finansı buluşturmaya yönelik önemli adımlardan bir tanesidir.

Societe Generale, blokzincir teknolojisini ve akıllı sözleşmeleri kullanarak dijital tahvilleri için likiditeyi artırmayı ve benzer işlemlerde tekrarlanabilecek yasal bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir.

Societe Generale ve MakerDAO arasındaki iş birliği, DeFi'nin kurumsal olarak benimsenmesine yönünde önemli bir değişimi temsil etmektedir.

Proje, Societe Generale için finansal işlevinin yanında geleneksel finans kurumları ile DeFi platformları arasında gelecekte yapılacak işbirlikleri için de bir emsal teşkil etmektedir. Bununla birlikte zamanda geleneksel varlıkların tokenize edilmesi trendini hızlandırabilir ve blokzinciri üzerinde temsil edilmesini sağlayabilir.

Uygulamanın yaygınlık kazanması durumunda, müşterilerin bankaları aracılığıyla DeFi dünyasına adım atmalarını sağlayarak DeFi'nin geniş kesimlerce kullanılabilmesi yönünde önemli bir adımdır.

3.5. Huntingdon Bank - Müşteri Kredilerini Teminat Göstererek MakerDAO Üzerinden Borçlanması

MakerDAO, Huntingdon Valley Bankasıyla (Philadelphia'da , Pensilvanya Bankacılık ve Menkul Kıymetler Bakanlığı ve Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu'nun (SEC) düzenleyici denetimine tabi olan bir Devlet Sertifikalı Amerikan Ticari Bankası) ortaklık kurarak yerel stabilcoini DAI'yı geleneksel finansla bağladı.

3.5.1. Proje Tanımı

Protokol HVB'ye (Huntingdon Valley Bank) 100 milyon DAI'lik (başlangıçtan itibaren on iki (12) ila yirmi dört (24) aylık bir süre boyunca kullanılacak olup 100 milyon \$'ın MakerDAO Bank Participation Trust'ın (MakerDAO adına Bankanın Kredi Varlıklarını Ortak Yönetmek üzere kurulan Tröst Şirketin) bakiyesi olması amaçlanmış ve %50 orantılı katılım faizi yüzdesinin korunması şartıyla (HVBank'ın kendi bilançosunda ek 100 milyon \$'lık varlığa karşılık gelmektedir) anlaşma sağlanmıştır (Blockworks, 2023).

MakerDAO bu anlaşmanın ABD Düzenlemelerine tabi Bir Finans Kurumuyla merkeziyetsiz bir dijital para birimi arasında ilk ticari kredi katılımı olacağını belirtmiştir.

3.5.2. Proje Uygulaması

HVBank, HVBank Katılımlı Kredilerinin anaparasında en az yüzde elli (%50) mülkiyeti elinde tutmaktadır. Zamanla, HVBank MakerDAO'ya Katılımlı Kredilerdeki en az mülkiyet yüzdesini düşürmesi için dilekçe verecektir; böylece HVBank her zaman en az yüzde beş (%5) mülkiyeti elinde tutmayı teklif edecektir.

HVBank'ın Ticari Kredilendirme Bölümü tarafından başlatılan HVBank kredileri, genellikle beş (5) veya daha az yıllık vadeye sahip sabit ve değişken faiz oranlarına sahiptir, ancak zaman zaman inşaat veya ipotek kredilerinde piyasa koşulları ve altta yatan teminatlar tarafından gerektirildiği takdirde toplam vade on (10) yıla kadar çıkabilmektedir.

MakerDAO, getirideki aşırı performanstan orantılı olarak yararlanacak ve HVBank, her iki kuruluşun da maksimum piyasa sürdürülebilir getirisini paylaşmasıyla MakerDAO için aşırı performans göstermeye teşvik edilecektir.

HVBank, ticari kredi departmanı aracılığıyla tüm dahili kaynaklı kredileri veya tanımlanmış sendikasyonları inceler. Bir kredi talebi alındığında veya bir kredi fırsatı belirlendiğinde, genellikle aşağıdaki süreç izlenir:

Kredi başlatıcısı (HVBank'ın uzman bir çalışanı), önerilen Kredi, Borçlusu, kefil, varsa teminat ve belirli kredi talebinin yeterli şekilde incelenmesi ve tatmin edici şekilde onaylanması için ilgili diğer bilgileri toplamaktadır. Kredi başlatıcısı daha sonra kredi onaylayıcıları için dahili bir kredi sunumu hazırlamaktadır. Onaylayıcılar, kredi başlatıcısı ile birlikte ve kredi politikasına uygun olarak kredi için uygun bir yapı belirledikten sonra, olası borçluya bir vadeli hesap verilmektedir. Bir vadeli hesap kabul edildikten sonra, kredi başlatıcısı kredi tahsis departmanı ve olası borçluya birlikte kredinin ilgili ölçütlerini değerlendirmek, tüm kurallara ve düzenlemelere uyumu teyit etmek ve onay için bir Ticari Kredi Özeti hazırlamak üzere çalışmaktadır. Bir kredi onaylayıcılar tarafından resmen onaylandıktan sonra, kredi başlatıcısı, belgeleri hazırlamak ve ilgili dosyanın krediye karşılık gelen ticari kredi özetinde belirtilen tüm gerekliliklere uygun olmasını sağlamak için gerektiğinde Bankanın kredi operasyon departmanları ve dış hukuk müşavirleriyle birlikte çalışmaktadır. Kredi kapatılıp rezerve edildikten sonra, kredi başlatıcısı kredinin uygun şekilde yönetilmesini, raporlanmasını, izlenmesini ve servis edilmesini sağlamak için kredi süresi boyunca kredi tahsisi ve kredi operasyonları ekipleriyle birlikte çalışmaktadır.

MakerDAO ve Trust, HVBank'ın, borçlularının sağladığı bilgilere ve kendi taahhütlerine dayanarak, tüm kredilerin teminat kılavuzları dahilinde olduğunu beyan ettiği tüm anlaşmaları yapmış olacaktır. Aynı beyanları yapmak üzere bir Teminat Yönetim Temsilcisi işe alınabilir. Bu Teminat

Yönetim Temsilcisi ve/veya Kurumsal Mütevelli Heyeti, Anlaşmalara uygunluğu sağlamak ve MBPTrust tarafından her Katılımı onaylamak için her Katımlı Kredinin kendi bağımsız incelemesini yapacaktır. MakerDAO'nun kredi belgeleri ve ilişkili teminatlar üzerindeki güvenlik hakkı, bir Ana Satın Alma Sözleşmesi ve Portföy Satın Alma Sözleşmesi veya MBPTrust'a karşı bir ana kredi sözleşmesi aracılığıyla paylaşılacaktır. HVBank Katımlı Krediler için HVBank en az yüzde elli (%50) mülkiyeti elinde tutacaktır. Zamanla HVBank, MakerDAO'ya Katımlı Kredilerdeki asgari mülkiyet yüzdelerini düşürmesi için dilekçe verecek ve böylece HVBank her zaman asgari yüzde beş (%5) mülkiyeti elinde tutmayı teklif edecektir. MBPTrust aracılığıyla başlatılan, katılım sağlanan veya sendikasyon yoluyla sağlanan herhangi bir kredi, burada açıklanan HVBank'ın tüm standart kredi ve risk koşullarını karşılayacak ve HVBank'ın olağan faaliyetleri kapsamında başlattığı veya satın aldığı, genel olarak kredi kategorilerinden birine uyan herhangi bir kredi türü olacaktır (Forum Sky Money, 2022).

3.5.3. Proje Çıktıları

Bir bankanın yarattığı kredileri bir merkeziyetsiz protokole teminat göstererek kredi kullanmasının hem bankaya hem platforma büyük faydası bulunmaktadır. MakerDAO için, rekabetin arttığı kriptopara teminatlı kredi pazarından daha kârlı alanlara geçmek için idealdir. Üstelik bu yapı sadece Huntingdon Bank için değil, başka bankalar tarafından da kullanılabilir şekilde kurgulanmaktadır. Bu da MakerDAO'nun trilyon dolarlık bir pazara açılması anlamına gelmektedir. Banka için ise, ekstra bir finansman kaynağıdır; normalde banka müşterilerine maksimum 7 milyon ABD Doları kredi verebilirken, bu anlaşma çerçevesinde verebilecek kredi miktarı daha yukarı çekilebilmektedir.

3.5.4. Avantajları ve Zorlukları

MakerDAO, bankaların daha geniş bir likidite havuzuna erişimini sağlamaktadır. Bu, bankaların düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde fon elde etmelerine olanak tanımaktadır. Merkeziyetsiz finansman, geleneksel finansal araçlara kıyasla daha düşük işlem maliyetleri sunan bankaların borçlanma maliyetlerini azaltabilir. Blokzincir teknolojisi, işlemlerin şeffaf ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Kredi teminatlarının ve borçlanma işlemlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmaktadır. Ayrıca DeFi platformları üzerinden borçlanma, bankaların finansman kaynaklarını çeşitlendirmelerine olanak tanır. Bu husus da finansal risklerin yönetilmesinde faydalı olabilir (Sert, 2019).

Geleneksel bankalar, katı regülasyonlara tabidir ve DeFi platformları üzerindeki işlemler, bu regülasyonlarla uyumlu olmayabilir. Bu, yasal ve uyum sorunlarına yol açabilmektedir. Kripto varlıkların değeri büyük ölçüde dalgalanabilir. Bu volatilite, teminat olarak kullanılan varlıkların değerinin hızla düşmesine ve teminat tamamlama çağrılarında neden olabilecektir. DeFi platformları, karmaşık teknolojiler kullanmaktadır ve bu teknolojilerin yönetimi geleneksel bankalar için zor olabilecektir. Ayrıca, siber güvenlik riskleri de mevcuttur. Geleneksel finansal kurumların DeFi platformlarına entegrasyonu, müşteriler ve hissedarlar tarafından hemen kabul görmeyebilir. Bu husus da güven inşa etme sürecini gerektirebilir. Müşteri kredilerinin teminat olarak kullanılması, bu kredilerin değerlendirilmesi ve yönetimi konularında karmaşıklık yaratabilir. Kredilerin teminat olarak kabul edilmesi için belirli kriterlerin karşılanması gerekebilir. Bu avantajlar ve zorluklar, Huntington Bankası gibi bir kurumun DeFi platformları üzerinden borçlanmayı değerlendirirken dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir.

3.6. Guggenheim - Ticari Senet (Commercial Paper) İhracı

Yaklaşık 300 milyar ABD Doları değerinde bir varlığı yöneten finans devi Guggenheim Partners, Eylül 2024'te Ethereum blokzinciri üzerinde 20 milyon dolarlık tokenleştirilmiş ticari senet ihracı gerçekleştirerek finans ve teknoloji dünyasında önemli bir adım atmıştır. Bu işlem, Zeconomy tarafından geliştirilen AmpFi.Digital platformu aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve kurumsal yatırımcıların merkeziyetsiz finans (DeFi) ekosistemine entegrasyonu açısından önemli bir dönüm noktası olarak değerlendirilmiştir (Ledger Insights, 2024).

3.6.1. Proje Tanımı

Proje, kısa vadeli ticari senetlerin dijital varlıklara dönüştürülmesini hedeflemektedir. Ticari senetler ('Commercial Paper'), şirketlerin geçici nakit ihtiyaçlarını karşılamak için sıklıkla kullandığı kısa vadeli ve güvencesiz borçlanma araçlarını ifade etmektedir. Geleneksel olarak, bu işlemler bankalar ve aracı kurumlar aracılığıyla yürütülmekte olup, yüksek maliyetler ve uzun işlem süreleri gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca, ticari senet alıcıları genellikle büyük kurumsal yatırımcılarla sınırlı kalmaktadır.

Proje blokzincir teknolojisiyle bu sorunların üstesinden gelinmesi hedeflenmektedir. Tokenleştirme süreci, işlemleri hızlandırırken maliyetleri düşürmekte ve süreç genelinde şeffaflığı artırmaktadır. Fractionalization (parçalı sahiplik) yöntemiyle, yüksek hacimli ticari senetler daha küçük birimlere bölünerek geniş bir yatırımcı kitlesine sunulmaktadır.

Bu işlem, Avrupa Yatırım Bankası'nın Nisan 2021'de Ethereum üzerinde gerçekleştirdiği dijital bono ihracına benzer nitelikte olup, JP Morgan ve Goldman Sachs gibi finans devlerinin tokenize edilmiş reverse repo işlemleri gibi önceki projelere de dayanmaktadır.

3.6.2. Proje Uygulaması

Proje, Ethereum ağı üzerinde ERC-3643 standardını kullanmıştır. Bu standart, kimlik doğrulama ve uyum kontrollerini içermesi sayesinde ticari senetlerin yasal düzenlemelere uygun şekilde ihraç edilmesini kolaylaştırmaktadır. Tokenleştirilen ticari senetler, Moody's tarafından ticari senetler için en yüksek derecelendirme olan P-1 notuyla değerlendirilmiştir (Crypto Globe, 2024).

Ethereum altyapısının tercih edilmesinin temel nedeni, açık blokzincir yapısı sayesinde işlemlerin izlenebilir ve doğrulanabilir olmasıdır.

Tokenleştirilen senetlerin OTC piyasalarına benzer bir şekilde, ancak daha hızlı ve düşük maliyetli olarak alınıp satılması hedeflenmiştir. Ayrıca, senetlerin anlık transfer imkanı sağlaması, şirketlerin likidite yönetimini kolaylaştırmaktadır.

3.6.3. Proje Çıktıları

Bu yenilikçi girişim, blockchain teknolojisinin kurumsal finans alanında daha geniş ölçekte benimsenmesine katkı sağlamaktadır. İşlem hızının artması, maliyetlerin düşmesi ve daha geniş bir yatırımcı kitlesine erişim imkanı, projenin temel avantajları arasında yer almaktadır. Fractionalization yöntemi, finansal piyasalarda çeşitliliği artırarak daha fazla yatırımcıya fırsatlar sunmaktadır.

Öte yandan, projenin önünde bazı zorluklar da bulunmaktadır. Regülasyonlardaki belirsizlikler, blokzincir teknolojisinin kurumsal uyum süreçlerine tam entegrasyonunu zorlaştırmaktadır. Ayrıca, güvenlik ve operasyonel uyumluluk gibi konuların dikkatle ele alınması gerekmektedir.

Guggenheim Partners'ın, gelecekte farklı varlık sınıflarını da tokenize ederek blockchain projelerini genişletmeyi planladığı ifade edilmektedir. Bu çabalar, kurumsal finans çözümleri ile DeFi ekosistemi arasındaki entegrasyonu güçlendirme ve daha fazla dijital varlık ihraç etme hedeflerini kapsamaktadır.

3.7. Singapur Para Otoritesi (MAS) - Project Guardian

3.7.1. Proje Tanımı

Singapur Para Otoritesi, tokenize varlıklar alanını desteklemek üzere Project Guardian aracılığıyla projeler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Project Guardian, varlık tokenizasyonu odağında finansal piyasaların likiditesini ve verimliliğini artırmak için politika yapıcılar ve finans sektörü arasında işbirliğine dayalı bir girişimdir.

Project Guardian kapsamında 2024 yılı itibarıyla Singapur Para Otoritesi'ne IMF dahil altı politika yapıcı; içlerinde Citi, DBS, Deutsche Bank, J.P. Morgan, Standard Chartered gibi bankaların da dahil olduğu 27 üye destek vermektedir (MAS, 2024).

3.7.2. Proje Uygulaması

Pilot 1 – Küresel Likidite Havuzu

Project Guardian'ın ilk pilotu, işlem maliyetlerini azaltmak üzere DBS Bank, JP Morgan ve SBI Digital Asset Holdings tarafından gerçekleştirilen döviz ve devlet tahvillerinin tokenizasyonu olmuştur. Bu projenin uzun vadede ölçeklendirilmesinin ticari ilişkilerde takas ve ödeme işlemlerindeki aracı maliyetlerinin azaltılmasında ciddi rol oynaması beklenmektedir.

Pilot kapsamında DBS Bank ve SBI Digital Asset Holdings, tokenize Singapur Devlet Menkul Kıymetleri (SGS), Japon Devlet Tahvilleri (JGB), Japon Yeni (JPY) ve Singapur Doları (SGD) içeren likidite havuzları ile işlemler yürütülmektedir. Bu çözüm için kullanılan ağ türü kamuya açık, katmanlı, doğrulanabilir erişim bilgileri ile giriş yapılabilen ve tokenize varlıkların işlem gördüğü bir blokzincirdir. Özellikle daha düşük maliyetler, işlem ölçeklenebilirliği ve performansını artırmak üzere Katman 2 çözümler kullanılmaktadır.

Varlıklara dayalı tokenlar ortak bir likidite havuzuna ihraç edilir ve buradan tedarik edilir. Bu durum, alıcı ve satıcıların birden fazla aracı yerine tokenize varlıklardan oluşan bir havuzda verimli bir şekilde işlem yapmalarını sağlar.

Likidite havuzları ayrıca fiyatlandırmada iyileşme, işlem hızında ve hacimlerde artış da getirir. Böyle yüksek likiditeye sahip bir piyasanın daha fazla yatırımcı çekmesi ise kaçınılmazdır. Aynı zamanda blokzincir sayesinde işlemler değiştirilemezdir ve işlem durumları manuel olarak izlemeye gerek kalmadan ağda görülebilir. Bu durum ticari ilişkilerde sürtünmeyi azaltarak ve riskleri en aza indirerek daha fazla verimlilik getirirken, tokenize varlıkların getirdiği atomik mutabakat avantajını kullanarak mevcut ticaret süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir (MAS, 2023).

Pilot 2 – Ticaret ve İşletme Sermayesi Kredileriyle Destekli Menkul Kıymet Tokenı

Gerçekleştirilen ikinci pilot çalışma, Standard Chartered Bank liderliğindeki ticaret finansmanına dayalı tokenların çıkarılması üzerine gerçekleştirilmiştir. Ticaret finansmanı varlıklarındaki likidite eksikliği ve süre kısıtı kurumsal olmayan yatırımcıların bu varlıklara erişmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle Standard Chartered, ithalat/ihracat finansmanına ilişkin gerçek varlıkları dijital araçlara dönüştürmek için bir pazar yeri geliştirmek üzere Varlık Destekli Menkul Kıymetler (ABS) girişimine öncülük etmektedir. Girişim, daha geniş bir yatırımcı tabanının ticaret finansmanı ve işletme sermayesi kredisi gibi banka kaynaklı gerçek finansal varlıklara erişmesine olanak sağlamayı amaçlar.

Bu çözüm için kamuya açık izinsiz bir platformda beyaz listeye alınan katılımcılar tarafından işlem yapılmaktadır. Katmanlı olmayan düz ağ yapısı, ABS tokenlarının aracılara ihtiyaç duymadan doğrudan takas edilmesine olanak tanır.

Ticaret varlıklarının ERC-20 standardı kullanılarak tokenlara dönüştürülmesi, gerçek finansal varlıklar için yatırımcı tabanını genişletir, operasyonlarda maliyet tasarrufu sağlar. ERC-20 standardının kullanımı önemlidir, çünkü dijital varlık ekosistemi ve merkeziyetsiz finans (DeFi) protokolleriyle birlikte çalışabilirliği sağlar. 7/24 çalışabilirlik ise likiditeyi ve yatırımcı sayısını artırmaktadır (MAS, 2023).

Pilot 3 – Yapılandırılmış Tahvil Tokenı

Üçüncü pilot çalışma ise HSBC ve UOB tarafından yatırım ürünlerinin tokenizasyonuna ilişkin yürütülmüştür. Tezgah üstü (OTC) yapılandırılmış tahviller, Singapur gibi Asya ülkelerinde önemli bir talebe sahip popüler bir yatırım ürünüdür. Özel yapıları nedeniyle yapılandırılmış tahvillerin hizmet süreci operasyonel olarak yoğundur ve yanlış veya geç ödeme gibi hatalara açıktır. HSBC, Marketnode ve UOB pilot kapsamında bu varlıkların oluşturulması, dağıtımı ve transferini sağlamak için bir Varlık ve Yatırım Yönetimi ("AWM") platformu oluşturur, yani bir token fabrikası kurar.

Bu çözüm için kamuya açık, izinsiz ve katmanlı bir platformda beyaz listeye alınan katılımcılar tarafından işlem yapılmaktadır. Kullanılan Katman 2 çözümler sayesinde AWM token cinsinde dijital olarak oluşturulan yapılandırılmış tahviller, zincir üzerindeki dağıtık defterler kullanılarak güvenli bir şekilde saklanabilir ve dağıtılabılır, bu da tahvil oluşturma ve dağıtım sürelerini azaltır. Ek olarak, nakdin dijital temsiliyle birlikte atomik mutabakata izin verilerek ürün döngüsü kısaltılabilir. Çözümün ölçeğine ve potansiyeline ulaşmak için, proje ekibi varlık ihracı ve takası için ortak bir sektör standardı oluşturmak üzere ekosisteme de katkıda bulunmaktadır. Tokenizasyonun maksimum potansiyelini açığa çıkarmak üzere gelecekte örneğin ADDX veya HSBC Orion gibi platformlara entegrasyon da gerekli görülmektedir (MAS, 2023).

3.7.3. Proje Çıktıları

Özellikle ikinci ve üçüncü pilot projeler; ürün değer zincirlerinde verimliliği artırmayı, ihraç ve hizmet maliyetlerini düşürmeyi, şeffaflığı ve erişilebilirliği iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Belirtilen üç pilot proje dışında döviz ürünleri, sabit gelirli menkul kıymetler, varlık ve servet yönetimi olmak üzere üç ana odak alanında 17 farklı finans kuruluşu üyenin 24 pilot projesini daha Project Guardian altında gerçekleştirdiği bilinmektedir.

Project Guardian ile istenen 4 ana sonuç ise;

- dijital varlıkların birden fazla platformda alınıp satılmasına olanak tanıyan birlikte çalışabilir ağlar oluşturmak,
- bu ağlara katılmak isteyen kuruluşlara ait erişim bilgilerini taramak, doğrulamak ve oluşturmak üzere güven noktaları olarak regüle finans kuruluşlarını konumlandırmak,
- araçlar olmadan doğrudan takas gerçekleştirilebilen ortak bir dijital varlık havuzu oluşturmak,
- piyasa manipülasyonuna ve operasyonel risklere karşı DeFi protokolleri için kurumsal düzeyde güvenlik ve uyumluluk önlemleri oluşturmaktır (MAS, 2022).

3.8. Hong Kong Para Otoritesi - Project Ensemble SandBox

Project Ensemble projesi, Hong Kong Para Otoritesi'nin (HKMA) daha geniş bir perspektifte yürüttüğü tokenize edilmiş para ve varlıklar üzerinde kullanılan toptan merkez bankası dijital para birimi (wCBDC) projesinin içerisinde yer alan önemli bir çalışmadır (HKMA, 2024; Yue, 2024). Bu çalışmada, blokzincir teknolojisi kullanarak tokenize edilmiş mevduatların ve varlıkların ticareti ile mutabakatını kolaylaştırması amaçlanmaktadır.

Sektörde önemli oyuncularla yakın iş birliği yapılarak ilerlenen bu projede, Hong Kong'un dijital finans alanında önde gelen küresel bir merkez haline getirilmesi hedeflenmektedir.

Project Ensemble Sandbox, finans ve teknoloji alanında önemli oyuncuları bir araya getirmektedir. Bu kuruluşlar arasında Bank of China (Hong Kong), Hang Seng Bank, HSBC, Microsoft Hong Kong, Standard Chartered Bank (Hong Kong), Ant Digital Technologies, ChinaAMC (Hong Kong), Global Shipping Business Network, ICC Digital Standards Initiative ve HashKey Group gibi büyük isimler bulunmaktadır (SCMP, 2024; HKMA, 2024; BOCHK, 2024; ChinaAMC, 2024; SFC, 2024; Hashkey, 2024)]. Bu önemli iş birliği sayesinde, proje tokenize varlıkların benimsenmesi için sağlam bir temel oluşturarak geleneksel finansın daha verimli dijital bir alt yapıya dönüşmesini teşvik etmeyi hedeflemektedir.

3.8.1. Proje Tanımı

Project Ensemble Sandbox, sabit getirili varlıklar, yatırım fonları, yeşil finans, ticaret ve tedarik zinciri finansmanı gibi finansal ürünlerin dijital tokenlarla temsil edilmesine odaklanmaktadır. Tokenizasyon teknolojisi, bu alanlarda verimlilik, güvenilirlik ve izlenebilirlik sağlamaktadır. Proje, wCBDC altyapısını kullanarak ticaret, ödemeler ve varlık mutabakatı gibi süreçlerde çözüm sunmayı hedeflemektedir.

Geleneksel finansal işlemler yavaş ve maliyetli olup, sınır ötesi ticaret ve likidite yönetiminde ek zorluklar yaratmaktadır. Project Ensemble, bu süreçleri blokzincir teknolojisiyle hızlandırarak maliyetleri düşürmekte ve işlemlerin izlenebilirliğini artırmaktadır. Bu çalışma kapsamında üretilen örnek çözüm olarak, Ant Digital Technologies, Çin merkezli Longshine Technology Group'a ait 9,000 elektrikli araç şarj istasyonunu dijital varlık olarak tokenize edip, bu varlıkları kullanarak Hong Kong'da sınır ötesi bir finansman elde edilmesine olanak sağlamıştır. Bu girişim, yeşil finansın dijital dönüşümü için önemli bir adım olarak kabul edilmektedir.

3.8.2. Proje Uygulaması

Proje, sabit getirili varlıklar, yatırım fonları ve karbon kredileri gibi çeşitli tokenize edilmiş finansal ürünleri kapsamaktadır. Bu tokenlar, ödeme-karşılığı ödeme (PvP) ve teslimat-karşılığı ödeme (DvP) mekanizmalarıyla ticaret ve mutabakat süreçlerini güvenli hale getirmektedir. Ayrıca, tokenize mevduatlar ve wCBDC ile yapılan işlemler, bankalararası ve sınır ötesi ödemelerde eşzamanlı mutabakat sağlamaktadır.

Hem açık hem de özel blokzincir ağlarının kullanıldığı projede, HKMA'nın CBDC altyapısıyla entegrasyon sağlanarak dijital varlıkların güvenli ve hızlı kullanımı mümkün kılınmıştır. HSBC ve Standard Chartered gibi büyük bankalar, küresel likidite yönetim çözümleri geliştirmek için bu altyapıyı test etmektedir.

Proje hala Sandbox aşamasında olup, çeşitli kullanım senaryoları test edilmektedir. Bank of China (Hong Kong), HSBC, Hang Seng Bank ve Standard Chartered, tokenize edilmiş mevduatları kullanarak bankalar arası ödemeleri test etmektedir. Ayrıca, Ant Digital Technologies, Global Shipping Business Network (GSBN) ile ticaret finansmanı için elektronik konşimentoların (eBL) tokenizasyonunu sağlamaktadır. Bu kullanım senaryoları, tokenize varlıkların ticari kullanım için hazır hale getirilmesi sürecinde önemli katkılar sunmaktadır.

3.8.3. Proje Çıktıları

Tokenizasyon, finansal işlemleri hızlandırarak işlem sürelerini kısaltmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Geleneksel finansal sistemlerde günler süren ticaret finansmanı, tokenizasyon ile anında gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Şeffaflık ve izlenebilirlik, blokzincir teknolojisiyle artırılmış ve özellikle yeşil finans projelerinde olumlu etkiler sağlamıştır.

Elektrikli araç şarj istasyonlarının ve karbon kredilerinin tokenizasyonu, sürdürülebilirlik projelerinde yatırımcı güvenini artırmaktadır. Project Ensemble Sandbox, tokenize edilmiş sabit gelirli varlıklar ve ticaret finansmanı çözümleriyle Hong Kong'u global bir tokenizasyon merkezi yapmayı hedeflemektedir.

3.9. Tokenlaştırılmış Elektronik Konşimentolar ile Ticaretin Finansmanı

Uluslararası ticarete gemilerle malların taşınmasında ve malın mülkiyetinin temsilinde kullanılan konşimentolar, günümüz dünyasında menkul kıymet tanımında yer almamakla birlikte, elektronik konşimentoların yaygınlaşmasıyla beraber finans alanında menkul kıymetleştirilme potansiyeline sahiptir. Aşağıda yer alan projede sürece ve çıktılara dair bilgiler yer almaktadır.

3.9.1. Proje Tanımı

Bu proje, konşimentoların tokenlara dönüştürülmesi ve ödemelerin tokenize edilen mevduatlar ile wCBDS (Wholesale Central Bank Digital Currency) ile yapılması ile ilgilidir. Bu sayede ticarete dair güvenilir verilerin kolay bir şekilde akıtılarak ticaretin finansmanı açığı giderilebilecek ve karbon ayak izi azaltılabilecektir. (ICC-DSI, Key Trade Documents and Data Elements on the Frontlines)

UNCTAD'ın (United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2024) verilerine göre denizcilik sektörü, dünya ticaret hacminin %80'inden fazlasını taşımakta ve küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. Küresel deniz taşımacılığı hacminin 2050 yılına kadar iki katına çıkacağı ve deniz taşımacılığı sektörünün sera gazı emisyonlarındaki payının %17'ye yükseleceği tahmin edilmektedir.

Öte yandan, Asya Kalkınma Bankası'na (Asia Development Bank, Global Trade Finance Gap Expands to \$2.5 Trillion in 2022) - ADB) göre küresel ticaret finansmanı açığı 2022 yılında 2,5 trilyon dolara ulaşarak rekor kırmıştır. Ancak hala ticarete kağıt belgelere bağımlı olunması firmaların özellikle de KOBİ'lerin finansal kaynaklara ulaşmasında önemli bir engeldir.

Bu sorunların giderilmesi için kar amacı gütmeyen tarafsız bir konsorsiyum olan GSBN (Global Shipping Business Network) tarafından aşağıda uygulaması açıklanan proje 2024 Ağustos ayında gerçekleştirilmiştir.

3.9.2. Proje Uygulaması

GSBN tarafından yürütülen "e-konşimentoların (e-BL) tokenlaştırılması" projesinin paydaşları Hong Kong Monetary Authority (HKMA Project Ensemble), GSBN, Ant Digital Technologies, COSCO Shipping Lines, OOCL ve Hapag Lloyd'dur.

Project Ensemble kapsamında, eBL'ler GSBN'nin hazırladığı blok zinciri altyapısı üzerinde oluşturularak firmalar ve finans kuruluşları arasındaki ticaret finansmanı faaliyetleri kolaylaştırılmıştır. Daha sonra, ihraç edilen eBL'ler Ant Digital Technologies firmasının kendi blokzinciri yapısında tokenlaştırılıp bankalarca firmalara yapılan ödemelerde esas alınmıştır. Banka ödemelerinde ise tokenize edilen mevduat ve wCBDC kullanılmıştır. Böylece bu proje sayesinde ilk defa küresel fiziksel mal hareketinin menkul kıymetleştirilmesinin yolu açılmıştır (GSBN, GSBN joins HKMA's Project Ensemble to accelerate electronic Bill of Lading tokenisation and bridge multi-trillion-dollar trade finance gap).

Bu projenin, esasen bir wCBDC girişi olan HKMA'nin Project Ensemble bünyesine alınmasının nedeni, tüm sektörlerden uygulama örneklerinin inovatif finans piyasalar altyapısına (FMI financial market infrastructure) alınmasını teşvik etmektir. (GSBN)

3.9.3. Proje Çıktıları

Projenin iki temel çıktısı CO2 emisyonlarını azaltılması ve işletme sermayesi kredilerinin kolaylaştırılarak vadesinin uzatılması olup aşağıda yer verilmektedir:

Olumlu çevresel etki: SIA Partners tarafından yürütülen bir çalışmaya göre, GSBN üzerinden düzenlenen bu eBL hacmi, tahmini 8.370 metrik ton CO2 tasarrufuna eşittir. Bu, araç başına yıllık ortalama 4,6 metrik ton CO2 emisyonuna dayalı olarak yaklaşık 1.334 binek aracın bir yıl boyunca yoldan kaldırılmasına eşdeğerdır (US Environmental Protection Agency -EPA, Greenhouse Gas Equivalencies Calculator).

Finansman sağlayıcıları için artan güven: eBL'lerin tokenize edilmesi depo finansmanını da kolaylaştırmaktadır. İthalat terminallerine sevk edilen emtialar, üretim ihtiyaçları için çekilene kadar depolarda korunur. Bir e-BL'nin fiziksel kargonun varlığını güvenilir temsilini genesis token – ilk oluşum tokeni – ile sağlaması, finansörlere geleneksel bir depo makbuzuna güvenmek yerine, alıcının işletme sermayesi ihtiyaçları için gerekli finansmanı sağlama konusunda daha fazla güven sağlayacaktır.

İyileştirilmiş işletme sermayesi: Depo finansmanı için eBL'lerin tokenize edilmesiyle, kredi süresi tipik bir aylık nakliye süresinden altı ayın üzerine kadar uzatılabilir ve alıcıların işletme sermayesinde daha fazla esneklik sağlanabilir. (ICC-DSI, Key Trade Documents and Data Elements on the Frontlines)

Sonuç olarak, GSBN'nin güvenli veri paylaşımı, özellikle KOBİ'lere fayda sağlamak üzere küresel ticaret finansmanı açığını kapatmak için eBL verilerinden yararlanmanın yollarını araştıran Bank of China gibi finans kuruluşlarının da ilgisini çekmekle kalmamıştır, CBDC'ler veya tokenize edilmiş mevduatlar tarafından desteklenen gelişmiş finansal ağlar kullanılarak alınıp satılmasına ve takas edilmesine olanak tanıyan yeni finansman fırsatlarının da önünü açmıştır.

3.10. Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) ve Hong Kong Para Otoritesi (HKMA) - Yeşil Tahvil Tokenizasyon Prototipi

Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) ve Hong Kong Para Otoritesi (HKMA) iş birliğinde başlatılan proje, yeşil tahvil tokenizasyonu için prototip dijital platformlar geliştirilmesini amaçlamaktadır. Ağustos 2021'de BIS tarafından duyurulan proje, Kasım 2021'de detaylandırılmıştır. Bu girişim ile yatırımcıların tokenlaştırılmış yeşil tahvil alabilmeleri ve bu tahvillerin çevresel etkilerini kolayca inceleyebilmeleri hedeflenmiştir. Ayrıca, akıllı kontratlar sayesinde tahvil alım satım süreçleri otomatikleştirilerek verimlilik artışı sağlanması amaçlanmıştır.

3.10.1. Proje Tanımı

Proje, iki ana prototip üzerinde odaklanmaktadır: Daml ve Liberty. Bu prototipler, blokzincir teknolojisinin finansal süreçlerde nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Daml prototipi, Hyperledger Fabric ve Hyperledger Besu ağları arasındaki iletişimi sağlayarak tahvil ihraç sürecinin daha şeffaf ve verimli olmasını hedeflerken, Liberty prototipi, Stellar blokzincir ağını kullanarak kamuya açık bir platform oluşturmuştur. Her iki prototip de yatırımcıların doğrudan yeşil tahvillere erişimini kolaylaştırmayı ve işlemleri hızlandırmayı amaçlamaktadır.

Daml prototipi, akıllı kontratlar ve nesnelerin interneti teknolojilerinden yararlanarak tahvil ihraç sürecini blokzincir üzerinde simüle etmiştir. Yeşil tahvillerin tokenize edilmesi, yatırımcı verilerinin işlenmesi ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi bu prototipin ana odak noktalarıdır. Hyperledger Fabric ve Hyperledger Besu ağları arasındaki gizlilik ve senkronizasyon, işlemlerin güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamıştır.

Ayrıca, hem stabil paralar hem de fiat para birimleri ödeme yöntemleri olarak araştırılmıştır.

Liberty prototipi ise, Standart Chartered Bank, SC Ventures ve Shareable Asset iş birliğiyle geliştirilmiştir. Stellar blokzincir ağı üzerinde tasarlanan bu prototip, Hong Kong finansal piyasalarında kamuya açık blokzincirlerin nasıl uygulanabileceğine dair bir model sunmaktadır. Tasarlanan mobil uygulama aracılığıyla yatırımcılar ve ihraççılar bir araya getirilerek aracılık süreçleri hızlandırılmış ve işlem maliyetleri düşürülmüştür. Allinfra platformu, yeşil tahvillerin etkisinin izlenmesi ve ölçülmesi için veri sağlamış, böylece yatırımcıların karar alma süreçleri desteklenmiştir.

3.10.2. Proje Uygulaması

Her iki prototip de farklı teknolojiler ve yöntemlerle yatırımcılara erişim sağlamaktadır. Daml prototipi, yeşil tahvil ihraç sürecini blokzincir üzerinde simüle ederek şeffaflığı ve verimliliği artırmayı başarmıştır. Bu süreçte, KYC entegrasyonu, yatırımcıların kimlik doğrulama süreçlerini hızlandırmış ve uygulama kullanıcılarına daha kolay bir deneyim sunmuştur. Öte yandan, Liberty prototipi, mobil uygulama üzerinden yatırımcıların doğrudan tahvil alım satımı yapabilmelerini sağlamış, kullanıcı memnuniyetini artırmıştır.

Her iki prototipin uygulanması, yeşil tahvillerin finansal piyasalarda benimsenmesini kolaylaştırmış ve sürdürülebilir finansman araçlarının etkisini artırmıştır. Akıllı kontratlarla otomatikleşen işlemler, hız ve verimlilik sağlamış, aynı zamanda yatırımcıların çevresel etkileri daha iyi değerlendirmelerine olanak tanımıştır. Özellikle Liberty prototipi, kamuya açık blokzincirlerin finansal piyasalardaki potansiyelini ortaya koymuş ve yeni bir bakış açısı sunmuştur.

3.10.3. Proje Çıktıları

Yapılan prototipler, tokenize edilmiş yeşil tahvillerin yarattığı olumlu etkileri açıkça göstermiştir. Daml ve Liberty prototipleri sayesinde yatırımcılar, tahvillere daha kolay erişebilmiş, işlem maliyetleri azalmış ve süreçler hızlanmıştır. Ayrıca, şeffaflık ve verimlilik artışı sağlanmış, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir adım atılmıştır. Genesis 2.0 raporu, yeşil yıkama sorunlarına dikkat çekmiş ve karbon piyasaları ile yeşil tahvillerin entegrasyonu için yeni stratejiler önermiştir. Blokzincir ve nesnelerin interneti teknolojileri, finansman süreçlerini daha şeffaf, sürdürülebilir ve etkili hale getirmek için kullanılmıştır. Bu çerçevede, proje çıktıları, gelecekteki yeşil finansman girişimleri için önemli bir temel oluşturmuştur.

4. MENKUL KIYMET TOKENİZASYON SÜRECİNDE AML - KARA PARA AKLAMA - KONTROLLERİ

Raporumuzun 3. bölümde dünyadan uygulama projelerine yer verilerek menkul kıymetler'in ve varlıkların tokenizasyonuna artan ilginin sonuçları gözler önüne serilmiştir. Tokenizasyon sayesinde DLT ve akıllı kontratlar işletilerek işlemlerde hız ve maliyetler bakımından önemli verimlilikler sağlanmaktadır. Ancak, dijital ekonominin hızla büyüyen bir unsuru olan kripto varlıklar finansal hizmetler alanında devrim yaratmakla kalmıyor, bunların merkeziyetsiz yapısı ve anonim işlem kolaylığı, kara para aklama (AML) ve terör finansmanı (TF) gibi suç faaliyetleri bakımından riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle raporumuzun bu bölümünde AML kontrollerinde esas alınan temel yasal çerçevelere, tanımlara ve uygulamada yaşanan örnek örnek olaylara yer verilmektedir.

4.1. AML Kontrollerine Toplu Bakış ve Öne Çıkan Yasal Çerçeveler

Dünyanın dört bir yanındaki düzenleyiciler, dijitalleşen dünyadaki risklerle mücadele etmek amacıyla sanal varlıkların kapsamlı şekilde ele alınmasını ve düzenlenmesini sağlayan yasal çerçeveler geliştirmektedir. Bu çerçeveler, ulusal ve uluslararası standartlar doğrultusunda teknolojik yenilikleri desteklerken güvenlik risklerini minimize etmeyi hedeflemektedir.

Bu başlıkta, kripto varlıklar ve AML (Kara Para Aklama ile Mücadele) düzenlemeleriyle ilgili yasal çerçeveler özetlemekte olup uluslararası ölçekte Mali Eylem Görev Gücü (FATF) tarafından belirlenen standartlar temel alınarak çeşitli ülkelerin kripto AML uygulamaları ve bu alandaki yenilikçi düzenleme yaklaşımları ele alınmaktadır. FATF'in seyahat kuralı gibi tavsiyeleri, sanal varlık hizmet sağlayıcılarına (KVHS) yönelik lisanslama, şeffaflık ve müşterinin tanınması (KYC) gerekliliklerini içermektedir.

Ayrıca, Singapur, Hong Kong ve Türkiye gibi bölgelerin bu standartları kendi ulusal mevzuatlarına nasıl entegre ettiğine dair örnekler sunulmaktadır.

Kripto varlık hizmet sağlayıcıları (KVHS), bu alanda oluşan yeni finansal sistemin güvenliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. KVHS'ler, müşteri işlemlerini izlemek, riskli faaliyetleri tespit etmek ve şüpheli işlemleri raporlamak gibi sorumluluklar üstlenmektedir. Ayrıca, bu hizmet sağlayıcıları, müşteri bilgilerini gizli ve güvenli bir şekilde tutarak AML uyumunu sağlamak zorundadır. Bu durum, sadece düzenleyici beklentileri karşılamak için değil, aynı zamanda kripto ekosisteminin güvenilirliğini artırmak için de önemlidir.

Singapur ve Hong Kong gibi bölgelerdeki regülasyonlar, kripto inovasyonunu desteklerken güvenlik risklerini azaltmayı hedefleyen yaklaşımlar sergilemektedir. Türkiye'nin MASAK ve SPK öncülüğünde geliştirdiği yasal çerçevelerde konu detaylandırılmaktadır.

Son olarak, bu çalışma, sanal varlıklar ve AML düzenlemelerinin gelecekteki yönelimlerine dair bir perspektif sunmaktadır. FATF standartlarına uyumun artırılması, merkeziyetsiz finans ve stablecoin'ler gibi yenilikçi teknolojilerin düzenleyici çerçevelere entegrasyonu gibi konular tartışılmaktadır. Kripto varlık ekosisteminin daha şeffaf, güvenilir ve uyumlu hale gelmesi, yalnızca yasal düzenlemelere bağlı kalmakla değil, aynı zamanda sektördeki tüm paydaşların etkin iş birliğiyle mümkün olacaktır.

4.1.1 Sanal Varlıklar ve Kara Para Aklama (AML) Riskleri

Sanal varlıklar, dijital olarak alınıp satılabilen, transfer edilebilen veya ödeme için kullanılabilen dijital değerleri temsil ederler.

Teknolojik inovasyonu desteklese de düzenlenmemiş doğası nedeniyle kara para aklama (AML) ve terör finansmanı (TF) riskleri barındırırlar.

Bu bakımdan, siber saldırılar, dolandırıcılık, yasa dışı ticaret ve vergi kaçakçılığı gibi suç faaliyetlerinde sanal varlıkların kullanımının yaygın olduğu görülmekte olup bu önemli bir tehdittir. FATF, sanal varlıkların kötüye kullanımını önlemek için bağlayıcı küresel standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar, ülkelerin etkili düzenlemeler oluşturmasını ve uygulamasını gerektirir.

4.1.2. FATF Tavsiyeleri ve Seyahat Kuralı

FATF'in tavsiyeleri, KVHS'lerin lisanslanması ve denetlenmesi, KYC'nin yapılması, kayıt tutma ve şüpheli işlem bildirimleri gibi finansal kurumlara benzer tedbirlerin uygulanması, transferlerde kaynak ve lehtar bilgilerinin alınması, saklanması ve güvenli bir şekilde iletilmesinden oluşmaktadır.

FATF'in 16. tavsiyesi olan "Seyahat Kuralı", transferlerde gönderici ve alıcı bilgilerini KVHS'ler arasında güvenli bir şekilde paylaşmayı zorunlu kılmaktadır. Özellikle 1.000 USD veya daha üzerindeki işlemlerde kimlik bilgilerinin paylaşımı zorunludur.

4.1.3. Bölgesel Düzenlemeler

Avrupa Birliği (AB) Düzenlemeleri

Avrupa Birliği, dijital varlıkların AML (Kara Para Aklamayı Önleme) uyumunu sağlamak için kapsamlı düzenlemeler geliştirmiştir. Bu düzenlemeler arasında özellikle 5. Kara Para Aklama Direktifi (5AMLD) ve Markets in Crypto-Assets (MiCA) Regülasyonu öne çıkmaktadır. 5AMLD, dijital varlık sağlayıcılarına müşteri kimlik doğrulama (KYC) süreçlerini uygulama, şüpheli işlemleri raporlama (STR) ve düzenli denetimlere tabi olma yükümlülüğü getirmiştir.

2023 yılında kabul edilen MiCA, dijital varlıkların ticaretini ve hizmet sağlayıcılarını düzenleyen kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. MiCA, finansal istikrarı ve tüketici korumasını sağlamayı hedeflerken, kripto varlık sağlayıcılarına işlem şeffaflığı, müşteri tanıma (KYC), şüpheli faaliyetlerin raporlanması ve işlem izlenebilirliği gibi AML yükümlülükleri getirmektedir. Ayrıca, stablecoin'ler ve diğer kripto varlık türlerini de kapsayarak genişletilmiş bir denetim alanı sunmaktadır.

ABD ve Singapur'daki Düzenlemeler

ABD'de, kripto varlıkların AML düzenlemeleri FinCEN (Financial Crimes Enforcement Network) ve SEC (Securities and Exchange Commission) tarafından yönetilmektedir. 2019 yılında FinCEN, kripto para borsaları ve dijital varlık saklama hizmetleri için AML kurallarını sıkılaştırmış, şüpheli faaliyetlerin raporlanmasını zorunlu kılmıştır. Singapur'da ise Ödeme Hizmetleri Yasası (PSA), kripto para hizmet sağlayıcılarının lisanslanmasını ve AML/TF (Terörizmin Finansmanını Önleme) düzenlemelerine uyumunu şart koşmaktadır. Bu kapsamda şüpheli işlem raporlaması, işlem izleme ve müşteri tanıma öncelikli hale getirilmiştir.

Hong Kong'daki Düzenlemeler

Hong Kong, AML ve CFT (Terörizmin Finansmanı Mücadele) kapsamında sıkı düzenlemeler uygulamaktadır. 8.000 HKD üzerindeki sanal varlık transferleri için kimlik bilgilerinin paylaşılması zorunlu hale getirilmiş, lisanssız faaliyetler için ağır cezalar (7 yıla kadar hapis ve yüksek para cezaları) getirilmiştir. Ayrıca, stablecoin düzenlemeleri ve sanal varlık saklama hizmetlerine yönelik ek denetimler geliştirilmiştir.

Türkiye

Mevcut MASAK ve 2024 yılı SPK düzenlemeleri kapsamında, 5549 Sayılı Kanun ile kripto varlık hizmet sağlayıcıları (KVHS) yükümlü kabul edilmiş olup, müşterinin tanınması, şüpheli işlem bildirim (ŞİB) ve kayıt tutma gibi tedbirler öngörülmektedir. 2024 yılında SPK tarafından yayımlanan düzenlemeler, kripto hizmet sağlayıcılarının izinsiz faaliyetlerini engellemeyi ve faaliyet kapsamına giren kuruluşlar için kripto AML ve uyum sorumluluklarını düzenlemeyi hedeflemektedir. Bu düzenleme ile ŞİB Rehberi kapsamına KVHS'ler de dahil edilmiş ve bu kuruluşlara, gerekli uyum ve kripto AML altyapılarını kurarak faal olarak işletme ve ŞİB Rehberi çerçevesinde bildirimde bulunma yükümlülüğü getirilmiştir. Ayrıca, her kripto varlık işlemi için AML süreçlerinin uygulanmasını zorunlu kılan bu düzenleme, yaptırım tarama ve PEP kontrolleri gibi önlemlerle suistimalleri önlemeyi ve küresel standartlara uyumu sağlamayı amaçlamaktadır.

4.1.4 KVHS'lere Yönelik Yükümlülükler

KVHS'lerin ulusal otoritelerden lisans alması zorunlu olup, bu kuruluşlar müşteri işlemlerini izleme, risk değerlendirmesi yapma ve şüpheli aktiviteleri raporlama yükümlülüğüne sahiptir. KVHS'ler, müşteri kimliğinin doğrulanmasını (KYC) ve sürekli izleme süreçlerini (CDD) eksiksiz uygulamakla yükümlüdür. Ayrıca, işlemlerde kaynak ve alıcı bilgilerinin korunması ve güvenli bir şekilde aktarılması, veri güvenliği açısından kritik bir gereklilik olarak belirlenmiştir.

4.1.5 Küresel Uyum ve Gelecek Perspektifi

Merkeziyetsiz finans, anonimleştirici teknolojiler ve stablecoinler, mevcut AML çerçevelerini zorlamaktadır. Ancak bu riskler, düzenlemelerin geliştirilmesiyle kontrol altına alınabilir.

Kripto AML özelinde farklı kuruluşlarca yerel veya küresel seviyede istihbarat içeriği sağlanarak kripto AML işlemlerinin farklı blokzincirler üzerinde takip edilmesi sağlanmaktadır. Farklı metodolojiler ile bu içerikler tarama ve izleme araçları olarak düzenlenmiş ve kripto AML uygulamaları olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle bu araçlar sayesinde kripto Varlıklar özelinde uyum, AML ve CTF çalışmaları yürütülmektedir.

4.2. Dijital Varlıklar için AML Tanımı ve Kapsamı

Dijital varlıklar, geleneksel finansal sistemden bağımsız, dijital ortamda alınıp satılabilen ve genellikle blockchain teknolojisiyle desteklenen değer birimleridir. Kripto paralar en bilinen dijital varlıklardır, ancak tokenlar, dijital menkul kıymetler ve diğer blockchain tabanlı varlıklar da bu kategoride yer alır. Dijital varlıkların hızla yaygınlaşması, finansal sistemlerde önemli dönüşümlere yol açmış, ancak aynı zamanda suç faaliyetlerinin ve kara para aklama (AML) risklerinin artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, dijital varlıklar için AML (Anti-Money Laundering/Kara Para Aklamayı Önleme) regülasyonlarının geliştirilmesi, küresel finansal istikrarın korunması adına kritik bir öneme sahiptir.

4.2.1. Dijital Varlıklar ve Kara Para Aklama (AML)

Kara para aklama (AML), yasa dışı yollarla elde edilen gelirlerin, finansal sisteme entegre edilerek kaynağının gizlenmesi sürecidir. Kripto paralar ve dijital varlıklar, bu tür faaliyetler için potansiyel bir araç oluşturabilir. Çünkü dijital varlıklar anonimlik sağlayabilir, sınırları aşarak küresel transferlere imkan verir ve geleneksel finansal denetim mekanizmalarından kaçabilir.

Kara para aklama risklerini en aza indirmek için dijital varlık hizmet sağlayıcılarının, tıpkı geleneksel finansal kurumlar gibi AML politikaları geliştirmeleri, uygulamaları ve bu politikalara uygun faaliyet göstermeleri gerekmektedir. Bu, hem kullanıcı güvenliğini sağlamak hem de regülasyonlarla uyumu temin etmek adına önemlidir. Dijital varlıklar için AML stratejileri, özellikle şeffaflık, denetim ve izlenebilirlik gibi kavramlar etrafında şekillenir.

Dijital varlıklar için AML uygulamaları, genellikle aşağıdaki ana unsurları içerir:

- **Müşteri Tanıma (KYC - Know Your Customer):**

Dijital varlık sağlayıcıları, hizmetlerini kullanan her bireyi ve kuruluşu tanımak zorundadır. KYC, kimlik doğrulama ve adres doğrulama işlemlerini kapsar.

- **Şüpheli İşlem Raporlama (STR - Suspicious Transaction Reporting):**

Eğer bir işlem şüpheli görülüyorsa, bu işlem ilgili düzenleyici kurumlara rapor edilmelidir. Dijital varlık sağlayıcıları, platformlarındaki şüpheli faaliyetleri izlemek ve raporlamakla yükümlüdür.

- **İzlenebilirlik ve Şeffaflık:**

Dijital varlıklar, blockchain üzerinde işlem yaptığı için, yapılan her işlem genellikle şeffaf bir şekilde kaydedilir. Bu, düzenleyici kurumların kara para aklama faaliyetlerini tespit etmelerini kolaylaştırabilir. Ancak anonim kripto para türleri (örneğin Monero ve Zcash) AML zorluklarını artırmaktadır.

- **Risk Bazlı Yaklaşım:** AML uygulamaları, her işlem için risk değerlendirmesi yapılmasını gerektirir. Yüksek riskli müşteriler için daha sıkı kontroller ve denetimler uygulanmalıdır.

- **Eğitim ve Farkındalık:** Dijital varlık sağlayıcılarının, çalışanlarını ve kullanıcılarını kara para aklama konusunda eğitmeleri gerekmektedir. Ayrıca, sistemlerin düzenli olarak güncellenmesi ve potansiyel risklerin izlenmesi önemlidir.

4.2.2. Örnek Kripto AML Uygulamaları

Kripto AML hizmet sağlayıcılarının çalışma prensiplerinde blockchain analitik araçlarının kullanımı büyük bir yer tutar. Bu araçlar, kripto işlemlerinin izlenebilirliğini artırmak için kullanılır. Kripto ve dijital varlık cüzdanların bağlantılı olduğu adresler ve işlem geçmişi incelenerek şüpheli aktiviteler belirlenir. İşlemlerin izlenmesi ve hangi adreslerin aynı kullanıcıya ait olduğunu anlamak için veriler toplanır ve gruplanır. Belirli adreslerin darknet pazarları, fidye yazılım grupları veya yaptırıma tabi kuruluşlarla bağlantılı olup olmadığı değerlendirilir. Bu kapsamlı istihbarat çalışması "ilişkilendirme" olarak adlandırılır ve söz konusu hizmet sağlayıcıların saha ekiplerince yapılmaktadır. Bu çalışma için iki farklı metodoloji benimsenmiştir.

a. Olasılıksal atıf metodolojisi, kripto Kara Para Aklama (AML) çalışmalarında, bir kripto para işleminin veya adresinin yasa dışı faaliyetlerle ilişkilendirilme olasılığını değerlendirmek ve tanımlamak için kullanılan gelişmiş bir analitik yaklaşımdır. Doğrudan kanıtlara dayanan belirleyici (deterministik) yöntemlerden farklı olarak, olasılıksal atıf belirsizliği ve istatistiksel çıkarımı dikkate alır. Bu durum, blokzinciri işlemlerinin karmaşık ve opak doğasına karşı etkili olmasını sağlar.

Önsel Olasılık (Prior Probability): Tarihsel verilere dayanarak, bir işlemin veya adresin yasa dışı olma olasılığına dair başlangıç puanı belirlenir. Örneğin, bilinen karıştırıcılarla ilişkili adresler daha yüksek önsel olasılıkla başlar.

Olasılık Güncellemesi: Yeni veriler (ör. sonraki işlemler veya kümelenme analizi) mevcut oldukça, olasılıklar Bayes çıkarımı ile dinamik olarak güncellenir.

$$P(\text{Yasa Ds}_i | \text{Veri}) = P(\text{Veri} | \text{Yasa Ds}_i) \times P(\text{Yasa Ds}_i) / P(\text{Veri})$$

Formül

Bu yöntem, bir adresin veya işlemin yasa dışı faaliyetlerle bağlantılı olma ihtimaline dair güven düzeyini iyileştirir.

Olasılıksal atıf metodolojisi TRM Labs, Merkle Science, Crystal Intelligence, Chainalysis, MasterCard Crypto gibi birçok kripto AML içerik sağlayıcı tarafından kullanılmaktadır.

b. Deterministik atıf metodolojisi, kripto Kara Para Aklama (AML) süreçlerinde, bir blok zinciri işlemini veya cüzdan adresini yasa dışı faaliyetlerle kesin bir şekilde ilişkilendirmek için kullanılan analitik bir yaklaşımdır. Bu yöntem, doğrudan kanıtlara dayanır ve genellikle açık bir bağlantı ya da somut veri gerektirir. Basit ama güçlü bir yöntem olarak, kesinlik ve doğruluk arayan durumlar için ideal bir tercih olarak kabul edilir.

Bu yöntem küresel piyasada Kanada bazlı Blockchain Intelligence Group (BIG) tarafından sunulan kripto AML çözümü kapsamında uygulanmaktadır. Ülkemizde önde gelen bankalar ve kripto para borsaları tarafından tercih edilmiştir.

Dünya çapındaki örnek uygulamalar değerlendirildiğinde banka ve diğer KVHS'ler tarafından birden fazla kripto AML içerik sağlayıcı ile çalışmakta olduğu gözlemlenmiştir. Bu sayede kripto AML içerik sağlayıcıları hem teknik ya da operasyonel hizmet kesintisine karşı birbirlerine yedeklenir hem de bir sağlayıcının yakalayıp başka sağlayıcının yakalayamadığı istihbarat verilerinin gözden kaçması engellenir.

Global piyasa da TRM Labs, BIG, Merkle Science, Crystal Intelligence, MasterCard Crypto, Chainalysis, Elliptic kullanılan uygulamalara örnek gösterilebilir.

4.2.3 Kripto AML kullanımı vaka analizi

TRM Labs, kripto varlık dünyasında yasa dışı faaliyetlerin izlenmesi ve önlenmesine yönelik çözümleriyle, Cryptonator operasyonunda kritik bir rol oynamıştır. ABD ve Almanya'nın iş birliğiyle yürütülen bu operasyon, yasa dışı işlem hacimleriyle dikkat çeken Cryptonator adlı kripto cüzdan platformunu hedef almıştır. TRM Labs'ın sunduğu blockchain istihbarat araçları, platformun 1.4 milyar dolarlık işlem ağını inceleyerek, karanlık ağ pazarları, fidye yazılım grupları ve yaptırıma tabi adreslerle olan ilişkilerini ortaya çıkarmada kilit öneme sahip olmuştur.

TRM Labs, kara para aklama (AML) kontrollerinin eksikliği nedeniyle Cryptonator'ın faaliyetlerini izlemek için ileri analiz teknikleri kullanmıştır. Blockchain üzerindeki para akışlarını görselleştiren TRM araçları, kullanıcıların yasa dışı fonları nasıl transfer ettiğini ve karıştırma hizmetleri aracılığıyla izlerini nasıl gizlediklerini detaylandırmıştır. Bu bilgiler, Roman Pikulev'in suç gelirlerini bilerek barındırdığı ve yasa dışı pazarlarla işbirliği yaptığını doğrulamıştır. TRM Labs'ın çözüm odaklı teknolojisi, uluslararası hukuki işbirliğine güçlü bir zemin hazırlamıştır.

Cryptonator vakası, TRM Labs'ın blockchain analiz teknolojilerinin etkinliğini ve küresel düzenleyici işbirliğinde oynadığı öncü rolü açıkça ortaya koymaktadır. TRM Labs'ın sunduğu AML uyumluluğu araçları, yalnızca yasa dışı faaliyetlerin izlenmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kripto ekosisteminin daha şeffaf ve güvenilir bir yapıya kavuşmasına da katkıda bulunmaktadır. Bu vaka, TRM Labs'ın kripto dünyasındaki karmaşık sorunlara yenilikçi çözümler sunma kapasitesini bir kez daha kanıtlamıştır.

Kripto Cüzdanı Cryptonator vakasının Geçmişine dair bilgiler aşağıda yer almaktadır.:

ABD ve Almanya, uluslararası bir iş birliği çerçevesinde Cryptonator adlı çevrimiçi kripto cüzdan platformunu ele geçirdi ve platformun yöneticisi Roman Pikulev'i kara para aklama suçlamasıyla yargılama sürecini başlattı. 2014 yılında faaliyete geçen Cryptonator, kullanıcılarına anonim işlem yapma imkânı sunarak \$1.4 milyar değerinde 4 milyondan fazla işlem gerçekleştirdi. Platform, özellikle karanlık ağ pazarları, fidye yazılım grupları ve dolandırıcılık ağları tarafından tercih edilmekteydi.



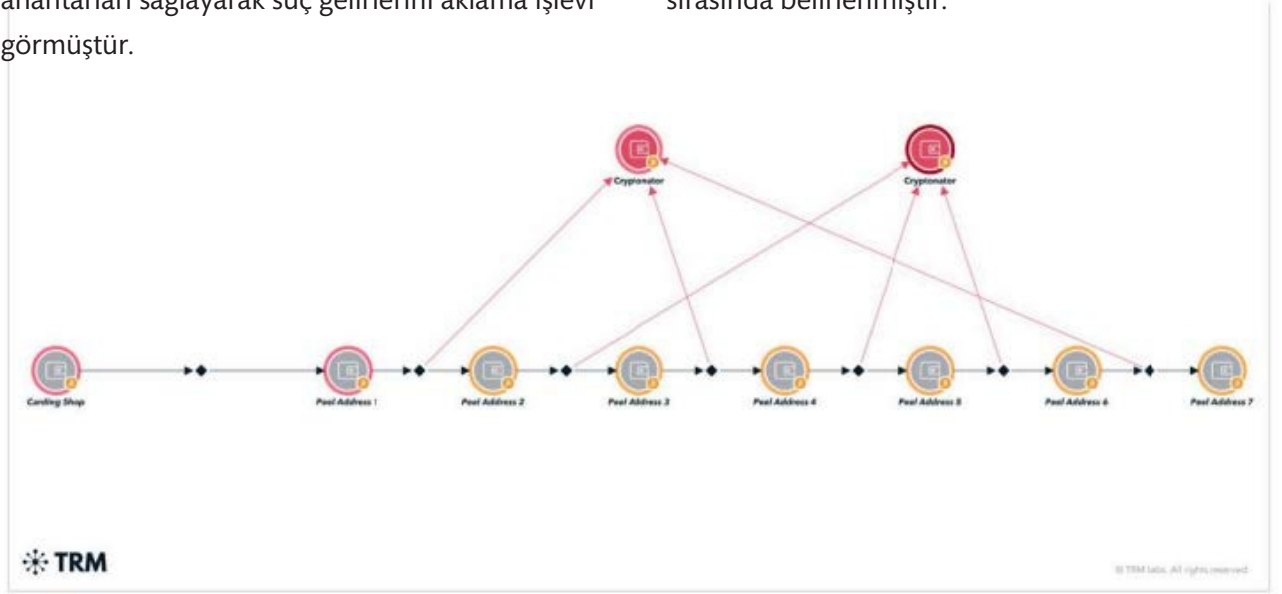
Cryptonator'ın yüksek risk içeren işlem bağlantıları: darknet pazarları, fidye yazılım grupları, hack adresleri.

Vakada öne sürülen iddialar aşağıda yer almaktadır:

- AML Kontrolleri yetersizdir. Cryptonator, kullanıcılarının yalnızca kullanıcı adı ve şifreyle anonim hesap açmasına izin vererek FinCEN (ABD Mali Suçlar İcra Ağı) kaydını ihmal etmiştir.
- Hukuksuz API Entegrasyonları yapılmıştır. Platform, karanlık ağ marketlerine API erişim anahtarları sağlayarak suç gelirlerini aklama işlevi görmüştür.

- Suç Gelirleri bilerek barındırılmıştır. İddialara göre Pikulev, platformun yasadışı faaliyetlerden elde edilen fonları sakladığını biliyor ve desteklemektedir.

Cryptonator'ın risk bağlantıları: \$25M darknet pazarları ve dolandırıcılık mağazalarına, \$80M yüksek riskli borsalara, \$71M yaptırıma tabi adreslere, \$34M kripto karıştırma hizmetlerine (mixer), \$54M hack ve kripto hırsızlıklarına yapıldığı TRM Labs'in analizi sırasında belirlenmiştir.



TRM Labs grafik ön yüzünde gösterildiği gibi, aklama tekniklerinden biri yasa dışı gelirlerin bir "mixer" de işlem görmesi ve zincir değiştirilmesi

Bu vaka, blockchain istihbarat araçlarının suç gelirlerini izleme ve durdurma potansiyelini gözler önüne serdi. ABD, Almanya ve diğer ülkelerin işbirliği ile gerçekleşen operasyon, suç faaliyetlerine karşı uluslararası düzenlemelerin önemini ortaya çıkardı.

Öne çıkan adımlar, Blockchain izleme teknikleriyle bağlantılı adreslerin tespiti, platformun fiziksel varlıklarının ve dijital altyapısının ele geçirilmesi, suç gelirlerine aracılık eden diğer taraflara yönelik araştırmaların başlatılması olarak özetlenebilir.

Sonuç olarak, Cryptonator vakası, kripto varlık hizmet sağlayıcılarının AML uyumluluğunun önemini ortaya koymaktadır. Süreçte KYC çok büyük öneme sahiptir ve Kripto platformlarının kullanıcı kimliklerini doğrulaması şarttır. KVHS'nin işlemleri finansal suçları önlemek için denetime açık olmalıdır. Ayrıca, teknolojik uyum sırasında Seyahat Kuralı gibi AML standartlarını karşılayan teknolojiler geliştirilmelidir. Bu vaka, kripto para ekosisteminde düzenlemelerin küresel uyum ve güvenliği artırmadaki kritik rolünü vurgulamaktadır. Özellikle, karanlık ağ faaliyetleri, fidye yazılımı ve diğer yüksek riskli işlemlere karşı AML tedbirlerinin sıkılaştırılması, gelecekte benzer olayların önüne geçmek için hayati öneme sahiptir.

5. MENKUL KIYMET TOKENİZASYONUNUN SAKLAMA VE TAKAS HİZMETİ BAKIMINDAN HUKUKİ DEĞERLENDİRMESİ

5.1. Menkul Kıymet Tokenizasyonunun Hukuki Çerçevesine Giriş

Menkul kıymetlerin tokenizasyonu, finansal piyasalarda daha şeffaf, verimli ve erişilebilir bir yapı oluşturma potansiyeline sahip olsa da, bu süreçlerin hukuki niteliği ve düzenleyici hukuki çerçevesi henüz tam olarak netleşmemiştir. OECD'nin raporuna göre, tokenizasyonun ölçeklenebilir ve yaygın bir finansal teknoloji haline gelebilmesi için farklı alanları ilgilendiren pek çok hukuki sorunun yanıtlanması gerekmektedir. Bu soruların başında, token sahipliğinin her zaman token'a dayanak teşkil eden varlık üzerinde mülkiyet hakkı sağlamaması, akıllı sözleşmelerin hukuki niteliğinin belirsizliği ve dağıtık defter teknolojileri ile gerçekleştirilen işlemlerin kesin mutabakat (settlement finality) açısından sınırlarının netleşmemiş olması gelmektedir (OECD, 2025).

Global düzeyde yasal düzenlemelerin birbirinden farklı olması ve sınır ötesi işlemlerde ortaya çıkan uyumsuzluklar, tokenizasyon projelerinin uygulanabilirliği konusunda ek zorluklar yaratmaktadır. Örneğin, bazı yargı çevrelerinde dağıtık defter üzerinde bir menkul kıymet tokeninin sahipliğinin değişmesi, düzenlenmiş bir aracı kurum tarafından geleneksel sistemde (off-chain) tescil edilmediği sürece hukuken geçerli kabul edilmemektedir. Bu durum, işlemleri basitleştirmek yerine süreçleri daha karmaşık hale getirebilecek hukuki ve operasyonel koordinasyon sorunları doğurmaktadır. Ayrıca, bazı ülkelerde dijital varlıkların özel hukuk açısından eşya olarak tanınıp tanınmadığı konusunda belirsizlikler bulunmaktadır.

Bu belirsizlikler, yatırımcıların tokenize edilmiş varlıklar üzerindeki haklarının hukuki dayanağını, tokenlerin haczedilebilir olup olmadığını, iflas durumunda yatırımcıların alacaklarına dair sıralamayı ve bir saklama kuruluşunun iflası halinde token sahiplerinin varlığa erişim hakkını doğrudan etkilemektedir.

Bunun yanı sıra, OECD raporu, tokenizasyon süreçlerinde teknoloji ve siber güvenlik riskleri, AML/CFT (kara para aklama ve terör finansmanı ile mücadele) uyumluluğu, piyasa ve yatırımcı koruma mekanizmalarındaki eksiklikler, işlem süreçlerinde kontrol mekanizmalarına dair görünmezlik, menfaat çatışmaları ve manipülasyon riskleri gibi konuların da dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (OECD, 2025). Özellikle akıllı sözleşmelere dayalı işlemler, kod hataları, özel anahtarın ele geçirilmesi gibi operasyonel riskler içermektedir. Geleneksel finansal düzenlemeler, bu tür riskleri belirli ölçüde ele alsa da, DLT tabanlı finans ile geleneksel finans arasındaki kurumsal ve işleyiş farkları, bazı yargı çevrelerinde geleneksel finans bakımından mevcut düzenlemelerin doğrudan tokenizasyon süreçlerine uygulanmasını zorlaştırmaktadır.

IMF de, finansal piyasalardaki verimsizliklerin giderilmesinde hukuki düzenlemelerin kritik bir rol oynadığını ve tokenizasyonun avantajlarını en üst düzeye çıkarırken olası olumsuz etkilerini azaltmak için düzenleyici çerçevenin teknolojik gelişmelere adapte edilmesi gerektiğini belirtmektedir (IMF, 2025). Bu bağlamda, mevcut hukuk sistemlerinin, hem tokenizasyonun sunduğu fırsatları destekleyecek hem de yeni ortaya çıkan riskleri yönetebilecek şekilde güncellenmesi kaçınılmazdır. Tokenize menkul kıymetlerin saklama ve takas süreçlerinde güvenli, uyumlu ve hukuki açıdan kesinliği sağlanmış bir yapı oluşturulması, finansal piyasaların sürdürülebilirliği ve yatırımcı güveni açısından büyük önem taşımaktadır.

5.2. Kripto Varlıklarda Takas ve Saklama Hizmetlerinin Ülkemizdeki Regülasyon Süreci

5.2.1. Giriş

Ülkemizde kripto varlıklar ile ilgili yasal düzenlemeler, kripto varlıklarla tanıştıktan ve hatta kripto varlıklar yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandıktan sonra getirilmiş, bu itibarla da mevcut fiili durumu regüle ederek belirli kurallar bütününe tabi kılma şeklinde gerçekleşmiştir. Yasal bir düzenleme yapılıncaya kadar, kullanımda olan kripto varlıklar hakkında bir kısım kurum ve kuruluş tarafından yayımlanan düzenlemeler ile alınan ilke kararları yol gösterici olmuş, kripto varlıkların tanımı, niteliği ve işleviyle ilgili hususlarda anılan metinlere göre hareket edilmiştir.

Kripto varlıklar ülkemizde 02 Temmuz 2024 tarih ve 32590 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 7518 sayılı Sermaye Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile yasa nezdinde bir düzenlemeye kavuşmuştur. Kripto varlıklar ile ilgili münhasır ve müstakil bir yasal düzenleme yerine yürürlükte bulunan 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu’nda değişiklik yapılmış ve kripto varlıklar 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu içeriğine eklenmiştir. Buradan hareketle yasada kripto varlıklar alanında düzenleyici ve denetleyici kurum olarak SPK işaret edilerek ikincil düzenlemeler konusunda SPK görevli ve yetkili kılınmıştır. Yeri gelmişken belirtmek gerekir ki; her ne kadar kripto varlıklar konusunda yasada SPK görevlendirilmiş ise de kripto varlıkların niteliğine ve kullanıldığı alanlara istinaden ve 6362 Sayılı Kanun’da değişiklik yapılmasından önce Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), Mali Suçları Araştırma Kurumu (MASAK) gibi kurum ve kuruluşlar da kripto varlıklarla ilgili kendi görev ve yetki alanlarında birtakım düzenlemeler yayımlamışlardır.

Sermaye Piyasası Kanunu’nda değişikliklere yönelik olarak SPK tarafından hazırlanan ikincil düzenleme niteliğindeki III-35/B.1 sayılı Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıların Kuruluş ve Faaliyet Esasları Hakkında Tebliği (III-35/B.1 sayılı Tebliğ) ve III-35/B.2 sayılı Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıların Çalışma Usul ve Esasları ile Sermaye Yeterliliği Hakkında Tebliği (III-35/B.2 sayılı Tebliğ) 13 Mart 2025 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanmıştır.

III-35/B.1 sayılı Tebliğ ile birlikte, Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıların (KVHS) kuruluş izinleri, faaliyet izinleri ve KVHS’lerin tabi olduğu diğer düzenlemeler detaylı bir şekilde belirlenmiş olup III-35/B.2 sayılı Tebliği uyarınca ise KVHS’lerin sermaye yeterlilikleri ve faaliyetlerine ilişkin özel düzenlemeler getirilmiştir.

5.2.2. Kripto Varlık

Kanun koyucu, kripto varlığı *“dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak elektronik olarak oluşturulup saklanabilen, dijital ağlar üzerinden dağıtımını yapılan ve değer veya hak ifade edebilen gayri maddi varlıklar”* olarak tanımlamıştır (T.C. Resmi Gazete, 13Mart 2025, sayı: 32840). Hukukumuzda *“gayri maddi varlık”* ibaresi daha çok fikri ve sınai mülkiyete konu varlıkların kullanım hakkını ifade etmekte ve bu haklar için kullanılmakta olsa da kanun koyucu, kripto varlıklar için gayri maddi varlık tanımını tercih etmiş ve yasada kripto varlıkları gayri maddi varlık olarak nitelendirmiştir.

Bu düzenleme ile kanun koyucu kripto varlıkları gayri maddi varlık olarak tanımlamış ancak kripto varlıkların *“sermaye piyasası aracı”* olarak kabul edileceğine dair bir düzenleme getirmemiştir. Gayri maddi varlık tanımı ile menkul kıymet olarak kabul edilmeyen ve yasadaki menkul kıymet özelliklerini de haiz olmayan kripto varlıklar, sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilemeyecektir.

Kripto varlıkların sermaye piyasası aracı olduğuna dair bugüne kadar SPK tarafından yapılan bir düzenleme ya da alınan bir karar yoktur. Keza 6362 Sayılı Kanun'da yapılan değişiklikten önce 16 Nisan 2021 tarihli 31456 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan ve TCMB tarafından hazırlanan Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik'in 3. maddesinde; "bu yönetmeliğin uygulanmasında kripto varlık, dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlıkları ifade eder" hükmü getirilmiş ve kripto varlıkların bir ödeme ve/veya sermaye piyasası aracı olmadıklarına işaret edilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 16 Nisan 2021, sayı: 31456).

5.2.3. Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıları

Yapılan yasal düzenleme ile mevzuatta kripto varlığın yer alması, kripto varlık konusundaki hizmetlerin düzenlenmesini de zorunlu kılmış ve kripto varlık hizmetlerine ilişkin tanımlama ve düzenlemeler getirilmiştir. Buna göre; 6362 Sayılı Kanun'un 3. Maddesine eklemeler yapılarak kripto varlık, cüzdan (sıcak ve soğuk cüzdan), kripto varlık hizmet sağlayıcı, kripto varlık platformu ve kripto varlık saklama hizmetine dair tanımlamalar yapılmıştır (T.C. Resmi Gazete, 2 Temmuz 2024, sayı: 32590). III-35/B.1 sayılı Tebliğ ve III-35/B.2 sayılı Tebliğ ile de söz konusu tanımlamalar genişletilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 13 Mart 2025, sayı 32840).

III-35/B.1 sayılı Tebliğ ve III-35/B.2 sayılı Tebliğ uyarınca, KVHS, "kripto varlık saklama hizmeti sağlayan kuruluşları ve kripto varlıklarının ilk satış ya da dağıtımını dâhil olmak üzere kripto varlıklarla ilgili olarak hizmet sağlamak üzere belirlenmiş diğer kuruluşlar" olarak tanımlamış,

kripto varlık alıŖ/satıŖ, ihraç, dağıtım, transfer, takas ve saklama hizmetleri veren kuruluşları kripto varlık hizmet sağlayıcı olarak kabul etmiştir.

Bununla birlikte düzenlemeler, kripto varlık saklama hizmetine dair "müşterilerin kripto varlıklarının veya bu varlıklara ilişkin cüzdandan transfer hakkı sağlayan özel anahtarların saklanması, yönetimini veya Kurulca belirlenecek diğer saklama hizmetlerini" şeklinde münhasır bir tanım yaparak saklama hizmetini diğer hizmetlerden ayırmış ve Kripto Varlık Saklama Hizmeti Sağlayıcısı (KVSHS) kavramı doğmuştur (T.C. Resmi Gazete, 13 Mart 2025, sayı: 32840). Buna göre kanun koyucu, kripto varlık saklama hizmetini sağlayacak hizmet sağlayıcıyı ayrı tutmuş, kripto varlık hizmeti sağlayan her kuruluşu saklama hizmeti açısından mezun kılmamıştır.

6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'na 7518 Sayılı Kanun'la eklenen 35/B maddesi de KVHS'ler ile ilgili düzenlemeler getirmiştir. KVHS'lerin; kuruluşu ve faaliyete başlaması, faaliyetleri sırasında uymaları gereken ilke ve esaslar, ortaklarında aranan nitelikler, mali ve finansal yapıları, pay devrine ilişkin kurallar, oluşturulması gerekli iş birimleri, teknolojik altyapıları gibi konular düzenlenmiştir.

7518 Sayılı Kanun ile 6362 sayılı Kanun ve Tebliğler kapsamında faaliyet gösterecek KVHS'ler bakımından düzenleme ve denetleme yetkisi SPK'ye verilmiştir. Buna göre SPK; gerek 7518 Sayılı Kanun'un yürürlüğe girmesinden sonra kripto varlık hizmet sağlayıcılığı alanında faaliyet göstermek isteyen kuruluşlar gerekse de 7518 Sayılı Kanun'un yürürlüğe girdiği tarihte halihazırda kripto varlık hizmet sağlayıcılığı alanında faaliyet gösteren kuruluşların kuruluş ve faaliyet izinleri de dahil yasada belirtilen hususlarda ikincil düzenlemeler yapma yetkisini haizdir.

Bununla birlikte 1 Mayıs 2021 tarih ve 31471 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik ile KVHS’ler de suç gelirlerinin aklanması ve terörün finansmanının önlenmesi hususunda 5549 Sayılı Kanun kapsamında “yükümlü” olarak belirlenmiş ise de henüz KVHS tanımı yapılmamış olduğundan bu konuda bir boşluk mevcuttu (T.C. Resmi Gazete, 1 Mayıs 2021, sayı: 31471).

Keza yine 7518 Sayılı Kanun’un yürürlüğünden önce KVHS’lerin yükümlü kabul edilmesine istinaden MASAK da KVHS’ler için suç gelirlerinin aklanmasının ve terörizmin finansmanının önlenmesine ilişkin esaslar kapsamında KVHS’ler için Şüpheli İşlem Bildirim Rehberi yayımlamıştı (MASAK, 2024).

7518 Sayılı Kanun’un yürürlüğe girmesiyle 6362 Sayılı Kanun’da KVHS tanımı yapıldıktan sonra mevzuattaki boşluk ortadan kalkmış ve düzenlenen hususlar ile KVHS’ler arasındaki bağlantı da tamamlanmıştı.

Mevzuat ve SPK tarafından belirlenen usul ve esaslara aykırı faaliyet gösteren kuruluşlar ile hukuka aykırı faaliyet gösteren KVHS’lere ilişkin alınacak tedbirler, uygulanacak yaptırımlar ile KVHS’lerin denetimi de yine 6362 Sayılı Kanun’un 7518 Sayılı Kanun’la ek 99/A ve 99/B maddelerinde, III-35/B.1 sayılı Tebliğ ve III-35/B.2 sayılı Tebliğ’inde düzenlenmiştir.

5.2.4. Kripto Varlık Takas Ve Saklama Hizmetleri

III-35/B.1 sayılı Tebliğ ve III-35/B.2 sayılı Tebliğ uyarınca kripto varlık saklama hizmeti; “müşterilerin kripto varlıklarının veya bu varlıklara ilişkin cüzdandan transfer hakkı sağlayan özel anahtarların saklanması, yönetimini veya Kurulca belirlenecek diğer saklama hizmetlerini” olarak tanımlanmıştır. Bu doğrultuda, “Platform” tanımı “kripto varlık alım satım, ilk satış ya da dağıtım, takas, transfer, bunların gerektirdiği saklama ve belirlenebilecek diğer işlemlerin bir veya daha fazlasının gerçekleştirildiği kuruluşlar”

şeklindeki yapılmış olup kripto varlıkların takas hizmetinin Platformlar aracılığı ile yapılabileceği düzenlenmiştir (T.C. Resmi Gazete, 13 Mart 2025, sayı: 32840).

6362 sayılı Kanun’na 7518 Sayılı Kanun’la eklenen 35/C maddesinde ve III-35/B.1 sayılı Tebliğ’de; KVHS’lerin faaliyetleri ile kripto varlıkların saklanması ve transferlerine ilişkin esaslar düzenlenmiştir. Buna göre; KVHS’ler tüm müşterilerinin işlem ve transfer kayıtlarını güvenli, erişilebilir ve takip edilebilir şekilde tutmakla yükümlüdür. Gönderici ve alıcıya ilişkin detayları içeren transfer kayıtları, belirlenecek sürelerde ve belirlenecek mesajlaşma/iletişim yöntemleriyle SPK ve MASAK’a iletilir. Bu düzenleme FATF (*Financial Action Task Force*) metinlerinde ifade edilen ve AB’nin MiCA (*Markets in Crypto-Assets Regulation*) mevzuatında yer alan Transfer Kuralları (*Travel Rule*) düzenlemelerinin Türkiye’deki karşılığı olarak yorumlanabilir. Aynı şekilde KVHS’ler de diğer finansal kuruluşlar gibi uzaktan müşteri edinebilirler. Uzaktan müşteri edinim süreçlerinde 5549 Sayılı Kanun’a uygun şekilde, yayımlanan yönetmelik, tebliğ ve rehberler doğrultusunda KYC (*Know Your Customer*) ve AML (*Anti Money Laundering*) kontrollerini gerçekleştirmek zorundadırlar.

Müşterilerin nakit ve kripto varlıkları KVHS’nin malvarlığından ayrıdır ve kayıtlar buna göre tutulur. Platformlar, müşterilerinin nakit varlıklarını bankalarda, kripto varlıklarını ise KVSHS’lerde saklamakla yükümlüdür.

KVSHS olmak için banka ya da platform olma zorunluluğu bulunmamaktadır. Banka harici diğer kuruluşlar da saklama hizmeti sağlayabilmek için SPK’ye başvurabilirler. Kuruluş ve faaliyet izinlerini tamamladıktan sonra KVSHS olarak faaliyet gösterebilirler. Keza kripto varlık saklama hizmeti banka hüviyeti altında sağlanabileceği gibi ayrı bir iştirak kurularak da sağlanabilir.

5.2.5 Regüle Edilmesi Gerekli Alanlar

Kripto varlıklar ile ilgili regülasyon süreci 13 Mart 2025 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan ikincil düzenlemelerle birlikte Tebliğler ile hız kazanmıştır. Bununla birlikte, sektörün dinamik yapısı ve gelişen teknolojiler göz önünde bulundurulduğunda, mevcut düzenlemelerin uygulama süreci içerisinde ortaya çıkabilecek ihtiyaçlar doğrultusunda regülasyon kapsamının genişletilmesi gerekebilecektir. Bir başka anlatımla yayımlanan ikincil düzenlemeler sonrasında uygulamada karşılaşılabilecek durumlara göre regüle edilmesi gereken alanlarla ilgili daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilecektir.

5.3. Dünyadaki Hukuki Gelişmeler ve Mevcut Durum (KDK)

Menkul kıymet tokenizasyonu, varlıkların dijital tokenlere dönüştürülmesiyle yatırım süreçlerini daha erişilebilir, hızlı ve şeffaf hale getirirken, finans sektöründe özellikle fon endüstrisinde önemli bir artış göstermektedir. Dağıtık defter teknolojisi ve blokzinciri altyapısına dayanan bu yenilik, ihraç maliyetlerini azaltma ve aracılık süreçlerini ortadan kaldırma gibi avantajlar sunarken, yasal belirsizlikler, piyasa altyapı gereklilikleri ve teknik zorluklar gibi engellerle karşılaşmaktadır.

Menkul kıymet tokenizasyonunun hızla gelişmesi, yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda düzenleyici iş birliklerini de gerektirmektedir. Bu bağlamda, yatırımcının korunması, kara para aklama ve terörizm finansmanı için önleyici çözümler oluşturma bakımından uluslararası standartlar belirleyen ve küresel iş birliğine yönelik Finansal İstikrar Kurulu (FSB) ve Mali Eylem Görev Gücü (FATF) gibi organizasyonlar, tokenizasyon süreçlerinin düzenlenmesi ve küresel iş birliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Avrupa Birliği (AB), Japonya, Kanada ve İsrail gibi bölgelerdeki düzenleyici yaklaşımlar ve uygulamalar, bu teknolojinin küresel finansal sisteme entegrasyonunu anlamak ve gelecekteki potansiyelini değerlendirmek için önemli ipuçları sunmaktadır.

5.3.1. Menkul Kıymet Tokenizasyonunda İkincil Piyasalar

Bugüne kadar tokenizasyon girişimlerinin çoğu finansal araçların birincil piyasalarda ihracına odaklanmıştır. Böylelikle tokenize varlıklar için ikincil piyasaların gelişimi sınırlı kalmıştır. Piyasa katılımcıları genellikle yaygın olarak kabul gören bir blokzinciri mutabakat varlığının (nakit ayağı) olmamasını, piyasa altyapısı için gereken önemli ön yatırımları ve çeşitli piyasa katılımcıları arasında iş birliği ihtiyacını temel engeller olarak belirtmektedir. Bu zorluklar, bazı katılımcıların operasyonel karmaşıklıklar nedeniyle DLT uygulama konusundaki isteksizliği ile birleştiğinde, ikincil ticaret platformlarının gelişimini engellemiştir (CSA, Securities Law Implications for Offerings of Tokens).

5.3.2. Menkul Kıymetlerin Tokenizasyonunda Avrupa Birliği Regülasyonları

AB, DLT’nin finansal piyasalar üzerindeki etkisini gözetme konusunda proaktif davranmıştır. Avrupa pazarlarının hukuki istikrarı korunurken DLT’den yararlanabilmesini sağlamak amacıyla Avrupa Komisyonu iki önemli düzenleme oluşturmuştur:

- **Kripto Varlık Piyasaları Yönetmeliği (MiCA):**

Finansal araç olarak kabul edilmeyen kripto varlıkların ihracı ve ticareti için bir çerçeve sağlamaktadır.

- **DLT’ye Dayalı Piyasa Altyapıları için Pilot Rejim (DLT Pilotu):**

Geleneksel finansal araçlar bağlamında DLT’nin kullanımı için denetime tabi bir ortam sağlamaktadır. (EY, Kripto Varlık Düzenlemesi ve Vergiye Yansımaları)

Bu düzenlemeler, DLT kullanımının AB'nin sıkı finansal düzenlemelerine, özellikle de MiFID II kapsamındaki entegre edilmesini sağlarken teknolojinin olanaklarından istifade etmeyi amaçlamaktadır.

MiFID II, finansal piyasalarda şeffaflık unsurunun gerekliliğini vurgulamaktadır. Menkul kıymet tokenleri için bu, işlem öncesi ve sonrası şeffaflık gereklilikleri anlamına gelir. Şirketler, adil ve şeffaf bir pazar sağlamak için fiyat, hacim ve uygulama süresi dahil olmak üzere yapılan ticaretin ayrıntılarını açıklamalıdır. Ayrıca, menkul kıymet tokenlerini içeren tüm işlemleri ilgili düzenleyici makamlara bildirme yükümlülüğü vardır (Directive 2024/790 amending Directive 2014/65/EU (MiFID 2), Article 18). Bu önlemler, piyasa denetiminin geliştirilmesine ve token'ların kötüye kullanılmasının önlenmesine yardımcı olmaktadır.

MiFID II'nin temel hedeflerinden biri yatırımcıları korumaktır. Şirketlerin, sunulan ürünlerin, yatırımcının bilgisi, deneyimi ve mali durumu ile uyumlu olmasını sağlamak için uygunluk değerlendirmeleri yapmaları gerekmektedir. Ayrıca, ihraççılar menkul kıymet tokenlerinin riskleri ve özellikleri hakkında açık ve kapsamlı açıklamalar vasıtasıyla yatırımcıların bilinçli kararlar almasını sağlamalıdır (Directive 2024/790 amending Directive 2014/65/EU (MiFID 2), Article 25).

Menkul kıymet tokenleri, düzenlenmiş piyasalarda veya Çok Taraflı Ticaret Tesisleri (MTF'ler) veya Organize Ticaret Tesisleri (OTF'ler) gibi onaylı ticaret kurumlarında işlem görmelidir. Bu kurumların adil ve düzenli ticareti sürdürmek için MiFID II düzenlemelerine uyması gerekmektedir. Menkul kıymet token'larının alım satımını bu mecraların dışında gerçekleştiren firmalar belirli şeffaflık ve bildirim yükümlülüklerine uymak mecburiyetindedir.

Menkul kıymetlerin tokenizasyonu, özellikle DLT ve akıllı sözleşmelerin kullanımıyla ilgili çeşitli teknik ve yasal zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu teknolojiler yasal olarak uygulanabilir olmalı ve MiFID II'nin gerekliliklerine uymalı, yatırımcı haklarına ve piyasa bütünlüğüne saygı duymaları sağlanmalıdır. Ayrıca, tokenize menkul kıymetlerin dijital yapısı onları bilgisayar korsanlığına ve veri ihlallerine karşı savunmasız hale getirdiğinden, siber güvenlik kritik bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir.

MiFID II, menkul kıymetlerin tokenizasyonu için kapsamlı bir düzenleyici çerçeve sağlayarak bu dijital varlıkların geleneksel finansal araçlarla aynı titizlikle ele alınmasını sağlamaktadır. Menkul kıymet tokenleri piyasası geliştikçe, MiFID II bu varlıkların AB genelinde nasıl düzenlendiğini ve takas edildiğini şekillendirmede önemli bir rol oynamaya devam edecektir.

5.3.3. Menkul Kıymet Tokenizasyonunda Dünya'daki Gelişmeler

5.3.3.1. Amerika

Amerika'da kripto varlık saklama süreçleri, federal ve eyalet yasaları ile düzenlenmekte olup, özellikle Yatırım Danışmanları Yasası Kural 206(4)-2 [17 CFR 275.206(4)-2]'de düzenlenen Saklama Kuralı, müşteri varlıklarının güvenliğini sağlamak amacıyla nitelikli saklama kuruluşlarında tutulmasını şart koşar. Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC)'in 2023'te önerdiği değişiklikler, saklama kapsamını dijital varlıkları da içerecek şekilde genişletmeyi hedeflerken, uyum zorlukları, artan maliyetler ve yatırımcıların offshore platformlara yönelme riski nedeniyle eleştirilmektedir. Ayrıca, kripto varlıkların "menkul kıymet" olarak kabul edilip edilmediğine dair belirsizlikler ve nitelikli saklama kuruluşlarının sınırlı sayıda olması da yatırım danışmanları için uyum sürecini zorlaştırmaktadır. SEC, önerilen değişikliklerin yatırımcıları koruyacağını savunsa da sektörde maliyet artışı ve sınırlı erişim gibi sonuçlara yol açabileceği belirtilmektedir.

5.3.3.2. Japonya

Japonya (Ledger Insights, Tokyo Subsidizes Digital Securities Issuance Costs), tokenizasyon ve dijital menkul kıymetler alanında en aktif yetki bölgelerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Tokyo Büyükşehir Hükümeti, menkul kıymet token ihraçlarını desteklemek amacıyla bir sübvansiyon programı başlatmıştır. Bu program, startup'lar için maliyetlerin üçte ikisini, diğer şirketler için ise yarısını karşılayarak toplamda beş milyon Japon Yeni (JPY) (yaklaşık 32.259 ABD Doları) kadar destek sunmaktadır. Ayrıca, sosyal sorunları çözmeye yönelik veya dijital teknoloji aracılığıyla yeni yatırım deneyimleri sağlayan projeler için bu miktar daha da artırılabilir. Kapsanan maliyetler arasında platform ücretleri, danışmanlık ve sistem geliştirme giderleri yer almaktadır.

Japonya'nın iktidardaki Liberal Demokrat Partisi, web3 alanında aktif bir politika izlemekte ve Japonya'yı bu teknolojinin merkezi haline getirme hedefini benimsemiştir. Bu bağlamda, Japonya'nın eylem planları arasında özel ticaret sistemleri (PTS) üzerinden token dağıtımını teşvik etme ve kamu blok zincirlerinde sabit paraları destekleyen yasal düzenlemeler bulunmaktadır.

Ayrıca, vergi işlemlerinde avantajlar sağlanması, merkezi olmayan özerk kuruluşlar (DAO'lar) ve merkezi olmayan kimliklerin desteklenmesi gibi adımlar da planlar arasındadır. Japonya, menkul kıymet tokenlerinin iki temel faydasını kabul etmektedir: (i) Daha düşük ihraç maliyetleri ve (ii) Aracıların süreçten çıkarılması.

5.3.3.3. Almanya

Boerse Stuttgart Grubu, Avrupa Merkez Bankası (ECB) ve Eurosystem tarafından başlatılan, merkez bankası parasının toptan mutabakatı için DLT denemelerinin ikinci aşamasına katılma planlarını açıklamıştır.

Boerse Stuttgart bu kapsamda, blokzinciri tabanlı bir mutabakat çözümü geliştirmeyi hedeflemektedir. Bundesbank'ın çözümüyle bağlantı kurarak, merkez bankası avrolarını kullanarak tokenize edilmiş menkul kıymetlerin yerleşimini test etmeyi planlanmaktadır. Bu doğrultuda, ECB'nin bazı denemelerinde gerçek para kullanılmakta, bu durumda ise simüle edilmiş bir para kullanılmaktadır.

Denemenin ortakları incelendiğinde Almanya'nın (Ledger Insights, ECB DLT trials: Boerse Stuttgart, Germany's biggest banks to settle tokenized securities) en büyük dört bankası olan Deutsche Bank, Commerzbank, DZ Bank ve LBBW ortaklar arasında bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, Bankhaus Metzler ve V-Bank da denemelere katılmaktadır. Bankalar ticaret ve uzlaşma ortakları olarak hareket edecek ve doğrudan blokzinciri ağına bağlanacaktır.

ECB'nin denemelerdeki temel hedeflerinden birisi ise, teslimata karşılık ödemeyi test etmektir. Bu yöntem, karşı taraf risklerini ortadan kaldırırken tokenize edilmiş menkul kıymetlerin doğrudan bankalara aktarılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, merkezi bir menkul kıymet saklama kuruluşunun etki alanından ve müdahalesi dışında kalmaktadır.

Boerse Stuttgart, 2019'un başlarında ilk kripto para uygulaması olan BISON'u piyasaya sürmüştür. Kısa bir süre geçtikten sonra Axel Springer ve finanzen.net ile Boerse Stuttgart Digital Exchange adı altında bir ortak girişim oluşturmuştur. Bu ortak girişimde Japonya'nın SBI şirketi de yatırımcı olarak yer almaktadır. 2024 yılının Mart ayında, DZ Bank, Boerse Stuttgart'ın 737 topluluk bankası ortağından bazılarına yönelik bir perakende kripto hizmeti için kripto ortağı olacağını duyurmuştur.

Bununla birlikte Boerse Stuttgart, Boerse Stuttgart Digital Custody'ye dönüşen blocknox adlı ilk dijital varlık saklama çözümlerinden birini geliştirmiştir. Saklama kolu ve komisyoncusu EUWAX, ECB DLT denemelerine katılmaktadır.

Boerse Stuttgart Grubu'nun ECB'nin toptan DLT denemelerinin ikinci dalgasında yer aldığı testler, Temmuz 2024'te başlamıştır ve Kasım 2024'te tamamlanmıştır. Boerse Stuttgart Grubu, ECB'nin toptan DLT denemelerinin ikinci dalgasını başarıyla tamamlamış ve bu süreçte önemli ilerlemeler kaydetmiştir. (Ledger Insights, Boerse Stuttgart tests tokenized security settlement in ECB wholesale DLT trials)

5.3.3.4. Fransa

Fransız (Vauplane, France) hukuku kapsamında, dijital varlıklar ile menkul kıymetler arasında çok açık bir ayrım bulunmaktadır. Bu kapsamda tokenlerin tanımlanması uygulanacak hukuk kuralları bakımından önem arz etmekte ve düzenlemelere tabi olmaksızın genel medeni hukuk kurallarının uygulanması gündeme gelebilmektedir. Eğer bir token, spesifik olarak düzenlemelerle tanımlanmamışsa (örneğin, menkul kıymet ya da elektronik para olarak sınıflandırılmamışsa), o zaman bu tokenlere ilişkin hukuki ilişkilerde genel medeni hukuk kuralları uygulanacaktır. Bu sebeple, bir tokenin menkul kıymet veya elektronik para olup olmadığının değerlendirilmesi için dijital varlık olarak nitelendirilip nitelendirilmediğinin analiz edilmesi gerekmektedir.

Dijital varlıkların mülkiyet devrine ilişkin düzenlemelerde, finansal menkul kıymetlerle olan farklılıklara rağmen, bu alanda kullanılan çözümler dijital varlıklara uyarlanabilmektedir. Örneğin, bir dijital varlığın blokzincirine kaydedilmesi, o varlığın yatırımcıya ait olduğunu göstermektedir. Böylece dijital varlıklar, belirli hakları veya değerleri temsil etmekte ve bir mülkiyet nesnesi olarak kabul edilmektedir. Fransız mali düzenleme otoritesi Autorité des marchés financiers (AMF), Markets in Financial Instruments Directive (MiFID) ve Central Securities Depositories Regulation (CSDR) gibi düzenlemeler menkul kıymet tokenlerine karşı olmasına rağmen, blokzinciri teknolojisinin kullanımını teşvik etmekten geri durmamaktadır.

Potansiyel yatırımcıların, başkalarının çabaları sayesinde kâr etmeyi bekledikleri menkul kıymetler, MiCA'da yer alan kurallar kapsamında henüz ele alınmamaktadır. Bu bağlamda, AMF, blokzinciri ve dijital tokenler için proaktif bir yaklaşımı desteklemekte ve bu alandaki gelişmeleri izlemeyi amaçlayan bir pilot proje başlatmak istemektedir. Ayrıca, AMF, Fransa'da çıkarılan yeni menkul kıymet tokenlerinin Avrupa düzenlemelerinden ayrılmasına izin vermeyi ve bu süreçte yasama çalışmalarını yönlendirecek geri bildirimler toplamayı hedeflemektedir (Adami, Regulation in France: The AMF Proposes a Regulatory Sandbox to Support the Security Token Sector).

Ancak, belirtilmelidir ki AB üye devletlerinin de belirtilen pilot projeyi benimseyip, kendi münhasır bölgelerinde benzer projeler başlatmaları gerekecektir. Şu an itibarıyla bir inceleme yapıldığında üye devletlerin menkul kıymet tokenlerini yasallaştırma ve yatırımcılarına tokenler şeklinde sunma konusunda ciddi bir isteğe sahip olmadıkları gözlemlenmektedir.

5.3.3.5 Kanada

Kanada'da (CSA, Securities Law Implications for Offerings of Tokens) menkul kıymetler hukukunu düzenleyen birleşik bir federal yasal çerçeve bulunmamaktadır. Bunun yerine, her eyaletin belirli mevzuatı yürürlüğe koyan kendi menkul kıymetler düzenleyicisi bulunmaktadır. Kanada Menkul Kıymetler İdarecileri (CSA), eyaletler arasında menkul kıymet düzenlemelerini uyumlaştıran bir düzenleyici kurum olarak hareket etmektedir. Quebec'in AMF ve Ontario Menkul Kıymetler Komisyonu (OSC) gibi kilit düzenleyiciler, CSA bildirimlerine ve kripto varlıklarla ilgili diğer düzenlemelere uyulmasını sağlamaktadır (Grossman, Overview 2024: Securities Regulation of Activities Involving Crypto Assets in Canada).

Tahviller, hisse senetleri veya türevler gibi tokenize menkul kıymetler Kanada menkul kıymetler yasalarına tabidir. CSA, bu tokenlerin menkul kıymet olarak sınıflandırılması halinde, belirli muafiyetler uygulanmadığı sürece kayıt ve prospektüs gerekliliklerine uymasını zorunlu kılar. Tokenleştirilmiş menkul kıymetlerin ihracına ve ticaretine dahil olan kuruluşlar ayrıca kara para aklamayı önleme yasalarına uymalı ve sağlam "müşterini tanı" (KYC) süreçleri uygulamalıdır. Ayrıca, bu token'lar için alım satım platformlarının menkul kıymet borsaları veya alternatif alım satım sistemleri olarak kaydolmaları gerekebilir. Ana yasal sorun, belirli kripto varlıklarının menkul kıymet olarak nitelendirilip nitelendirilmeyeceği etrafında dönmektedir; bu, geçerli yasal çerçeveyi önemli ölçüde etkileyen bir tespittir.

5.3.3.6. İsrail

İsrail'in menkul kıymet tokenizasyonuna yönelik düzenleyici ortamı, finansal araçlar ve dijital varlıklar için net bir yasal çerçeve altında gelişmektedir. İsrail Menkul Kıymetler Kurumu (ISA), menkul kıymet tokenleri de dahil olmak üzere menkul kıymetlerin düzenlenmesini denetlemektedir. Bir işletmede mülkiyeti veya yatırımı temsil eden ve başkalarının çabalarından kâr elde etmesi beklenen token'lar, ABD Howey Testi'ne benzer kriterleri izleyerek İsrail yasalarına göre menkul kıymet olarak sınıflandırılabilir.

ISA ayrıca finansal piyasalarda blokzinciri ve DLT kullanımını araştırmak için pilot programlar başlatarak yeni finansal ürün ve hizmetlerin test edilmesi için düzenleyici bir kum havuzu ortamı sunmuştur. İsrail'in finans sektörü kapsamlı AML/KYC düzenlemelerine tabidir ve İsrail Vergi Dairesi (ITA) dijital para birimlerini sermaye kazancı vergisine tabi varlıklar olarak değerlendirmektedir.

Katma değer vergisi (KDV) açısından, faaliyetleri ticari nitelik taşımayan bir yatırımcı tarafından dijital para birimlerinin satışından elde edilen gelir KDV'den muaftır; ancak, dijital para birimlerinde ticari benzeri faaliyetleri olan yatırımcılar KDV amacıyla bir finans kurumu olarak kayıt yaptırmalıdır.

Buna ek olarak, İsrail Toprak İdaresi (RAMI), tokenize edilmiş gayrimenkul ticareti için bir borsa kurma ve akıllı sözleşmelerle lisansları, işlemleri ve kira sözleşmelerini yönetme planları da dahil olmak üzere gayrimenkulün tokenizasyonuna yönelmiştir. Bu girişim, blokzinciri teknolojisini gayrimenkul işlemlerine entegre etme, şeffaflığı artırma ve operasyonel ücretleri azaltma yönündeki daha geniş bir çabanın parçasıdır (Ledger Insights, Israel's Land Registry Plans Tokenized Real Estate Exchange).

Ayrıca İsrail Merkez Bankası'nın dijital Shekel, İsrail devleti para birimi, ihracı ile ilgili çalışmaları 2024 yılında hız kazanmıştır (Bank of Israel, Logical Architecture for the Digital Shekel System).

5.3.3.7. Hong Kong

Hong Kong Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Komisyonu (SFC), tokenize menkul kıymetler de dahil olmak üzere sanal varlıklar için düzenlemeler geliştirmektedir. SFC'nin yaklaşımı, tokenize menkul kıymetlerin mevcut finansal düzenleyici çerçevelere dahil edilmesini ve güçlü yatırımcı korumasının sağlanmasını içermektedir (Mazzochi, Siu, Fei, Leimin and Shek, Tokenisation of Securities and Other Investment Products – What, Why and Key Considerations in Hong Kong and Chinese Mainland).

5.3.3.8. Birleşik Arap Emirlikleri (BAE)

1 Kasım 2022 itibarıyla, Dubai Uluslararası Finans Merkezi'ndeki (DIFC) Finansal Hizmetler Otoritesi'nin (DFSA) Kripto Token Rejimi (Crypto Token Regime) yürürlüğe girmiştir. Bu rejim, tüketici koruması, piyasa bütünlüğü, saklama ve hizmet sağlayıcılarının mali kaynaklarıyla ilgili riskleri kapsamlı bir şekilde ele almakta ve aynı zamanda kripto para token'larının ticareti, temizliği, saklanması veya transferine ilişkin kara para aklama ve terörizmin finansmanını önleme (AML/CFT) endişelerini de göz önünde bulundurmaktadır. DIFC'de faaliyette bulunan işletmelere kripto token'larla ilgili ürün ve hizmetler sunma imkanı sağlamak amacıyla, DFSA mevcut finansal hizmetler operasyonlarının kapsamını genişletmiştir. Bu genişletilmiş kapsam, danışmanlık, işlem yapma, düzenleme, ticaret ve saklama hizmetlerini içermektedir. DIFC'de sanal varlık alanında faaliyetlerini sürdürmek veya genişletmek isteyen şirketlerin, Kripto Token Rejimi bağlamında DFSA'dan lisans almaları gerekip gerekmediğini belirlemek için danışmanlık hizmeti almaları gerekli kılınmıştır. Ayrıca, DFSA Genel Modülü, kripto token'lara ilişkin gereklilikler konusunda rehberlik sağlamaktadır.

BAE (Samad, Vromans, Mahomed, Fintech Laws and Regulations United Arab Emirates 2024-2025), menkul kıymetlerin tokenizasyonu konusunda gelişmiş bir düzenleyici çerçeve oluşturma sürecindedir. Dubai'nin Sanal Varlık Düzenleme Kurumu (VARA), sanal varlık hizmet sağlayıcıları için yeni düzenlemeler getirmiştir. Bu düzenlemeler, sanal varlıkların ve tokenlerin düzenlenmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve sunar. Ayrıca, BAE, tokenizasyon süreçlerinin düzenlenmesi ve şeffaflığın artırılması amacıyla sürekli olarak yeni düzenlemeler geliştirmektedir.

BAE, kripto para birimleri için düzenleyici çerçevesini daha da geliştirmiştir; VARA, sanal varlık hizmet sağlayıcıları için yeni yönergeler yayınlamıştır.

BAE ayrıca, ilk coin teklifleri (ICO'lar) ve diğer kripto ile ilgili faaliyetler için bir düzenleyici çerçeve üzerinde çalışmaktadır. (Cope, The Tokenization of Real Estate: A View from the Middle East)

5.3.3.9. Suudi Arabistan

Suudi Arabistan (Abboud, Chabhar, Fintech Laws and Regulations Saudi Arabia 2024-2025), menkul kıymetlerin tokenizasyonu konusunda daha temkinli bir yaklaşım benimsemektedir. Ancak, Vision 2030 planı kapsamında, finansal sektörün modernizasyonu ve dijitalleşmesi ön plandadır. Bu bağlamda, tokenizasyon ve blockzincir teknolojisinin benimsenmesiyle ilgili düzenleyici çerçeveler üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Suudi Arabistan Merkez Bankası (SAMA) ve Sermaye Pazarları Otoritesi (CMA), kripto varlıklar ve tokenizasyon konularında düzenleyici rehberlik ve düzenlemeler sağlamakla yükümlüdür. SAMA'nın kripto para birimlerine karşı dikkatli bir yaklaşımı olduğu bilinmektedir, ancak aynı zamanda blockzincir tabanlı uygulamaların finansal süreçleri iyileştirme potansiyelini de değerlendirmektedir.

5.3.4. Uygulamadan Örnekler

Tokenizasyon ile fiziksel varlıklar dijital tokenlere dönüştürülerek küçük parçalara ayrılmaktadır. Örneğin, RealT, taşınmaz mülkiyetini tokenizasyon yoluyla parçalı şekilde sunan bir platformdur. Token sahibi yatırımcılar, mülk değerindeki artıştan ve kira gelirlerinden pay alabilir; tokenleri ikincil piyasalarda takas edebilir. Bu sayede RealT, taşınmazlar için yapılan geleneksel yatırımlardaki likidite ve erişim olanaklarını güçlendirmektedir. Benzer olarak Colorado'daki St. Regis Aspen Resort, Ethereum blockchain üzerinde tokenize edilmiş bir otel yatırım modeli olarak çalışmaktadır. Otelin mülkiyeti, ERC-20 tokenleri şeklinde dijital varlıklara dönüştürülmüştür. (Cope, The Tokenization of Real Estate: A View from the Middle East)

Dünyadaki mevcut gelişmeler ve uluslararası uygulamalar kapsamında değerlendirme yapıldığında menkul kıymet tokenizasyonunda, ülkelerin daha regülatif bir yaklaşım benimsediği söylenebilir. Bu bağlamda yapılan hukuki düzenlemeler ile blokzincir tabanlı finansman ile DLT kaynaklı finansal ve servislere ilişkin ortaya çıkabilecek yeni riskler için yeni kurallar getirilmiştir. (OECD, Understanding the Tokenization of Asset in Financial Markets)

Menkul kıymet tokenizasyonu çoğunlukla küçük ölçekli olması nedeniyle güncel olarak finansal istikrar ve gelişme için önemli bir risk teşkil etmemektedir. (Financial Stability Board, The Financial Stability Implications of Tokenisation) Ancak bununla beraber belirtilmelidir ki, menkul kıymet tokenizasyonu saklama ve takas hizmeti bakımından mevcut riskleri de tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Başka bir ifade ile, tokenizasyon, takas döngüsündeki temel riskleri değiştirmemekle beraber, bazılarını dönüştürmekte ve risk yönetiminde kolaylıklar sağlamaktadır. (Bech, Hancock, Rice and Wadsworth, On the Future of Securities Settlement)

Politik açıdan bakıldığında ise, politikacılar ile blokzinciri endüstrisi ve finans endüstrisi arasındaki diyalog giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Pilot projeler ve ortaya çıkan DLT tabanlı finansal ürünlerin endüstriyel uygulaması yoluyla gerçek yaşam deneyimi, eksikliklerin, risklerin ve potansiyel yenilik alanlarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. (OECD, Understanding the Tokenization of Asset in Financial Markets)

Önemle belirtilmelidir ki merkezi olmayan finans ve menkul kıymet token işlemleri alanındaki regülasyon çalışmaları gelecekte menkul kıymet işlemlerinin temel yapısını değiştirmeyecektir.

Ancak menkul kıymet tokenizasyonu geliştikçe ve hacim bakımından büyüdükçe, hukuki alanda, regülasyon ve süpervizyon önemini sürdürecektir ve hatta miktar olarak artacaktır (Bech, Hancock, Rice and Wadsworth, On the Future of Securities Settlement) bu kapsamda DLT tabanlı işlemlerin ve menkul kıymetlerin küresel niteliği göz önüne alındığında, uluslararası iş birliği çabaları ve diyalog önemini sürdürecektir (PwC, Tokenization in Financial Services: Delivering Value and Transformation).

5.4. Türkiye’de ve Dünyada Kripto Varlık Takas ve Saklama Faaliyetlerinin Vergilendirilmesi

Kripto varlıkların kullanım alanlarının hızla genişlemesi, bu varlıkların hukuki ve vergisel statüsünün netleştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Özellikle tokenizasyon süreçlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, bu varlıkların vergilendirilmesi daha karmaşık bir hal almıştır. Bu bağlamda, Türkiye ve diğer ülkelerdeki mevcut düzenlemeler ışığında kripto varlıkların ve tokenizasyon faaliyetlerinin vergilendirilmesi, ilgili yasal çerçeve ve ekonomik yaklaşımlar aşağıda detaylı şekilde ele alınmıştır.

5.4.1. Türkiye

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 73. maddesinde verginin kanuniliği ilkesi düzenlenmiştir. Buna göre, vergi, resim, harç ve benzeri mali yükümlülükler kanunla konulur, değiştirilir veya kaldırılır. Türk vergi hukuku doktrini, verginin temel unsurlarıyla birlikte, tarh, tebliğ, tahakkuk ve tahsil gibi işlemlerin ve yaptırımların da kanunla düzenlenmesi gerektiğini öngörmektedir. Mevcut durumda, Türkiye’de yürürlükte kripto varlıkların vergilendirilmesine ilişkin özel bir vergi düzenlemesi bulunmamaktadır.

Kripto varlıkların vergilendirilmesi, kural olarak bu varlıkların niteliğine veya takas edilebilirliğine bağlıdır. Bu nedenle, kripto varlıkların tanımı, bu varlıkların mevcut vergi rejimi içindeki yeri açısından belirleyicidir.

Her ne kadar 7518 sayılı Sermaye Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun uyarınca kripto varlıkların *“DLT veya benzer bir teknoloji kullanılarak elektronik olarak oluşturulup saklanabilen, dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan ve değer veya hak ifade edebilen gayri maddi varlıklar”* olarak tanımlanması sebebiyle bu varlıkların emtia olarak kabul edilmesi güç olsa da Türkiye'deki mevcut tartışmalar ve kurumların değerlendirmeleri göz önüne alındığında, kripto paraların emtia olarak nitelendirilmesi olası görünmektedir.

Verginin kanuniliği ilkesi, yasama organı tarafından yürürlüğe konmadan hiçbir verginin uygulanamamasını gerektirmektedir. Nitekim, SPK'nın benimsediği görüş uyarınca, menkul kıymet varlığı bir gerçek varlığa dayanmalıdır (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu). Ek olarak kripto varlıklar Türkiye'de geleneksel anlamda para tanımındaki tüm unsur ve işlevler sahip olmadığından vergilendirilmemektedir. Bu nedenle para olarak kabul edilmeleri uzak bir olasılık olarak görünmektedir (Kahraman, Kripto Varlık Düzenlemesi ve Vergiye Yansımaları).

Bu bağlamda, kripto varlıkların aşağıda incelenecek vergi türlerinin vergilendirme gerekliliklerini karşılayıp karşılamadığı ve niteliği konusundaki belirsizliklerin kanunla açıklığa kavuşturulması gerekmektedir.

5.4.1.1 Gelir Vergisi

Gelir Vergisi Kanunu uyarınca niteliğine bakılmaksızın her türlü gelir, gelir vergisine tabidir. Bu bağlamda, kripto varlıklardan elde edilen tüm ekonomik değerler de gelir vergisine tabi olabilir. Ancak, Gelir Vergisi Kanunu'nda kripto varlıklardan elde edilen gelirlerin vergilendirilmesini düzenleyen özel hükümler bulunmamaktadır. Bu nedenle, kişisel gelir vergisi için kripto varlıkların veya bunlardan elde edilen gelirlerin beyan edilmesine ilişkin yasal bir düzenleme gerekliliği gündemdedir.

5.4.1.2. Kurumlar Vergisi

Kurumlar vergisi açısından, kripto varlıkların niteliği, kripto varlıklardan elde edilen gelirlerin vergilendirilmesi için belirlenmiş olmalıdır. Kripto varlıkların menkul kıymet olarak nitelendirilmesi durumunda, menkul kıymetlerle aynı vergilendirme ilkelerine tabi olacaktır. Böylelikle kripto varlıkların değer artışından elde edilen gelirler ticari kazanç olarak vergilendirilecektir. Kripto varlıkların satışından elde edilen gelir elde edildiğinde vergi uygulanacak olup gelir elde edilene kadar yalnızca kripto varlıklara sahip olmak, vergi yükümlülüğü oluşturmayacaktır. Ancak kripto paraların menkul kıymet olarak nitelendirilmesi, işlemin yapıldığı ülkenin hukukunu belirlemek açısından sorun teşkil edebilir.

Kripto varlıkların emtia olarak kabul edilmesi durumunda, kripto varlıklarla gerçekleştirilen faaliyetin sürekliliği, Kurumlar Vergisi Kanunu'na göre vergilendirilecek kazancın niteliğini değiştirecektir. Ticari faaliyetlerde süreklilik unsurunun bulunmadığı durumda, kripto varlıklar ile elde edilen kazanç arzi kazanç olarak kabul edilecektir. Öte yandan, kripto varlıkların takas işlemlerinin sürekliliği durumunda, elde edilen gelir, ticari kazanç olarak kabul edilecek olup buna bağlı olarak KDV doğacaktır. Ancak ticari kazanç ile arzi kazancı ayırmak bakımından uygulamada yeknesaklık sağlanması sorun teşkil edebilir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu). Fakat, bu vergi türü bakımından da henüz kanuni bir düzenleme mevcut değildir.

5.4.1.3 Katma Değer Vergisi

KDV, 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu'nun ilk maddesinde sayılan mal ve hizmetlerin temini ve ithalatı üzerinden alınan dolaylı bir tüketim vergisidir. KDV yükümlülüğü ve KDV uygulamasına ilişkin usul ve esaslar da kripto varlıkların nasıl nitelendirildiğine bağlı olacaktır.

Kural olarak kripto varlıkların başka sanal veya itibari para karşılığında takas edildiğinde KDV'ye tabi değildir. Nitekim, bu işlem, ilgili kanunun ilk maddesinde sayılmayan bir işlem olan havale olarak değerlendirilecektir. Ancak, kripto varlık kullanıcılarının kripto varlıklarını saklamasına ve takas etmesine olanak tanıyan cüzdan hizmetlerinin sunulması nedeniyle kripto varlık hizmet sağlayıcıları tarafından alınan komisyonlar, kanun kapsamında vergilendirilmektedir.

Kripto varlıkların özündeki merkeziyetsizlik, bildirim yükümlülüğü açısından sorun teşkil etmektedir. Dolayısıyla geleneksel vergi idareleri mevcut durumda kripto varlıklardan elde edilen gelirleri takip etme konusunda yetersiz kalabilmektedir. Bu husus, Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) 12 Eylül 2020 tarihli "kripto varlıklar ve özellikle sanal paraların hızla geliştiği ve vergi politika yapıcılarının bu varlıkları değerlendirmede henüz ilk aşamada olduğu"nu belirttiği "Sanal Paraların Vergilendirilmesi" başlıklı yayınında da yansıtılmıştır (Kahraman, Kripto Varlık Düzenlemesi ve Vergiye Yansımaları).

OECD, AB ve Amerika Birleşik Devletleri, bu durumu çözmek amacıyla kripto varlık hizmet sağlayıcılarını raporlama sistemlerine dahil eden düzenlemeler öngörmektedir. Örneğin, OECD'nin "Crypto-Asset Reporting Framework"ü hizmet sağlayıcılara raporlamaya ilişkin yükümlülükler getirmektedir. ABD'de bildirim yükümlülüğüne ilişkin başlıca düzenlemeler olan "Common Reporting Standard" ve "Directive on Administrative Cooperation ve Foreign Account Tax Compliance Act" de dijital varlıkları kapsayacak şekilde tadil edilmiştir. Kripto varlık hizmet sağlayıcılarının ortak yükümlülükleri arasında müşteri hesaplarında detaylı inceleme yapılması, yerel vergi dairelerine kayıtlı olduklarının kontrolü, müşterilere ait mali veri ve

bilgilerin saklanarak farklı yargı çevrelerindeki ilgili vergi kurumları ile paylaşma yer almaktadır (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu).

Özet olarak, kripto varlıklar menkul kıymet olarak değerlendirildiğinde Türk mevzuatı bakımından KDV'nin konusuna girmeyecektir. Emtia olarak nitelendirilmeleri söz konusu olduğunda ise, Katma Değer Vergisi Kanunu uyarınca "KDV doğuran olay" meydana gelecek olup, alım-satım işlemleri KDV kapsamında değerlendirilecektir. Bununla birlikte, Türkiye'de kripto varlıkların KDV açısından vergilendirilmesi hususunda da henüz herhangi bir düzenleme yapılmamıştır. Kripto varlıkların hukuki niteliği hususunda görüş birliğine varıldığında vergilendirme hususu da açıklığa kavuşacaktır.

5.4.2. Diğer Ülkeler'deki Durum

Genel itibarıyla kripto varlıkların niteliği ve bunlardan elde edilen gelirlere ilişkin vergi rejimi ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Ancak ülkeler kripto varlıklara ilişkin olarak ortak bilgi aktarımı konusunda anlaşmaktadır. Kripto varlıklar (i) Avustralya, Fransa, Şili, Çek Cumhuriyeti, Lüksemburg, Nijerya, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık ve Türkiye'de "gayri maddi varlık"; (ii) Arjantin, Brezilya, Hırvatistan, Danimarka, İsrail, Japonya, Slovak Cumhuriyeti ve Güney Afrika'da "finansal enstrüman veya varlık"; (iii) Avusturya, Kanada, Çin ve Endonezya'da "emtia veya sanal emtia"; (iv) Belçika, Fildişi Sahili, İtalya ve Polonya'da "para"; (v) Japonya'da ise "yasal ödeme aracı" olarak nitelendirilmektedir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu).

Kripto varlıkların vergilendirilmesi ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. İngiltere'de HM Revenue & Customs (İngiltere Gelir ve Gümrük İdaresi), kripto paraları varlık olarak nitelendirip sermaye kazançları vergisine tabi tutmaktadır. Kripto varlıkların satışı, takası veya mal ve hizmet alımında kullanılması gibi işlemler, "elden çıkarma" olarak değerlendirilerek vergiye konu olmaktadır.

(Chase Buchanan, Changes to the Global Taxation Framework for Digital and Crypto Assets) Kripto madenciliği ve staking faaliyetleri gelir vergisine tabi olup, ticari gelir kabul edildiğinde daha yüksek vergi oranlarına uygulanabilir. Ayrıca, NFT'ler ise satış sırasında sermaye kazanç vergisi ile vergilendirilmekte ancak basım aşamasında vergiye tabi olmamaktadır. (Wimmer, Crypto Tax UK: Ultimate Tax Guide for 2025 [HMRC Rules]) Çalışan teşvik planlarında kullanılan kripto varlıklar da gelir vergisine konu olabilmekte ve bu durum işveren için ek yükümlülükler doğurabilmektedir. (Daly, A Token of Appreciation: Cryptoassets and Employee Incentives - a UK Tax Primer)

Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), özellikle Dubai'de, kripto varlıklara sermaye kazanç vergisi ve gelir vergisi uygulamamaktadır. Ancak Amerikan vatandaşları, dünya çapındaki gelirleri üzerinden vergilendirildikleri için ABD'nin vergi düzenlemelerine uymak zorundadır (Virtuzone, Dubai Crypto Tax: Everything You Need To Know). Bu durum, bireysel yatırımcılar için cazip bir avantaj sağlasa da belirli işlemler için %5 KDV uygulanabilmektedir. DFSA) ve Emirates Menkul Kıymetler ve Emtia Otoritesi (SCA) gibi düzenleyici kurumlar, kripto varlıklar ve tokenleştirilmiş varlıklar için kapsamlı çerçeveler oluşturmuş, RAK Dijital Varlıklar Vahası gibi serbest bölgeler ise dostane vergi politikalarıyla uluslararası şirketleri teşvik etmektedir (Nam Accountants, Dubai Crypto Tax: Everything You Need To Know). Ayrıca, yakın zamanda çıkarılan yasal düzenlemelerle dijital para birimlerine yönelik altyapı güçlendirilmiştir.

ABD'de ABD Milli Gelirler Dairesi (IRS), kripto varlıkları "eşya" olarak nitelendirip sermaye kazanç vergisi kapsamında değerlendirmektedir (Chase Buchanan, Changes to the Global Taxation Framework for Digital and Crypto Assets).

Kripto varlıkların takası, satışı veya alışverişlerde kullanılması vergiye tabi olaylar olarak kabul edilmekte ve mükelleflerden bu işlemleri "Sermaye Varlıklarının Satış ve Elden Çıkarılması" formları ile beyan etmeleri beklenmektedir. Kazançlar, kripto varlığın elde edilme ve elden çıkarılma değeri arasındaki fark üzerinden hesaplanmaktadır.

AB ülkelerinde (Chase Buchanan, Changes to the Global Taxation Framework for Digital and Crypto Assets) ortak bir kripto varlık vergi rejimi bulunmamakla birlikte, ülkeler farklı uygulamalar benimsemiştir. Örneğin, Malta kripto varlıkları genellikle değer saklama aracı olarak nitelendirirken sermaye kazanç vergisi uygulamazken, Portekiz'de kripto varlıklar %28 oranında vergilendirilebilir ancak uzun vadeli tutulan bazı varlıklar vergiden muaftır. İspanya ise kripto varlıkları sermaye kazanç vergisi kapsamında değerlendirirken gelir vergisi de uygulanabilmektedir. Danimarka, realize edilmemiş kârlar üzerinden vergi alan ilk ülke olma yolunda ilerlemekte ve kanun tasarısı kabul edilirse %42'lik vergi 1 Ocak 2026'da yürürlüğe girecektir. Vergi Kanun Konseyi, 2009'a kadar geçmiş Bitcoin alımları dahil tüm kripto varlıkları kapsayan bir düzenleme önerirken, Bakan Rasmus Stoklund bu öneriyi "mantıklı" bulduğunu belirterek desteklemiştir. Ayrıca, 2027 itibarıyla uluslararası bilgi paylaşımı ve platformların müşteri bilgilerini devlete sunması gibi ek düzenlemeler planlanmaktadır. Hatırlanacağı üzere, İtalya'da da kripto paralardan alınan %26'lık sermaye kazanç vergisinin %42'ye çıkarılmasının hedeflenmesi büyük tepki çekmişti; Danimarka'nın düzenlemelerinin de benzer eleştirilerle karşılaşması beklenmektedir (Blockchain Türkiye, Danimarka'dan Örneği Olmayan Kripto Vergi Yasası Geliyor)

KAYNAKÇA

**Çalışmamızın kapsamı ve çalışma yöntemi gereği, her bölümün hazırlanmasında yararlanılan referanslar aşağıda ayrı ayrı gösterilmektedir.*

1. BÖLÜM

Arslanian, H., & Fischer, F. (n.d.). The Future of Finance: How Emerging Technologies Are Reshaping the Financial Services Industry. https://wbaforum.org/upload/The%20Future%20of%20Finance%20-%20The%20Impact%20of%20FinTech,%20AI,%20and%20Crypto%20on%20Financial%20Services_zsw.pdf

Atabaş, H. (n.d.). Kripto Para, Dijital Varlık ve Tokenizasyon (Tokenization). https://www.researchgate.net/publication/344574569_Kripto_Para_Dijital_Varlik_ve_Tokenizasyon_Tokenization

Chuen, D. L. K., & Deng, R. H. (Eds.). (2017). Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion, Volume 1: Cryptocurrency, FinTech, InsurTech, and Regulation. Academic Press.

European Central Bank. (2019). Crypto-Assets: Implications for financial stability, monetary policy, and payments and market infrastructures. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op223~3ce14e986c.en.pdf>

European Securities and Markets Authority (ESMA). (2019). Advice on Initial Coin Offerings and Crypto-Assets. https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma50-157-1391_crypto_advice.pdf

IMF. (2024). G-20 Note On Financial Platforms: What are they and what are their macro financial implications? <https://www.imf.org/en/Publications/WP>

Küçükkıralı, Z., & Afşar, K. E. (2022). Dijital finansallaşma kavramı çerçevesinde blok zincir teknolojisinin yeni finansal iş modelleri ve kripto para piyasaları. İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi (INIJOSS), 11(1), 115-138. <https://doi.org/10.54282/inijoss.1065723>

Lins, K. V., Servaes, H., & Tamayo, A. (2017). Social Capital, Trust, and Firm Performance: The Value of Corporate Social Responsibility During the Financial Crisis. The Review of Financial Studies. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jofi.12505>

OECD. (2025). Tokenisation of assets and distributed ledger technologies in financial markets: Potential impediments to market development and policy implications. OECD Business and Finance Policy Papers, No. 75, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/40e7f217-en>

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World. https://itig-iraq.iq/wp-content/uploads/2019/05/Blokzincir_Revolution.pdf

U.S. Securities and Exchange Commission (SEC). (2022). Digital Asset Market Regulation. <https://www.sec.gov/securities-topics/crypto-assets>

Wright, A., & De Filippi, P. (2015). Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia. Harvard Law Review. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664

Zohar, A. (2017). Blockchain Applications in Financial Services. Financial Times. <https://www.ft.com/content/d0447dcd-9aa5-4f71-9919-5061e77772d5>

2. BÖLÜM

Aleo. (2025). Aleo: A Privacy-Focused Blockchain Platform. <https://aleo.org>

Aleo. (n.d.). Zero-knowledge by design. <https://www.aleo.org/>

Aztec. (n.d.). Aztec Network: Privacy-First Layer 2 for Ethereum. <https://aztec.network>

Beaconchain. (2024, 11). <https://beaconcha.in/charts/validators>

BIS. (2023). BIS Bulletin No 72. <https://www.bis.org/publ/bisbull72.pdf>

Buterin, V. (2020). A rollup-centric Ethereum roadmap. Ethereum Magicians. <https://ethereum-magicians.org/t/a-rollup-centric-ethereum-roadmap/4698>

Carter, B. (2023, March 23). What are zkOracles? Mina Protocol. <https://minaprotocol.com/blog/what-are-zkoracles>

CryptoRubic. (2024). What are EVM-compatible blockchains? A comprehensive guide to blockchain interoperability.

<https://cryptorubic.medium.com/what-are-ethereum-compatible-blockchains-a-comprehensive-guide-to-blockchain-interoperability-96e53f51322f>

Ethereum Foundation. (2025, January 8). Smart contract security.

<https://ethereum.org/en/developers/docs/smart-contracts/security/>

Ethereum Foundation EIP. (2023). ERC-3643: Core identity bound token.

<https://github.com/ethereum/ercs/blob/master/ERCs/erc-3643.md>

Ethereum.org. (n.d.). Layer 2 networks.

<https://ethereum.org/en/layer-2/networks>

Fhenix. (n.d.). Unlock Onchain Confidentiality on Ethereum. <https://www.fhenix.io/>

Fireblocks. (n.d.). What is MPC?

<https://www.fireblocks.com/what-is-mpc/>

Joachim Lebrun, T. M., Kevin Thizy (@Nakasar), Luc Falempin, & Adam Boudjemaa. (2021). ERC-3643: T-REX - Token for Regulated Exchanges. Ethereum Improvement Proposals, no. 3643.

<https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-3643>

Kaur, G. (2024a, April 18). Risks of using cross-chain bridges. Cointelegraph.

<https://tr.cointelegraph.com/learn/articles/risks-of-using-cross-chain-bridges>

Kaur, G. (2024b, May 24). What is a layer-3 blockchain and how does it work? Cointelegraph.

<https://cointelegraph.com/learn/articles/what-is-a-layer-3-blockchain-and-how-does-it-work>

McKinsey. (2024). From ripples to waves: The transformational power of tokenizing assets. McKinsey.

Mina Protocol. (n.d.). Mina Protocol: The World's Lightest Blockchain. <https://minaprotocol.com>

NFT.EU. (n.d.). Public, private, and permissioned blockchains compared. <https://nft.eu/article/public-private-and-permissioned-blockchains-compared>

Qualitax. (2024, March). Demystifying ERC-3643: A Deep Dive into Compliant RWA Tokenization.

Ripple. (2024). Orchestration: The key for your digital asset infrastructure.

Rollup rollup: scaling blockchain to one billion users. (2021). Dealroom.

<https://dealroom.co/blog/rollup-rollup-scaling-blockchain-to-one-billion-users>

RWA. (2024). Tokenized Real-World Asset Analytics. <https://app.rwa.xyz/>

Starknet. (n.d.). Layer 2 scaling solutions.

<https://www.starknet.io/blog/layer-2-scaling-solutions>

Taurus. (2023). Banking-grade digital asset custody.

Taurus. (2023, October). Security Token Standards: A Closer Look at CMTAT.

The Fastest Blockchain. (2024, May). Coingecko.

<https://www.coingecko.com/research/publications/fastest-blockchains>

Tokeny. (n.d.). ERC-3643 documentation.

<https://docs.erc3643.org/erc-3643>

Visa. (2023). Monolithic vs. modular blockchain.

<https://usa.visa.com/solutions/crypto/monolithic-vs-modular-blockchain.html>

Wikipedia contributors. (n.d.). Bitcoin scalability problem. In Wikipedia.

https://en.wikipedia.org/wiki/Bitcoin_scalability_problem

3. BÖLÜM

Asia Development Bank. (2023). Global Trade Finance Gap Expands to \$2.5 Trillion in 2022.

<https://www.adb.org/news/global-trade-finance-gap-expands-25-trillion-2022>

Banque de France & Banque Centrale du Luxembourg. (2022). Project Venus Results.

<https://www.banque-france.fr/en/press-release/banque-de-france-and-banque-centrale-du-luxembourg-publish-results-project-venus>

BlackRock's BUIDL. (2024). The world's largest tokenized treasury fund.

<https://cointelegraph.com/news/blackrocks-buidl-becomes-worlds-largest-tokenized-treasury-fund>

BOCHK. (2024). Participation in HKMA's Project Ensemble Sandbox: Fixed income and investment funds.

https://www.bochk.com/dam/bochk/desktop/top/aboutus/pressrelease2/2024/240828042_Press_Release_EN.pdf

BoostyLabs. (n.d.). Onyx blockchain development.

<https://boostylabs.com/blog/onyx>

Broadridge & J.P. Morgan. (n.d.). Accelerating repo settlement.

<https://www.marketsmedia.com/broadridge-and-jp-morgan-accelerate-repo-settlement/>

ChinaAMC. (2024). Participation in HKMA's Project Ensemble Sandbox.

<https://www.chinaamc.com.hk/wp-content/uploads/2024/08/ChinaAMC-HK-to-take-part-in-HKMAs-Project-Ensemble.pdf>

Delano. (2022). BCL leads EIB's digital bond initiative. <https://delano.lu/article/bcl-leads-eib-s-digital-bond-i>

Eddie Yue. (2024). Opening remarks - launch ceremony for Project Ensemble Sandbox. <https://www.bis.org/review/r240829a.htm>

European Investment Bank (EIB). (2022). Project Venus: The first euro-denominated digital bond on a private blockchain. <https://www.eib.org/en/press/all/2022-448-eib-innovates-further-with-project-venus-the-first-euro-denominated-digital-bond-on-a-private-blockchain>

GSBN. (n.d.). Global Shipping Business Network. <https://www.gsbn.trade/about-gsbn>

Guggenheim Partners. (2024). Issuing \$20M in tokenized commercial paper on Ethereum. <https://www.cryptoglobe.com/latest/2024/09/guggenheim-partners-issues-20m-in-tokenized-commercial-paper-on-ethereum/>

HashKey Group. (2024). Participation in the HKMA's Project Ensemble Architecture Community. <https://group.hashkey.com/en/newsroom/hashkey-group-project-ensemble>

Hong Kong Monetary Authority (HKMA). (2024). Project Ensemble Sandbox launch. <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/08/20240828-3/>

Hong Kong Monetary Authority (HKMA). (2024). Project Ensemble to support the development of the Hong Kong tokenization market. <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/03/20240307-5/>

The Bank for International Settlements. (2021). Advancing the digital economy. <https://www.bis.org/press/p210824.htm>

The Bank for International Settlements. (2021). Digital financial infrastructure report 1. https://www.bis.org/publ/othp43_report1.pdf

The Bank for International Settlements. (2021). Digital financial infrastructure report 2. https://www.bis.org/publ/othp43_report2.pdf

The Bank for International Settlements. (2021). Digital financial infrastructure report 3. https://www.bis.org/publ/othp43_report3.pdf

Turan Sert. (2024). BlackRock's crypto expansion. Retrieved from <https://turansert.com/genel/2024/03/27/blackrock-sevdasi.html>

UNCTAD. (2024). Review of Maritime Transport 2024. <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024>

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Greenhouse Gas Equivalencies Calculator. <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>

4. BÖLÜM

1. Blockchain Intelligence Group. (2017). Crypto Regulation Landscape.

2. Blockchain Intelligence Group. (2024). BIG Compliance Suite Data Sources.

3. TRM Labs. (n.d.). TRM Insights: Detecting Five Common Sanctions Evasion Techniques. A guide for crypto compliance teams.

5. BÖLÜM

Adami A. (2024) Regulation in France: The AMF Proposes a Regulatory Sandbox to Support the Security Token Sector <https://en.cryptonomist.ch/2024/04/16/regulation-in-france-the-amf-proposes-a-regulatory-sandbox-to-support-the-security-token-sector/>

Bank of Israel (2024) Logical Architecture for the Digital Shekel System <https://www.boi.org.il/en/communication-and-publications/press-releases/logical-architecture-for-a-digital-shekel-system/>

Bech, M. Hancock, J. Rice, T. and Wadsworth, A. (2020) On the Future of Securities Settlement https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2003i.htm

Blockchain Türkiye (2024) Danimarka'dan Örneği Olmayan Kripto Vergi Yasası Geliyor <https://bctr.org/danimarkadan-ornegi-olmayan-kripto-vergi-yasasi-geliyor-37007/>

Chase Buchanan (2023) Changes to the Global Taxation Framework for Digital and Crypto Assets <https://chasebuchanan.com/global-taxation-framework-digital-crypto-assets/>

Cope, S. (2019) The Tokenization of Real Estate: A View from the Middle East <https://www.dlapiper.com/es-pr/insights/publications/real-estate-gazette/real-estate-gazette-35/the-tokenization-of-real-estate-a-view-from-the-middle-east>

CSA (2018) Securities Law Implications for Offerings of Tokens https://www.osc.ca/sites/default/files/pdfs/irps/csa_20180611_46-308_implications-for-offerings-of-tokens.pdf

- Daly, D. (2024) A Token of Appreciation: Cryptoassets and Employee Incentives - a UK Tax Primer
<https://www.goodwinlaw.com/en/insights/publications/2024/05/insights-technology-dcb-a-token-of-appreciation>
- Directive 2024/790 amending Directive 2014/65/EU (MiFID 2), Article 18 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0065>
- Directive 2024/790 amending Directive 2014/65/EU (MiFID 2), Article 25 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0065>
- EY (2024) Kripto Varlık Düzenlemesi ve Vergiye Yansımaları
https://www.ey.com/tr_tr/insights/tax/kripto-varlik-duzenlemesi-ve-vergiye-yansimalari
- FATF <https://www.fatf-gafi.org/>
- Financial Stability Board (2024) The Financial Stability Implications of Tokenisation
<https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf>
- Grossman, A. (2024) Overview 2024: Securities Regulation of Activities Involving Crypto Assets in Canada
<https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/4e93f0e8/overview-2024-securities-regulation-of-activities-involving-crypto-assets-in-canada>
- Kahraman, A. (2024) Kripto Varlık Düzenlemesi ve Vergiye Yansımaları
https://www.ey.com/tr_tr/insights/tax/kripto-varlik-duzenlemesi-ve-vergiye-yansimalari
- Ledger Insights (2023) Israel's Land Registry Plans Tokenized Real Estate Exchange
<https://www.ledgerinsights.com/israel-land-registry-tokenized-real-estate-exchange/>
- Ledger Insights (2024) Tokyo Subsidizes Digital Securities Issuance Costs
<https://www.ledgerinsights.com/tokyo-subsidizes-digital-securities-issuance-costs/>
- MASAK (2024, Temmuz) Şüpheli İşlem Bildirim Rehberi
<https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/12/2024/07/KV-HS-REHBER-2-0.pdf>
- OECD (2021) Understanding the Tokenization of Asset in Financial Markets
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/understanding-the-tokenisation-of-assets-in-financial-markets_2e657111/c033401a-en.pdf
- PwC, (-) Tokenization in Financial Services: Delivering Value and Transformation
<https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/tokenization-in-financial-services.html>
- MiCA <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1114/oj/eng>
- Nam Accountants (2024) Dubai Crypto Tax: Everything You Need To Know
<https://namaccountants.com/dubai-crypto-tax-everything-you-need-to-know/>
- Samad, A. Vromans, A. Mahomed, Z. (2024) Fintech Laws and Regulations United Arab Emirates 2024-2025 <https://iclg.com/practice-areas/fintech-laws-and-regulations/united-arab-emirates>
- SPK (2024, Temmuz) Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcılara İlişkin Duyuru
https://www.spk.gov.tr/duyurular/basin-duyurulari/2024/kripto-varlik-hizmet-saglayicilara-iliskin-duyuru_02072024
- T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı (2022) Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu
<https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/8/2024/01/6Kripto-Varliklarin-Vergilendirilmesi-2022-1-1.pdf>
- T.C. Resmi Gazete. Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik. 16.04.2021 Sayı: 31456, Başbakanlık Basımevi, Ankara
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm>
- T.C. Resmi Gazete. Sermaye Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. 02.07.2024. Sayı: 32590, Başbakanlık Basımevi, Ankara
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/07/20240702-1.htm>
- T.C. Resmi Gazete. Suç Gelirlerinin Aklanmasının ve Terörün Finansmanının Önlenmesine Dair Tedbirler Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. 01.05.2021. Sayı: 31471, Başbakanlık Basımevi, Ankara
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/05/20210501-5.pdf>
- Vauplane, H. (2024) France
<https://www.globallegalpost.com/lawoverborders/cryptoassets-1166537785/france-1456282535>
- Virtuzone (2024) Dubai Crypto Tax: Everything You Need To Know <https://virtuzone.com/blog/dubai-crypto-tax/>
- Wimmer, F. (2025) Crypto Tax UK: Ultimate Tax Guide for 2025 [HMRC Rules]
<https://www.blockpit.io/tax-guides/crypto-tax-united-kingdom-hmrc>
- Ledger Insights (2024) Boerse Stuttgart tests tokenized security settlement in ECB wholesale DLT trials <https://www.ledgerinsights.com/boerse-stuttgart-tests-tokenized-security-settlement-in-ecb-wholesale-dlt-trials/>

Ledger Insights (2024) ECB DLT trials: Boerse Stuttgart, Germany's biggest banks to settle tokenized securities
<https://www.ledgerinsights.com/ecb-dlt-trials-boerse-stuttgart-germanys-biggest-banks-to-settle-tokenized-securities/>

Ledger Insights (2024) Tokyo Subsidizes Digital Securities Issuance Costs
<https://www.ledgerinsights.com/tokyo-subsidizes-digital-securities-issuance-costs/>

MASAK (2024, Temmuz) Şüpheli İşlem Bildirim Rehberi
<https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/12/2024/07/KVHS-REHBER-2-0.pdf>

Financial Stability Board (2024) The Financial Stability Implications of Tokenisation
<https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf>

OECD (2021) Understanding the Tokenization of Asset in Financial Markets
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/understanding-the-tokenisation-of-assets-in-financial-markets_2e657111/c033401a-en.pdf

PwC, (-) Tokenization in Financial Services: Delivering Value and Transformation
<https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/tokenization-in-financial-services.html>

KATKIDA BULUNANLAR

Meral Şengöz

T3i PARTNER NETWORK, PARTNER

Av. Doç. Dr. Pınar Çağlayan Aksoy

BİLKENT HUKUK FAKÜLTESİ

Dr. Mustafa Takaoğlu

TÜBİTAK BİLGEM

Deniz Parlaöz

BCTR

Merve Öztürk Günaltay

BCTR

Alpaslan Burak Eliaçık

TÜBİTAK

Bartu Ertuğrul

KPMG

Bekir Yenidoğan

KPMG

Belamir İrem Acar

HALK BANK

Berke Bayhoca

YAPI KREDİ

Berrak Dereli Türkmen

HALK BANK

Can Bükülmez

BT.GURU

Canay Karadeniz

HALK BANK

Deniz Onuk

KOLCUOĞLU DEMİRKAN KOÇAKLI

HUKUK BÜROSU

Harun Küçüksüslü

RUDIQ

Hasan H. Yaşar

KOLCUOĞLU DEMİRKAN KOÇAKLI

HUKUK BÜROSU

İrem Cansu Demircioğlu Mercan

KOLCUOĞLU DEMİRKAN KOÇAKLI

HUKUK BÜROSU

İzel Beliz Taylan

DEFY

Av. M. İlker Öztürk

BT.GURU

Meltem Pakna

AKBANK

Merve Akgün Sarı

AKBANK

Merve Tunçyüz

HALK BANK

Özge Sarı

HALK BANK

Özgür Aslan

KOLCUOĞLU DEMİRKAN KOÇAKLI

HUKUK BÜROSU

Sadi Çakır

HALK BANK

Sadettin Kerim

YAPI KREDİ

Seçil Demir Kahraman

İŞ BANKASI

Sinem Nilsu Bayazıt

KOLCUOĞLU DEMİRKAN KOÇAKLI

HUKUK BÜROSU

Turan Sert

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

Vural Can Koçak

Yaman Can

RUDIQ

Yiğit Kuyrukluoğlu

HALK BANK



BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E

MENKUL KIYMETLERİN TOKENİZASYONU



Bankacılık, Finans ve
Sigortacılık Çalışma Grubu

NİSAN 2025



TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI