T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
FİNANSAL İKTİSAT VE BANKACILIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKEN EKONOMİSİ VE BLOK ZİNCİRİ TEMELLİ UYGULAMALARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Emircan YILDIRIM

Danışman
Doç. Dr. Kerim Eser AFŞAR

İZMİR-2023

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Token Ekonomisi ve Blok Zinciri Temelli Uygulamalarda Sürdürülebilirlik” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Emircan YILDIRIM

01/09/2023

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Token Ekonomisi ve Blok Zinciri Temelli Uygulamalarda Sürdürülebilirlik

Emircan YILDIRIM

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Finansal İktisat ve Bankacılık Programı

Bu tez, kripto paralarla birlikte literatüre girmiş olan "Tokenomics" kavramını kripto oyunlar bağlamında tartışmaktadır. Tezin amacı, blok zinciri tabanlı projelerin kendi içinde yarattığı ekonominin dinamiklerini ele alarak oyun tokenlerinin kripto para piyasası içindeki konumunu analiz etmektir. Finansal varlıklar arasındaki ilişkinin analiz edilmesi için "Minimum Kapsayan Ağaç" yöntemi kullanılmaktadır. Kripto para piyasasında yer alan varlıkların birbiriyle olan ilişkileri bu yöntem ile analiz edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda kripto paraların kategorizasyonu ihmal edilmiş ve sektörel bir analiz yapılmamıştır. Tezde kripto paralar kategorize edilerek oyun tokenleri bağlamında sektörel bir analiz yapılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre bir projenin tokenomics yapısının yanlış kurgulanması projenin fiyatı üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Kripto para piyasaları arasındaki ilişkinin ele alındığı analiz sonuçlarına göre, Bitcoin yerine Ethereum kripto paralar içinde merkezi bir konumda yer almaktadır. Kripto oyunlar ve merkeziyetsiz borsalarsa kendi arasında sektörel bir kümelenmeye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Token Ekonomisi, Blok Zinciri, Merkeziyetsiz Oyunlar, Minimum Kapsayan Ağaç, Kripto Paralar.

ABSTRACT

Master's Thesis

Tokenomics and Sustainability in Blockchain Based Applications

Emircan YILDIRIM

Dokuz Eylül University

Graduate Scholl of Social Sciences

Department of Economics

Financial Economics and Banking Program

This study discusses the concept of "Tokenomics", which has entered the literature with cryptocurrencies, crypto games. The aim of the study is to preserve the analysis of gaming tokens holding cryptocurrencies by considering the dynamics of the economy that the breadth of the blockchain creates in itself. The "Minimum Spanning Tree" method is used to analyze the relationship between financial assets. Relationships with structured cryptocurrencies were analyzed with this method. However, the categorization of cryptocurrencies was neglected and no sectoral analysis was made. In the study, cryptocurrencies are categorized and a sectoral analysis is made of game tokens. According to an assumption obtained, a fiction causes a reduction in the negative effects on the cost of incorrectly constructing the tokenomics structure. According to the results of the analysis, which deals with the relationship between crypto money markets, Ethereum takes a central place in cryptocurrencies instead of Bitcoin. Crypto games and decentralized exchanges have a sectoral cluster among themselves.

Keywords: Tokenomics, Blockchain, Decentralized Games, Minimum Spanning Tree, Cryptocurrencies.

TOKEN EKONOMİSİ VE BLOK ZİNCİRİ TEMELLİ UYGULAMALARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

İÇİNDEKİLER

İKİNCİ BÖLÜM
TOKEN EKONOMİSİ VE MERKEZİYETSİZ OYUNLAR

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KRİPTO OYUN PİYASASINA YÖNELİK BİR UYGULAMA

KISALTMALAR

AML	Kara Para Aklanmasını Önleme
AMM	Otomatik Piyasa Yapıcı
AXS	Axie Sonsuzluk Parçaları
DEX	Merkeziyetsiz Borsa
ICO	İlk Madeni Para Teklifi
KYC	Müşterini Tanı
MST	Minimum Kapsayan Ağaç
NFT	Nitelikli Fikri Tapu
P2E	Oynadıkça Kazan
POW	İş Kanıtı
PVE	Çevreye Karşı Oyna
PVP	Oyuncuya Karşı Oyna
SHA-256	Güvenli Özet Algoritması-256
SLP	Pürüzsüz Aşk İksiri
UTXO	Harcanmamış İşlem Çıktısı

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

GİRİŞ

Bitcoin'in 2008 yılında ortaya çıkmasının ardından blok zinciri teknolojisine olan ilgi artmış, bu teknoloji farklı alanlarda uygulama olanakları bulmuştur. Blok zinciri, kişiler arasında transfleri üçüncü bir kişiye ihtiyaç duymadan doğrudan sağlayan yazılım protokolüdür (Raj ve Deka, 2020). Blok zinciri uygulamaları arasında; tapu sicillerinin kaydedilmesi (Mendi, 2021), vergilerin toplanması (Nemade ve diğerleri, 2019), tedarik zinciri güvenliği (Manupati, 2020), sosyal yardımların dağıtılması (Orcutt, 2017), dış yardımların ödenmesi (Higgins, 2017) ve merkeziyetsiz oyunlar (Direr ve diğerleri, 2022) gibi çeşitli kullanım alanları yer almaktadır. Blok zinciri tabanlı uygulamaların ekonomik ilişkileri kripto paralarla sağlanmaktadır. Kripto paralar aracılığıyla projeler kendi içinde bir ekonomi yaratarak projenin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Bu tokenler borsalarda işlem görerek fiyatlanmaktadır. Kripto paraların ortaya çıkmasının ardından geçen zaman göz önünde bulundurulduğunda hızla büyüyen bir piyasa hacmine sahiptir.

Kripto paraların işlem hacmi 2013 yıllarının başlarında bir milyar dolar civarındayken yılın sonunda on milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır. Coinmarketcap'in (2023) verilerine göre 2021 yılının Kasım ayında 2.9 trilyon dolar ile en yüksek işlem hacmine sahipken Mayıs 2023 itibariyle 1.2 trilyon dolardır. Dünya hasılasının doksan altı trilyon dolar olduğu göz önünde bulundurulduğunda kripto paralar oldukça kısa bir sürede önemli bir ekonomik hacim yakalamıştır. Blok zincirinin uygulama alanlarından biri olan ve bu tezin de inceleme konusunu oluşturan kripto oyunlardır. Coinmarketcap'in verilerine göre Mayıs 2023 itibariyle yirmi beş binin üzerinde olan kripto paraların içinde oyun tokenlerinin sayısı dört yüz altmış altıdır. Oyun tokenlerinin toplam piyasa değeri ise 9.5 milyar dolar civarındadır. Dünya eğlence sektöründeyse oyun sektörü en yüksek paya sahiptir. PwC'nin küresel Eğlence ve Medya Görünümü Perspektifleri Raporu'na göre 2026 yılına kadar Eğlence ve Medya endüstrisinin geliri üç trilyon dolara ulaşacaktır.

Oyunlar ilk olarak eğlence amaçlı ortaya çıkarken (play to fun), dijital ekonominin gelişmesiyle ücretsiz oyunlar da (free to play) ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte oyunların içinde kullanılan öğelerin fiat paraya çevrilebildiği ve oyun oynayarak oyuncuların kazanç elde ettiği (play to earn) oyun türü de bulunmaktadır.

Oynadıkça kazan oyunlarının dinamiğinde mübadele ilişkilerinin var olması parasal ilişkilerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kripto oyunlar kategorisindeki 466 oyun tokeninin üç yüz on yedisini oynadıkça kazan tokenleri oluştururken bu tokenlerin piyasa değeri Mayıs 2023 itibariyle 4.6 milyar dolar civarındadır. Blok zincirinin yeni uygulama alanı olan kripto oyunların kısa zamanda dikkat çekici bir etki yaratması bu sektöre olan ilgiyi arttırmıştır.

Blok zinciri tabanlı tokenlerin ortaya çıkması aynı zamanda her token projesinin kendi içinde bir ekonomi oluşturmasına neden olmuştur. Token projelerinin kendi içinde yarattığı ekonomi ise "Tokenomics" (token ekonomisi) olarak adlandırılan yeni bir inceleme alanını ortaya çıkarmıştır. Token ekonomisi, tokenleri kullanarak kendi kendine idame ettiren bir ekonomi yaratmak ve ekosistemdeki kullanıcıları teşvik etmek amacıyla ekonomik sistemin tasarlanmasını ve uygulanmasını kapsamaktadır. Bir projenin token ekonomisi yapısının yanlış tasarlanması durumunda proje sürdürülebilirliğini yitirebilir ve hatta piyasadan yok olabilir. Bu bağlamda tezde vaka olarak Axie Infinity'nin token ekonomi yapısı ele alınmıştır.

Kripto para piyasalarındaki fiyat oynaklıkları ve piyasa değişimleri bir başka ilgi konusudur. Finansal piyasalar oldukça karmaşık sistemlerdir. Finansal piyasalardaki karmaşık ilişkileri modelleyerek hiyerarşik yapıları ve kümelenmeleri saptamak mümkündür. Mantegna (1999), borsaların hiyerarşik yapılarını analiz etmek için korelasyon matrislerini kullanarak korelasyon matrislerine dayalı mesafe ölçüsü türetir ve benzer finansal varlıkları birbirine bağlayabilen grafik gösterimi olan Minimum Kapsayan Ağacı (Minimum Spanning Tree - MST) elde eder. MST'yi oluşturan ağ içinde düğümler ve kenarlar yer almaktadır. Düğümler finansal varlıkları, kenarlar ise korelasyonları temsil etmektedir. Elde edilen ağaç ile piyasadaki hiyerarşik ilişkileri ve kümelenmeleri analiz etmek mümkün hale gelir. Mantegna'nın bu yöntemi ile finansal varlıkları bir ağ biçimiyle analiz eden çalışmalar oldukça fazladır. Nitekim kripto para piyasası için de bu yöntem kullanılmaktadır. Bu tezde kripto oyunların hiyerarşik yapılarını ve kümelenmelerini analiz etmek amacıyla MST yöntemi kullanılmaktadır.

Bu tez, token ekonomisi kavramını ele alarak kripto projelerinin sürdürülebilirliği üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Bu kapsamda Axie Infinity

vaka olarak incelenerek token ekonomisi bağlamında sürdürülebilirliği tartışılmıştır. Diğer taraftan kripto para piyasası içindeki hiyararşik ve kümelenme ilişkileri makrotokenomics bağlamında analiz etmek amacıyla MST yöntemi kullanılmıştır. Kripto paraları ele alan MST literatüründe henüz kategorizasyon ve bir sektöre odaklanarak gerçekleştirilmiş bir analiz bulunmamaktadır. Bu kapsamda tez kripto paraları Binance'nin kategorizasyonunu kullanıp oyun tokenlerine odaklanarak analiz eden ilk çalışmadır. Analiz sonucuna göre aynı sektörde faaliyet gösteren kripto paralar kendi içinde kümelenme ilişkisine sahiptir. Bununla birlikte token ekonomisi bağlamında Türkiye'de yapılan çalışmalar neredeyse yoktur ve bu çalışma token ekonomisi bağlamında yazılan ilk tezdir.

Bu kapsamda, tezin ilk bölümde blok zincirini tarihsel olarak ele alınmış, Bitcoin özelinde blok zincirinin nasıl bir mekanizmaya sahip olduğu incelenmiş ve kripto paraların sınıflandırılması tartışılmıştır. Tezin ikinci bölümünde, tokenomics kavramı incelenerek hangi unsurları ve hangi dinamikleri içerdiği ele alınmış ve kripto oyunlar literatüründen hareketle Axie Infinity'nin tokenomics yapısı incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise MST yöntemi ile kripto oyunların hiyerarşik ve kümelenme ilişkileri analiz edilmiştir. Tez, araştırmanın sonuçlarının ve genel bir değerlendirmenin yapıldığı sonuç bölümüyle sonlanmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM
BLOK ZİNCİRİ TARİHİ VE SINIFLANDIRMA

Bitcoin, üçüncü bir taraf olmaksızın eşler arasında ödemenin gerçekleşmesini mümkün kılan yeni bir ödeme sistemi olarak 2008 yılında tanıtılmıştır (Nakamoto, 2008). Üçüncü bir taraf olmaksızın ödemelerin mümkün kılınması kripto paraların temel teknolojisi olan blok zinciri tarafından sağlanmaktadır. Nakamoto, blok zinciri teknolojisini, herhangi bir aracı olmadan taraflar arasındaki işlemleri kriptografik kanıta dayalı olarak değiştirilemeyecek şekilde kaydedilebilir, açık kaynak kodlu, şeffaf ve dağıtık bir sistem olarak tanıtmaktadır. 2008 yılından itibaren bu teknoloji kullanılarak birçok proje hayata geçirilmiştir. Blok zinciri teknolojisi kendi içinde teknolojik yenilik barındırsa da teknik altyapısı daha öncesinde hazır bulunmaktaydı. Bu bölümde blok zincirinin kısa bir tarihi ve Bitcoin özelinde geleneksel blok zincirinin teknik alt yapısı, sonrasında ise kripto paraların sınıflandırması ele alınmıştır.

1.1. BLOK ZİNCİRİNİN KISA BİR TARİHİ

Blok zinciri, merkezi denetleyici herhangi bir unsura ihtiyaç duymadan işlem kayıtlarının doğruluğunu kişiler arasında doğrudan sağlamaktadır. Blok zinciri potansiyel olarak büyük bir etki yaratmış olsa da teknik olarak bileşenleri Bitcoin'den önce bulunmaktaydı. Bitcoin'de işlem kayıtları birbirlerine zaman damgası eklenerek blok zincirinde tutulmaktadır. Verilerin bağlantılı zaman damgası ile oluşturulması Haber ve Stornetta (1990) çalışmasında detaylandırmıştır. İşlemlerin kaydedilmesinde uzlaşının sağlanması için kullanılan "İş Kanıtı" (Proof-of-Work) protokolünün temelleri Dwork ve Naor (1992) tarafından spam maillerin önüne geçilmesi için oluşturulmuştur. Bununla birlikte İş Kanıtı Protokolü Hashcash içinde Adam Back tarafından kullanılmıştır (Ma ve diğerleri, 2018: 4). Kriptografik protokol çalışmaları ise David Chaum'un 1980'li yıllarda yaptığı çalışmalara uzanmaktadır (Dostov ve Shust, 2014). Bitcoin özelinde sağlanan gizliliğin öncü çalışması ise yine Chaum (1985) tarafından hayata geçirilmiştir.

Bitcoin'in teknik olarak alt yapısı hazırken daha öncesinde hayata geçmiş dijital paralar da bulunmaktaydı. "Bitgold" (Nick Szabo) ve "B-Money" (Wei Dai) Bitcoin öncesinde hayata geçirilmiş kripto paralara örnektir (Chohan, 2022: 8). Buna ek olarak 1989 yılında David Chaum "DigiCash"i bir elektronik para olarak hayata geçirdi (Hayes, 2019: 55). Tüm bu gelişmeler Bitcoin'in hayata geçmesinin temelini oluşturmaktadır. Bitcoin'in getirdiği yenilik ise çifte harcama problemini çözerek kayıtların dağıtık bir şekilde tutulup fikir birliğinin blok zinciri üzerinde sağlanmasıdır. Bir sonraki bölümde Bitcoin'in bunu teknik olarak nasıl başardığı, blok zinciri işleyişi adım adım ele alınarak anlatılmaktadır.

1.2. BLOK ZİNCİRİ VE MİMARİSİ

Blok zinciri projelerinin nasıl bir ekonomiye sahip olduğunu analiz edebilmek için teknik olarak nasıl bir altyapıya sahip olduğu incelenmelidir. Bu bölümde blok zincirinin teknik özellikleri Bitcoin özelinde ele alınacaktır.

1.2.1. Blok Zinciri Türleri

Blok zinciri kendi içinde türlerine göre açık, özel (izinli) ve konsorsiyum olmak üzere üç türe ayrılmaktadır (Ünal ve Uluyol, 2020: 169). İzinsiz blok zincirinde ağa katılmak için herhangi bir merkezi otoritenin onayına ihtiyaç duyulmamaktadır. Elinizde var olan donanım ile bu zincire katılmak mümkündür. İzinsiz blok zincirine kendi donanımı ile dahil olan herkes kayıtları dağıtık olarak tutabilmekte ve veri girişinde bulunabilmektedir. Bitcoin ve Ethereum izinsiz blok zincirinin en bilindik örnekleridir. İzinli blok zinciri, bir platformun veya merkezin kontrolü dahilinde faaliyet göstermektedir. Bu zincire elde bulunan donanım ile katılabilmek için merkezin veya platformun iznine ihtiyaç duyulmaktadır. İzinli blok zincirinde düğümlerin kontrolü merkezin elinde bulunmaktadır. Bu sebeple veri girişleri merkezin kontrolünde dağıtık bir şekilde yapılırken kayıtlar da dağıtık olarak tutulmaktadır. Konsorsiyum blok zinciri, ağın kontrolünün birden fazla kurum veya kuruluş tarafından sağlandığı izinli blok zincirinin bir türüdür. Konsorsiyum blok zincirinde yer alan her paydaş elinde düğüm tutmaktadır. Blok zincirinde bir işlem gerçekleştiğinde ağ içerisinde bu işlem yayınlanır ve işlem doğrulanarak blok

oluşturulur. Düğümler, ağ içerisinde yapılan bu işlem kaydını tutan kimselerdir. Bu, blokların doğrulanması ve sonrasında değiştirilemez bir biçime dönüşmesini sağlar (Ünal ve Uluyol, 2020).

1.2.2. Prof-of-Work- İş İspatı

Geleneksel blok zincir mekanizmasının getirdiği yenilik bir uzlaşı mekanizması olan "İş Kanıtı" protokolü ile fikir birliğinin sağlanmasıdır (Chen ve diğerleri, 2021). Bu protokol ile Nakamoto fikir birliğinde ortaya çıkan "Bizans Generalleri Problemine" bir çözüm getirmiştir. Bizans Generalleri Problemi, bir sonraki saldırı veya geri çekilme planında generaller arasında fikir birliği sağlanırken yaşanılan iletişim problemlerini gösteren mantıksal bir ikilem olarak 1982 yılında L. Lamport, R. Shostak ve M. Pease tarafından tanıtılmıştır. Burada her generalin kendi ordusuna sahip olduğu ve bir şehre saldırırken şehrin farklı noktalarında konuşlandığını varsayılmıştır. Generallerin şehre yapılacak saldırı veya geri çekilme stratejisi için fikir birliğini sağlaması gerekmektedir. Saldırı veya geri çekilme ile ilgili generaller ortak bir karara vardığında bir problem ortaya çıkmamaktadır. Bu süreçte önemli olan alınan kararları ortak bir şekilde uygulamaktır. Generaller arasında iletişim bir ulak tarafından sağlanmaktadır. İletişim problemi, ulağın mesajı iletirken gecikmelerin ortaya çıkması, mesajın kayıp olması ve zarar görmesidir. Mesaj güvenli ve değişmeden yerine ulaştırılsa dahi bir veya daha fazla general kötü niyetli davranarak bir mesaj gönderirse oluşturulacak strateji başarısız olur. Blok zincirde ise her düğüm bir generali temsil etmektedir. Bu düğümler, sistemin ayakta kalması ve devamlılığı için mevcut durum hakkında fikir birliğine sahip olması gerekir. Bitcoin altyapısında fikir birliğinin sağlanması İş Kanıtı protokolüyle sağlanmaktadır. İş Kanıtı protokolünde bir bloğun oluşturulma zorluğu "nonce" değeri ile ayarlanmaktadır. Blok zincirinde blokların oluşturulması ortalama olarak on dakikaya ayarlanmış bir şekilde oluşturulmaktadır. Bloklar oluşturulurken madenciler sistem tarafından istenilen "özel" bir hash değerini bulmaya çalışır. İstenilen özel hash değerine ulaşmak için nonce değeri değiştirilerek hesaplama yapılır. Bununla birlikte işlem gücüne bağlı olarak bazı dönemlerde on dakikanın üzerinde veya altında bloklar oluşturulmaktadır. Bu sapmalardan kaçınmak için nonce kullanılmaktadır. Nonce, sıfır

ile başlayan ve her hesaplama için artan dört byte boyutunda bir alandır (Tandırverdi ve diğerleri, 2019). On dakikalık sürede madenciler rekabete girerek bloğun hash değerini hesaplamaya çalışır. Bloğun hash değerinin hesaplanmasının ardından madenci özeti bulduğunu ağa bildirir. Ağda bulunan düğümler bloğun doğruluğu konusunda uzlaşı sağladığında blok zincire eklenmektedir ve madenci oluşturduğu bloktan ödül olarak Bitcoin ve işlem ücretlerini almaktadır. Nakamoto önerdiği bu sistem ile Bizans Generalleri problemini çözse de sistem hala saldırılara açıktır. Ağ içinde kötü niyetli olan kişilerin oranı %51 olduğunda sistem manipüle edilebilir.

1.2.3. Özel Anahtar ve Açık Anahtar

Dijital dünyada güvenliğin iki önemli boyutu olan gizlilik ve doğruluk Bitcoin mimarisinde özel ve açık anahtar ile sağlanmaktadır (Kardaş ve Kiraz, 2018). Burada gizliliği oluşturan bilginin şifrelenmesi iken doğruluğu oluşturan dijital imzadır. Bitcoin'de şifreleme aşamasında açık ve özel olmak üzere iki anahtar kullanılmaktadır. Bu iki anahtar birbirinin ikamesi değil tamamlayıcısıdır. Genel anahtar bir bilginin şifrelenmesi için kullanırken özel anahtar şifreyi çözmek için kullanılmaktadır. Özel anahtar ile şifrelenen belge açılabilirken açık anahtar ile şifrelenen belgeyi açmak mümkün değildir. Özel ve açık anahtarın nasıl kullanıldığını bir örnekle açıklayacak olursak: A kişisinin B kişisine bir belge göndermek istediği durumda B kişisi bir anahtar çifti üretir ve açık anahtarı A kişisine gönderir. Sonrasında A kişisi gönderilen açık anahtar ile belgeyi şifreler ve B kişisine gönderir. Gönderilen veriye ulaşmanın tek yolu B kişisinin elindeki özel anahtardır. Gönderilen belgeye ulaşmak isteyen kötü niyetli bir kişi özel anahtara ulaşmadığı sürece belgenin içeriğine ulaşması mümkün değildir. Açık anahtar ile yürütülen bilginin şifrelenmesi süreci gizliliğin temelini oluşturmaktadır. Bu anahtarların bir diğer kullanımı ise bir verinin başkası yerine göndericiden geldiğini kanıtlamak amacıyla dijital imzanın kullanılmasıdır. Örneğin A kişisi B kişisine bir veri göndermek istesin. Burada A kişisi bir anahtar çifti üretir. Açık anahtarını B kişisine gönderir. Gönderilmek istenen verinin hash değeri hesaplanır ve özel anahtarı ile kilitler, göndereceği belgeye hash değerini ekler. B kişisi açık anahtarı ile belgeye ulaşır ve belgenin hash değerini hesaplar. Gönderilen hash değeri ile B kişisinin hesapladığı hash değeri aynı ise belgenin doğruluğu kanıtlanmış olur.

1.2.4. Hash Fonksiyonu

Hash fonksiyonu daha çok kriptolojinin alanına girmekte ve klasik şifreleme yöntemi olarak nitelendirilmemektedir. Hash fonksiyonu bir verinin özgün yapısını ortaya koymak için kullanılmaktadır (Warmke, 2021). Bitcoin mimarisinde kullanılan "SHA-256" (Secure Hash Algorithm) herhangi bir verinizi örneğin: resim, belge veya metni sabit uzunlukta çıktıya çeviren bir algoritmadır. Herhangi bir verinin hash değeri elde edildiğinde, veride meydana gelecek küçük bir değişiklik hash değerinin de değişmesine neden olacaktır. Elde edilen hash değeriyle verinin kendisine doğrudan ulaşamama ve farklı verilerin aynı hash değerini üretmemesi bu fonksiyonun diğer özellikleridir. Dolayısıyla elinizdeki hash değerinden hareketle verinizde meydana gelen bir değişikliği ve belgenizin özgünlüğünü görmek mümkündür. Hash algoritmasının kendine özgü bu özelliklerini sayesinde Bitcoin mimarisinde bloklar birbirine zincirlenmekte ve bu da güvenliğin temelini oluşturmaktadır.

1.2.5. Madenciler

Bitcoin mimarisinde madencilik, hileli işlemleri engelleme, Bitcoin arz etme ve çifte harcamanın önüne geçmenin yöntemidir (Çarkacıoğlu, 2016: 46). Bitcoin ile transfer yapmak isteyen kişiler belirli bir işlem ücretiyle işlem talebi göndermektedir. Madenciler, henüz onaylanmamış ve işlem taleplerinin geçici olarak tutulduğu işlem havuzundan bir bloğun maksimum boyutu kadar işlem talebini alır ve blok oluşturmak için önce blokta yer alan bütün işlemlerin hash değerini hesaplar. Sonrasında madenci blok başlığının hash değerini hesaplar. Bloğu oluşturan madenci blok ödülü ve işlem ücretleriyle ödüllendirilir. Bu sebeple bütün madenciler blok oluşturmak için rekabete girer. Buna ek olarak madenciler blokları oluştururken kullandıkları bilgisayarın veya donanımın bakımından sorumludur (Omote ve Yano, 2020: 133). Sistemde yer alan düğümler ile madencileri karıştırmamak gerekir. Düğümler sistemde blokların onayını gerçekleştiren ve ağı senkronize eden kimselerdir. Aynı zamanda düğümler gönüllü olarak da bu hizmeti yerine getirebilmektedir ve bu özelliği ile madencilerden ayrışmaktadır.

1.2.6. Blok

Bloklar, işlemlerin hash değerlerinin tutulduğu muhasebe kaydı olarak tanımlanabilir (Chaudhary ve diğerleri, 2015). Bir blok içinde, blokta yer alan tüm işlemlerin özet değeri bulunmaktadır. Blokta zaman damgasıyla birlikte zorluk derecesinin ayarlandığı nonce değeri bulunmaktadır. Sıfır ile başlayan nonce değerinin değiştirilmesi ile istenilen hash değerine ulaşılmaktadır. Blok versiyonunda ise doğrulama kurallarının nasıl uygulanacağı yer almaktadır. Son olarak, blokların bir zincir olarak birbirine bağlanması ve işlemlerin doğruluğunun sağlanması için blok içinde bir önceki bloğun 256 bit boyutundaki hash değeri bulunmaktadır. Bazı durumlarda madenciler eş zamanlı olarak blok üretebilir ve bu durumda çatallanma ortaya çıkar. Nakamoto, söz konusu problemin aşılması için madencilerin en uzun zinciri takip edeceğini belirtmektedir.

Çatallanma, sistemden kaynaklanan bir problem sebebiyle ortaya çıkabilirken aynı zamanda ağ yürütücüleri tarafından sistemde yaşanılan ölçeklenebilirlik gibi problemlerin ortadan kaldırılması için de çatallanmaya gidilebilir (Memon ve diğerleri, 2018). Ağda bulunan herhangi bir düğüm çatallanma için talep oluşturabilir ancak çatallanmaya gidilmesi için ağda bulunan düğümlerin çoğunluğunun uzlaşısı gerekmektedir. Meydana gelen çatallanma zincir yapısına göre "Yumuşak Çatallanma" (Soft Fork) ve "Sert Çatallanma" (Hard Fork) olarak ikiye ayrılır. Blok zincirinde geriye doğru uyumlu olan ve sistemin daha verimli çalışmasını sağlayan teknik iyileştirme, yumuşak çatallanma olarak adlandırılmaktadır. Yumuşak çatallanmanın ardından yeni ve eski bloklara ait coin transferi yapılabilmektedir. Bu çatallanmanın akabinde madenciler ve cüzdan sahipleri yapılan teknik güncellemeyi benimsemezse eski yazılımı kullanabilmektedir. Eğer yeni yazılımı kullanma fikri oluşursa güncelleme yapılarak yeni özellikler kullanılabilmektedir. Zincirde geriye dönük köklü bir değişiklik yapılırsa farklı iki zincir oluşmakta ve bu durum sert çatallanma olarak adlandırılmaktadır. İlgili koşullarda eski ve yeni olmak üzere iki yeni blok zincir oluşur ve burada yer alan gruplar bir daha bir araya gelmemek üzere ikiye ayrılır. Burada madenciler ve düğümler iki zincirden birini seçer ve işlemlerine orada devam eder.

1.2.7. Harcanmamış İşlem Çıktısı (Unspent Transaction Output)

Başta Bitcoin olmak üzere birçok kripto para tarafından kullanılan "Harcanmamış İşlem Çıktısı" (UTXO), bir transfer yapıldığında çıktıların sonraki işlemin girdisi olarak kullanılması anlamına gelmektedir (Florian ve diğerleri, 2019). Bu yöntemle herhangi bir işlemin başlangıcını ve bitişini görmek mümkündür. UTXO yöntemiyle madenci, kripto paranın arz edildiği süreçten kullanıcıların cüzdanına gelene kadar izlediği yolu tespit etmektedir.

UTXO sisteminde, blok zincir üzerinde eşler arasında bir transfer gerçekleştirildiğinde göndericinin hesabındaki miktarın tamamı harcanmış olarak işaretlenir ve artan miktar yeniden göndericinin hesabına harcanmamış olarak işaretlenerek gönderilir. Kullanıcıların cüzdanlarında meydana gelen girdiler ve çıktılar daha sonraki işlemlerin kaynağını oluşturmaktadır. Bir cüzdanda yer alan tüketilmiş UTXO harcanmış olarak işaretlendiğinde bir daha kullanılmamaktadır. İşlemin bir diğer çıktısı olan harcanmamış olarak işaretlenen miktar sonraki işlemler için UTXO'ya dönüşmektedir. Bir örnekle açıklayacak olursak, A kişisinin beş Bitcoini olduğunu varsayalım ve B kişisine iki Bitcoin göndermek istesin. Burada A kişisinin hesabındaki beş Bitcoin harcanmış olarak işaretlenir. Bu işlemin sonucunda iki farklı UTXO meydana gelir. İki Bitcoin harcanmış olarak UTXO'ya dönüşüp B kişisinin adresine aktarılır. Kalan üç Bitcoin ise harcanmamış olarak UTXO'ya dönüşür ve A kişisinin hesabına aktarılır. Bu yöntem kabaca bir kripto paranın nereden geldiğinin ve nerede olduğunun belirlenmesi için takip sistemi olarak çalışmaktadır. UTXO'ların tamamı harcanmadığında her defasında cüzdandaki bütün miktar işleme konu olur ve bölünerek yeni UTXO'lar meydana gelir. Bu sistem ile çifte harcamanın engellenmesi mümkün kılınmaktadır.

1.3. BLOK ZİNCİRİNDE SINIFLANDIRMA

2008 yılında Bitcoin'in hayata geçmesiyle birlikte blok zinciri tabanlı tokenlerin sayısı artarak Mart 2023 itibariyle 23.125'e ulaşmıştır. Token sayısında ortaya çıkan bu artış, tokenlerin oluşturulduğu teknik koşullar göz önüne alındığında kendi içinde karmaşık bir durumu ortaya çıkarmaktadır. Tokenlerin yarattığı karmaşa başta yasal kurumlar olmak üzere endüstri ve yatırımcılar açısından risk ortaya

çıkarmaktadır. Oluşan riski minimize etmek amacıyla bu alanda yer alan kurumlar ve araştırmacılar ortak bir token sınıflandırması oluşturma çabasına girmiştir. Tezin bu bölümünde, literatürde yer alan token sınıflandırması ele alınmaktadır. Bununla birlikte token sınıflandırması oluşturulurken teknik sürecin ele alınması token ekonomisinin temelinin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, bu tez açısından sınıflandırmanın önemi, token ekonomisinin temel bir adımı olarak ele alınmasından kaynaklanmaktadır.

1.3.1. Kripto Varlıklarda Sınıflandırma

Kripto paralar için literatürde çeşitli sınıflandırmalar önerilmektedir. Genel kabul gören üç sınıflandırma; menkul kıymet tokenleri, fayda tokenleri ve çalışma tokenleri şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Menkul kıymet tokenleri, ihraççının ürettiği gelecekteki nakit akışları veya getirileri için haklardır ve basit bir ifadeyle dijital menkul kıymettir. Fayda tokenleri, genel olarak platformdaki bir ürün veya hizmeti kullanma hakkını taşımaktadır. Çalışma tokenleri ise geliştiricilerin platformda merkezi olmayan uygulamalar geliştirmesi için lisans olarak kullanılmaktadır (Cong ve Xiao, 2021: 3-4). Bununla birlikte sıkça ele alınan bir diğer sınıflandırma İsviçre Finansal Piyasaları Denetleme Kurulu (2019) tarafından oluşturulan sınıflandırmadır.

İsviçre Finansal Piyasaları Denetleme Kurulu'nun sunduğu sınıflandırma;

- Ödeme tokenleri, başka herhangi bir projeye bağlı olmayan ve sadece ödeme aracı olarak kullanılan tokenlerdir.
- Fayda tokenleri, sistemde bir hizmete veya uygulamaya dijital erişim sağlayan tokenlerdir.
- Varlık tokeni, şirketlere katılım, gelir akışları, temettü veya faiz ödemeleri hakkı gibi bir varlığı temsil etmektedir. Ekonomik işlevi açısından token, hisse senetlerine, tahvillere veya türev araçlara benzemektedir.

Kripto varlıkların sınıflandırılmasındaki temel çaba varlıkların yasal bir zemine oturtulmasıdır. Token Taksonomi Çerçevesi (2019), blok zinciri geliştiricileri, iş kolu yöneticileri ve yasal düzenleyiciler arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlayarak tokenleri beş özelliğe göre sınıflandırmaktadır. Whittaker ve Reid (2018), PwC raporunda mevcut olan kripto varlıkların sınıflandırmasını ele alarak yasal bir

zeminde sınıflandırmanın nasıl olacağı üzerine seçenekleri tartışmaktadır. Temel zorluk, kripto varlıların tasarım gereği esnek olmasıdır. Bu durum yasal sınıflandırmayı zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda sınıflandırmaya; fayda, güvenlik, platform, varlık temelli ve kripto paralar olarak yapılan kategorik sınıflandırma ile başlanmaktadır. İkinci olarak, şirketler yasasının finansal ürünler tanımında yer alan tüm kripto varlık türleri kategorize edilmektedir. Son olarak, kitle kaynaklı finansmana benzer bir sınıflandırmanın yapılabileceği önerilmektedir. Ancak token sınıflandırmasının statik olmaması ve blok zinciri kullanımının gelişimi yeni kripto varlıkların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bu durum sınıflandırmanın giderek zorlaşmasına yol açacaktır. Müller ve diğerleri (2017), Tokenize edilmiş bir ekonomide vergi ve yasal etkilerin, risklerin ve yatırım uygunluğunun değerlendirmesi için güvenilir bir sınıflandırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Token projelerinin yasal doğasını temsil eden ICO'lar (Initial Coin Offering), kripto paraların halka arzı olarak nitelendirilse de teknik ve yasal olarak bir halka arz süreci olarak nitelendirilemez. Bununla birlikte ICO'ların halka arzın yasal süresi ve düzenlenmiş faaliyetiyle ilgisi bulunmamaktadır. Bu sebeple mevcut projeler için Müller ve diğerleri (2017), "Token Geliştirme Etkinliği" kavramının kullanılmasını önermektedir. Ancak Token Geliştirme Etkinliği olarak yayınlanan bir tokenin yasal olarak analiz edilebilmesi için tokenlerin sınıflandırma çerçevesine sahip olması gerekmektedir. Fokri (2021), kripto varlıkların yasal altyapısının oluşturulması için sınıflandırmayı yasal zemin temelinde tartışmaktadır. Toepffer ve Thatmann (2020), başarılı tokenlerin sayısının sınırlı olmasının temel nedenini başarı için gerekli parametrelerin birleşik bir anlayışının olmaması ve token ekonomisinde standardizasyonun eksikliğine bağlamaktadır. Bu bağlamda Toepffer ve Thatmann (2020) düzenleyici kurumları, uygulayıcıları ve akademisyenleri dikkate alan birleşik bir token ekonomisi için beş ana bölümden oluşan bir sınıflandırma önermektedir. Bununla birlikte bir token modelinin başarısını ölçmek amacıyla sekiz başarı parametresi tanımlanmaktadır.

Sınıflandırma çabasının diğer boyutunu yatırımcılar için bir rehber sunmak oluşturmaktadır. Köse ve diğerlerine (2020) göre kripto paralar; yatırımcılar tarafından yatırım aracı olarak görülseler de her kripto varlık belli bir sektörde, belli bir iş modeli içinde faaliyet gösterecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu görüşten hareketle

yatırımcıların karar verme sürecine rehberlik etmesi amacıyla kripto varlıklar; varlık türü, sektör ve işlem anonimliğine göre sınıflandırılmaktadır. Marshall (2018), kripto varlıklar taksonomi raporunda, yatırımcılara, endüstriye ve düzenleyici kurumlara kripto varlıklar hakkında bütüncül bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda; ademi merkeziyet düzeyi, düzenleyici, tedarik ihraçları, endüstriyel sınıflandırma, ekonomik teşvik ve arz yoğunluğu gibi özelliklere göre piyasa hacmi en yüksek iki yüz kripto varlık analiz edilerek sınıflandırma beş grupta oluşturmuştur.

Sınıflandırma amacının bir diğer boyutu teknik olarak tokenlerin oluşturulması sürecine rehberlik etmesidir. Tasca ve Tessone (2017), blok zinciri mimarilerinin standart teknik modellere olan ihtiyacını vurgulamaktadır. Blok zincirinin dinamik yapısı göz önünde bulundurulduğunda genel bir resim sunmak zordur. Bu sebeple veri dağıtımı, şeffaflık, güvenlik, değişmezlik ve mahremiyet kavramlarından hareketle blok zinciri tanımlanarak sınıflandırma oluşturulmaktadır. Tönnissen ve diğerleri (2020), ICO'lara yapılan yatırımlara rağmen henüz yeterli teorik bilgi ve farklı iş modelleri türlerine dair kapsamlı bir anlayışın yokluğuna dikkat çekmektedir. Bu bakış açısıyla blok zinciri tabanlı start-up'ların taksonomisi oluşturulmuştur. Sınıflandırma için yüz doksan beş start-up projesi küme analizi ile analiz edilmiştir. Bunlar arasında; ağ etkisi, token teşviki, iş birliği, kontrol seviyesi, pazar türleri ve müşteri segmenti sınıflandırması çalışmada yer almaktadır. Ankenbrand ve diğerleri (2020), geleneksel finans ile kripto varlıkların birlikte sınıflandırıldığı bir yaklaşımın eksikliğinden hareketle iki dünyayı birleştirecek bir sınıflandırma önermektedir. Tüm varlıkların sınıflandırılabileceği on dört özellik belirlenmiştir. Bu özellikler; talep yapısı, teknoloji, dayanak, mutabakat/doğrulama mekanizması, yasal durum, yönetişim, bilgi karmaşıklığı, yasal yapı, bilgi arayüzü, toplam arz, ihraç, itfa, aktarılabilirlik ve değiştirilebilirliği gibi başıkları içermektedir. Oliveira ve diğerleri (2018), token ekosisteminde meydana gelen büyüme ve bu büyümenin getirdiği karmaşıklık hakkında kapsamlı bir görüşün hâkim olmaması nedeniyle token sınıflandırması oluşturmuştur. Literatürden elde edilen on bir parametre ile tokenin nitelikleri ele alınmıştır. Bu parametrelerin ampirik olarak karşılaştırılması sonrasında on üç parametreye genişletilmiş; amaç nitelikleri, yönetişim nitelikleri, işlevsel nitelikler ve teknik nitelikler olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

1.3.2. Tokenomicse Bir Giriş Olarak Sınıflandırma

Bir tokenin altında yatan değeri ve token dinamiklerini sınıflandırma ile ilişkilendirmek mümkündür. Sınıflandırma değer üretim sürecinin ve tokenlerin iktisadi dinamiklerinin gözlemlenebilmesi için etkin bir araçtır. Bununla birlikte bir varlığın değerinin dijital dünyaya aktarılması, iktisadi dinamiklerin de dijitalleşmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda değerin dijitalleştirilmesi yani tokenizasyon, değerin madeni paraların veya tokenlerin takas edilebilir hesap birimlerinde içselleşerek dijitalleşmenin bir biçimini temsil etmektedir (Freni ve diğerleri, 2020: 2). Buradaki yenilik; çalışma, itibar, oy hakları ve fayda gibi ekonomik kavramların ötesinde bölünebilen ve alınıp satılabilen değer kavramının genişletilmesidir (Freni ve diğerleri, 2020: 2). Tokenizasyon hayata geçirildiğinde, her tür değer ve hesap birimi token ile yönetilmektedir. Tokenler, kullanıcıların para politikasını ve teşvik sistemini yöneten ve kurallar bütününü oluşturan bir kuruluş, grup veya kişi tarafından yaratılmaktadır. Bu bağlamda tokenizasyon süreci, kuralların tokeni yaratan tarafından oluşturulduğu ve kendi kendini yöneten token ekonomisi sisteminin hayata geçirildiği bir süreçtir. Token ekonomisinde süreci yöneten kurallar, paydaşların davranışlarını hedeflenen ile uyumlaştırarak bir yenilik ortaya çıkarmaktadır. Bu görüşten hareketle tokenize edilmiş varlıkların sınıflandırmasını detaylı olarak ele almak token ekonomisi sisteminin nasıl kurgulandığının anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Bununla birlikte sınıflandırma, dijitalleşmiş iktisadi dinamiklerin belirginleşmesine yardımcı olacaktır.

Cong ve Xiao (2021), dört token kategorisi tanımlamakta ve bunların altındaki değere vurgu yapmaktadır. Bu görüşten hareketle ilk kategoriyi ödeme tokenleri oluşturmaktadır. İnsanlar ödeme tokenlerini (Bitcoin, Tether vb.) para olarak kullanmaktadır. Bu tokenlerin değeri, para birimlerinin değerlemesine benzemektedir. Örneğin; para birimlerinin değerlemesinde politik düşünceler, para arzı ve hızı belirleyicidir. Ödeme tokenlerinin bir kısmının sınırlı arza sahip olması (Bitcoin gibi) onların "dijital altın" algılanmasına neden olmakta ve değer saklama görevi görmektedir. İkinci olarak, dijital platformlar ekosistemlerinde kendi tokenlerini kullanmaktadır. Platform tokenleri, belirli hizmet veya işlemleri sağlamakta ve yerel ödeme aracı olarak kullanılmaktadır. Üçüncüsü, ürün tokenlerini içermektedir. Bu, token sahibinin, hizmet sağlayıcısından önceden belirlenmiş miktarda ürün veya hizmet alabileceğini göstermektedir. Son olarak, nakit akışına dayalı tokenlerdir.

Tokenler, sahibine bir işletmeden gelecekteki nakit akışları için belirli haklar vermektedir. Bu tür tokenler güvenlik sözleşmeleridir ve güvenlik yasası kapsamında düzenlenmektedir. Bu tokenlerin değerlemesi, gelecekteki nakit akışlarının şimdiki zamana indirgenmesiyle yapılmaktadır.

Tokenlerin değerlemesindeki bir diğer unsur güvendir. Tokenler, bir ekosistemde hizmete erişime, indirimden yararlanma veya oy kullanma hakkını temsil ettiğinde token ihraç eden token sahibine güven vermektedir. Token sahibi tokenin sağladığı hakkın geçerli ve uygulanabilir olduğuna güvenmektedir. Tokenler bir varlığı temsil ettiğinde, token ihraç eden taraf, tokenin uygulanabilirliğini ve yönetilebilirliğini sağladığı bir durumda değer kendini korur ve artar. Bu durumda bir tokenin değer kaynağına güven kavramına getirmek mümkündür ve tokenler, aracısız ve merkezi olmayan güvenin ölçülebilir temsilleridir (Freni ve diğerleri, 2020: 2).

Bir tokenin sınıflandırılması incelenirken en iyi başlangıç noktası tokenin teknik incelemesidir (Freni ve diğerleri, 2022: 5). Bu inceleme, tokenin temel işlevsel mekanizmalarının ve özelliklerinin, blok zincir tabanlı ekosistemin ayrıntılı bir tanımını içermektedir. Bu bağlamda Freni ve diğerleri (2022) token sınıflandırması ve tasarım sürecinin eyleme geçirilebilir hale getirilmesi için bir çerçeve oluşturmuştur. Oluşturulan çerçevede teknoloji, davranış ve koordinasyon alanı olmak üzere üç ayrımda ele alınmıştır ve teknik olarak kapsamlı bir sınıflandırılma sunulmaktadır.

Teknoloji alanı; zincir, izin, blok zinciri sayısı ve temsil türü olmak üzere dörde ayrılmıştır. Zincir, tokenin verildiği zincirin teknik özelliklerini, izin ise ağa katılmak için gerekli olan koşulları ifade etmektedir. Blok zinciri sayısı tek bir zincir veya birden fazla zincirin olup olmadığını, temsil ise bir tokenin ortak bir temsilinin olup olmadığını göstermektedir.

Davranış alanı altı boyutu içermektedir; yakılabilirlik, sona erebilirlik, harcanabilirlik, değişebilirlik, bölünebilirlik ve takas edilebilirlik. Yakılabilirlik, toplam token arzını ayarlamak için kullanılmaktadır ve ekosistemin para politikası ile ilgilidir. Sona erme, tokenin süresinin dolması durumunda, bir süre sonra programlı olarak yakılacağı anlamına gelmektedir. Harcanabilirlik, tokenin ekosistem içinde hizmetlere erişebilmek veya ücret ödemek için harcanıp harcanmayacağını göstermektedir. Değişebilirlik, tokenin değerine veya değer temsiline atıfta bulunarak bir tokenin benzerleri ile değiştirilme durumunu ifade etmektedir. Bölünebilirlik,

tokenin alt birimlere bölünüp bölünmeyeceğini göstermektedir. Takas edilebilirlik, tokenin hem bir platformda hem de ikincil pazarlarda sahipliğinin değiştirilip değiştirilmediğini göstermektedir.

Koordinasyon alanı; temel değer, tedarik stratejisi, teşvik sağlayıcılar ve teşvik etkenleri olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Bu alandaki boyutlar, ekosistemdeki aktörleri belirli davranışlara teşvik etmek için tokenin nasıl kullanıldığını açıklamaktadır. Temel değer, tokenin doğal değerinin kaynağını ve değer dalgalanmalarına neden olan dinamikleri açıklamaktadır.

Tedarik stratejisi, bir dizi akıllı sözleşmeyle token veren tarafından benimsenen token tedarik yapısını göstermektedir. Para politikasının bir özetini sağlamakta ve token dinamiklerini şekillendirmektedir. Bu strateji kendi içinde beşe ayrılmaktadır. Çizelge tabanlı tokenler, programlı bir çizelgeye göre basılmakta ve dağıtılmaktadır. Önceden mayınlı planlı dağıtımda, tokenlerin tamamı ekosistemin doğuşunda basılmakta ve daha sonra token veren tarafından akıllı sözleşmeler ile uygulanan bir dizi kural ile dağıtılmaktadır. Önceden mayınlı tek seferlik dağıtımda ise, tokenlerin tamamı ekosistemin doğuşunda basılmakta ve daha sonra tamamen dağıtılmaktadır. İsteğe bağlı, token, önceden tanımlanmış bir program olmadan token verenin isteğine veya ihtiyaca göre basılıp ve dağıtılmaktadır. Eşleşen talepte, tokenler mevcut talebe göre basılıp, dağıtılmakta ve yakılmaktadır.

Teşvik sağlayıcılar, teşvik edilen davranışların gerçekleşmesi için tokenin gereken özellikleridir. Kullanıcıların ekosistemde bulunmaları ve tokeni tutmalarının teşvik koşulları beş farklı biçimde ele alınmaktadır. Çalışma hakkı kavramıyla; paydaşların genellikle bir hizmet sunup doğrudan çalışmayı ima ederek veya bir ağdaki bilgi işlem gücü gibi kaynakları paylaşarak ekosisteme katkıda bulunabilmek için tokenleri tutması veya paylaşması işaret edilmektedir. Kullanım hakkında ise ekosistemde sunulan hizmetlere erişmek için tokenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Oy hakkına baktığımızda bu durumda ekosistem kurallarını şekillendiren kararları etkilemek için token tutmak veya stake etmek gerekmektedir. Hesap birimi, değişim aracı ve değer deposu olması nedeniyle de tokenler elde tutulmaktadır.

Teşvik etmenleri, bu boyut teşvik sağlayıcılarını tamamlayıcı niteliktedir ve token tabanlı teşvik planları kategorisini temsil etmektedir. İlgili teşvik etmenleri ekosistemde paydaşların tokeni kullanma sebeplerini içermekte ve sekiz farklı biçimde

ele alınmaktadır. Erişim alın etmeni ile tokenin, ekosistemdeki hizmetlere erişim sağlaması; İndirim alın ile token sahiplerinin ekosistem içindeki hizmetlerde indirimlerden yararlanması ifade edilmektedir. Bu indirim için paydaşların, tokenleri kullanmak yerine belli bir süre boyunca tokenleri tutması veya stake etmesi veya harcaması gerekmektedir. Gelir elde edin etmeni ile Ekosistemdeki paydaşlara tokenler kullanılarak ödeme yapılmaktadır. Ekosistemde hizmet sunan paydaş gelirini sistemdeki token ile almaktadır. Ödül alın etmeni ile Teşvik sürücüsünden farklı olarak genellikle ekonomik olarak değer verilmeyen eylemler karşılığında tokenler ödenmektedir. Örneğin, ekosisteme yapılan katkı ödüllendirilmektedir. Temettü/Kazanç Potansiyeli etmeni ile Token sahipleri ekosistemin ilerlemesinden ve başarısından faydalanır ve bazı tokenleri stake ederek veya elinde tutarak kârdan pay almaktadır. Takdir potansiyeli ile token sahipleri, elde tuttukları tokenlerin fiyat artışını beklemektedir. Paydaşlar, tokenin bir değer deposu olarak düşündükleri ve piyasa fiyatının artmasını bekledikleri için tokenleri elde tutmaya teşvik etmektedir. Yönetişime Katılın ile token, paydaşlar tarafından ekosistemin kurallarını biçimlendirmek, süreci etkilemek ve yönetişime aktif olarak katılmak için kullanılmaktadır. İtibar Kazanın etmeninde ise token, bir paydaşın ekosistemdeki itibarını ölçmenin bir yoludur. İtibar, ekosisteme katkıda bulunmanın parasal olmayan ödülü olarak görülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM
TOKEN EKONOMİSİ VE MERKEZİYETSİZ OYUNLAR

2.1. TOKEN EKONOMİSİ

Birçok iktisat okulunun ortak varsayımı paranın mal ve hizmet için değişim aracı olarak kullanılmasıdır. Bununla birlikte para, hesap birimi ve tasarruf aracı fonksiyonlarını içermektedir. Kripto paralar henüz tam olarak değişim aracı ve hesap birimi olarak genel kabul gören bir para birimi haline gelmemesi nedeniyle paranın tüm fonksiyonlarını içermemektedir. Ancak blok zinciri temelli projelerin kripto paraları kullanılarak hayata geçirilmesi kendi içinde bir ekonomi yaratmasına neden olmuştur. Projelerin kripto paraları kullanarak kendi ekosistemini yürütmesi token ekonomisi olarak adlandırılmaktadır.

Token ekonomisi, kripto paraların ortaya çıkmasından sonra güncel bir kavram olarak literatürde yerini almıştır. Token ve Economics'in bir araya gelmesinden oluşan kavram kripto paraların ekonomisini ele almaktadır. Token ekonomisi, tokenleri kullanarak kendi kendini idame ettiren bir ekonomi yaratmak ve ekosistemde yer alan kullanıcıları teşvik etmek amacıyla ekonomik sistemin tasarlanmasını, uygulanmasını ve incelenmesini kapsamaktadır. Token ekonomisi; parasal ekonomiyi, oyun teorisini ve mekanizma tasarımını içermektedir (Au ve Power, 2018). Blok zincir tabanlı tokenler, merkezi bir otorite olmadan şeffaflık ve güvenlik sağlarken tamamen uyarlanabilir ve özelleştirilebilir yeni tür ekonomilerin yaratılmasına olanak sağlamaktadır.

Ekonomi teorisinde yer alan makro ve mikro ekonomi ayrımını token ekonomisi için de yapmak mümkündür. Mikrotokenomics, blok zincirinde yer alan düğümleri teşvik eden ve yönlendiren araçlar olarak ele alınabilmektedir (Kampakis, 2018b: 80). Örneğin, madencilik ödülleri ve bu ödüllerin zaman içerisindeki değişimi, enflasyon oranı ve madencilik zorluğu gibi tokenin talebini, arzını ve hızını ayarlamak için gereken mekanizmaları içermektedir.

Teşvik programları ile insanları bir şeyleri yapmaya veya yapmamaya teşvik etmek kolay değildir. Klasik iktisattaki temel varsayım, insanların rasyonel olarak hareket ettiğidir. Ancak, davranışsal iktisattaki çalışmalar insanların rasyonel olarak

iktisadi kararları almadığını göstermektedir. Tokenler aracılığıyla, insanların bazı eylemlerini teşvik etmek mümkündür (Kampakis, 2018a: 2). Örneğin, Bitcoin'de ağa yapılacak bir saldırının ekonomik maliyeti elde edilecek gelirden daha yüksek olacağından insanlar, ağa madenci olarak katılıp Bitcoin kazanmayı tercih edecektir. Bununla birlikte ekonomiler enflasyon, deflasyon ve diğer ekonomik göstergelerin dalgalandığı konjonktürel süreçlerden geçmektedir. Merkez bankaları ise faiz ve tahviller gibi araçlarla dolaylı olarak ekonomiye müdahale etmektedir. Blok zincirinin sağladığı avantaj ise işlemler ile ilgili ayrıntılı bilgi vermesi ve akıllı sözleşmeler ile otomatik kontrolü sağlamasıdır. Bu durumda akıllı sözleşmeler ile hızla yükselen enflasyona ve spekülatif saldırılara karşı önlem alınabilir (Kampakis, 2018a: 2). Blok zincirinin sağladığı şeffaflık ile böylesi bir süreç ekonomilere olan güveni arttırabilir.

Makrotokenomics; blok zinciri ekonomisinde etkileşimle ilgili özellikleri kapsamakta ve ekosistemdeki katılımcıların etkileşimini, yönetişimi, token volatilitesi ve token büyümesi faktörlerini içermektedir. Bununla birlikte istikrarlı bir ekonomi için projenin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanacağına odaklanmaktadır. Token ekonomisi tüm bu bileşimlerin etkileşiminden oluşmaktadır.

Token ekonomisi kavramının yeni olması nedeniyle üzerinde ortak fikrin oluştuğu genel bir çerçeve bulunmamakta ve bu sebeple ilgili literatür oldukça sınırlı kalmaktadır. Wandmacher (2019), Token ekonomisi kavramına yönelik ortak bir yaklaşımın olmaması nedeniyle literatürde kullanılan parametreler ve tokenlerden oluşan veri seti analizi sonucunda token ekonomisinin on üç parametresini tanımlamaktadır. Bunlar; token tipi, teknik standart, standar ihraç fiyatı, standart para birimi, para birimi kabulü, özel satış, halka satış süresi, toplam arz, yumuşak ve sert sınır, satış kotası, token dağılımı, satış gelirinin kullanımı ve toplanan sermayedir. Chong (2022), yenilikçi token ekonomisi tasarımlarına dikkat çekse de token arzı, token tahsisi ve emisyon için teorik ve ampirik modelin eksikliğini vurgulamakta ve bunların üzerinde durmaktadır. Kim ve diğerleri (2021), İsviçre'de bulunan "Insolar" girişimi için token ekonomisi modeli geliştirmiştir. Jürjens ve diğerleri (2022), ortak kullanım alt yapısını sunan veri pazarında geliştirilecek bir modelde katılımcıların altyapı kurmaya ve yatırım yapmaya teşvik etmek için token ekonomisi çerçevesinde teşvik mekanizmalarını tartışmakta ve olası token ekonomisi tasarımını türetmek için farklı token tasarımları ve bunların katılımcılar üzerindeki etkisini incelemektedir.

Lamberty ve diğerleri (2020), token ekonomisini, iş birliklerinin oluşturulmasını, sürdürülmesini ve verimli bir şekilde işletilmesini; ilgi alanına, kurallarına ve istenilen sistem hedeflerine sahip dijital bir ulus devlete benzetmektedir. Burada sürdürülebilirliğin temelini güvene dayalı olmayan teknolojilerle güvenin sağlanması ve kendi kendini yönetebilen kurallar ve teşvikler oluşturmaktadır. Martin (2022), tokenomics'in beş kuralını; dijital varlıklara dönüştürülen verilen alım satımıyla elde edilen değer, katılımcılarının inovasyonuyla yaratılan değerin depolanması, optimizasyon ve ağ etkileriyle yaratılan değerin artması, token tarafından davranışların yönetilmesi, proje için tasarlanan tokenin itibari paraya dönüşütürülebilen değeri olarak belirlemekte ve bunları tartışmaktadır. Lo ve Medda (2020), tokenlerin işlevleriyle piyasa fiyatları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Buna göre, token işlevleriyle token fiyatı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Kim ve Chung (2018), sürdürülebilir token ekonomisi için "Steemit" örneğinden hareketle arzu edilen token ekonomisi için bir süreç önermektedir. Sürdürülebilir büyüme için token ekonomisi modelinin nasıl tasarlanacağı sorusu üzerinde durulmuştur. Buna göre, sürdürülebilir büyüme ve token değerinin istikrarının sağlanması için, token talebi oluşturmak, kullanıcıları uzun vadeli teşvik etmek ve kullanıcıların arzu edilen davranışları ve uzun vadeli token sahipliği için teşvik sistemi tasarlamak gereklidir. Yo (2021), piyasada bulunan sekiz tür kripto paranın değer tasarım içeriğini analiz etmekte ve bir kripto parayı oluşturmadan önce atılması gereken adımları dörde ayırmaktadır. İlk olarak ihracın amacı tanımlanmalıdır. İkinci olarak teşvik mekanizması tasarlanmalıdır. Üçüncü olarak blok oluşturma döngüsü belirlenmeli ve son olarak ihraç edilen kripto paranın miktarı belirlenmelidir. Kampakis (2022), token ekonomisi denetiminin eksikliğine dikkat çekerek bir projenin token ekonomisi denetiminin nasıl sağlanacağı üzerinde durmaktadır. "Bankx" stabilcoini vaka olarak alınmış ve projenin denetlenmesini; çıkarılan token sayısı ve verilme şekli, mutabakat algoritması ekonomisi ve sistemin genel yapısı (oyun teorisi ve ekonomik teşvikler) üzerinden gerçekleştirmiştir. Kampakis (2022) token ekonomisi denetiminin sağlanması durumunda; fiyat istikrarı, değer artışı, enflasyona karşı değer deposunun yaratılması ve tokenin kullanılabilirliğinin artacağını savunmaktadır.

Token ekonomisine yönelik akademik araştırmaların bir diğer boyutunu da token ekonomisinin modellenmesi oluşturmaktadır. Bu bağlamda, Grybniak ve

diğerleri (2022), Yönlendirilmiş Grafik Tabanlı sistem tasarımına entegre edilen token ekonomisi politikalarının temel ilkelerini ele almaktadır. Kim ve diğerleri (2021), İsviçre'de yürütülen "Insolar projesi" için token ekonomisi modeli geliştirmiştir. Elde edilen bulgulara göre proje başlangıcında uygulanan sübvansiyon miktarının arttırılması platformun büyümesine katkı sağlamaktadır. Letychevskyi ve diğerleri (2022), token ekonomisi modellemelerinin bütüncül bir yaklaşımının olmamasına vurgu yaparak her proje için uygulanabilir token ekonomisi modeli ve simülasyonu oluşturmuştur. Oluşturulan araçlar ile projelerin kendi kendini idame ettiren token ekonomisi tasarımlarını oluşturmaya olanak sağladıkları iddia edilmektedir. Letychevsky ve diğerleri (2019), "Sıkıllonomy" projesinin token ekonomi yapısının modellenmesi, analizi ve özelliklerinin incelenmesi için Ekleme Modelleme Sistemi kapsamında uygulanan Cebirsel Yaklaşım uygulanmakta ve token ekonomi modellemesi önermektedir. Barreiro ve Tembine (2019), tokenleri alan tipi oyun teorisi yöntemini kullanarak, ağ özellikleri, token fiyatı, token sahibi ve token arzı arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Buna göre teşvikler, ağ güvenliği ve ağ gecikmesinin kullanıcı davranışını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Chen ve diğerleri (2020), kripto paralardaki oynaklığın kullanıcı benimsemesi, fiyat değerlemesi ve token ekonomisi üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Buna göre, kullanıcı tabanının yüksek oranda benimsenmesi ve token fiyatının istikrarlı bir yapıya sahip olması platformun üretkenliğini arttırmaktadır. Cong ve diğerleri (2019), kullanıcılar arasındaki etkileşimi kolaylaştırmak ve platformun ihtiyaç duyduğu finansmanı karşılamak amacıyla tedarik politikasının yürütüldüğü dinamik bir platform ekonomisi önermekte ve tedarik stratejisinin; kullanıcı tabanı, platform büyümesi ve token fiyatları üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Cong ve diğerleri (2021), kullanıcıların blok zinciri tabanlı platformlarda işlem yapmasına olanak sağlayan tokenler için dinamik bir varlık fiyatlandırma modeli geliştirmiştir. Platformlar, ekonomik faaliyetleri destekleyerek değer yaratmakta ve platform tokenleri, kullanıcılar arasında işlemlerin yapılmasına olanak sağlayarak değeri ortaya çıkarmaktadır. Buna göre kullanıcı tabanındaki değişiklikler, tokenin fiyat oynaklığı, fiyatın yükselmesi ve düşmesi üzerinde etkiye sahiptir. Jermann ve Xiang (2022), kripto para projelerinin token ihraç ve ücret politikalarını incelemekte ve ihraççının rolüne odaklanmaktadır.

Carvalho (2022), token ekonomisini geleneksel finanstaki kâr veya temettü ve hisse gibi kavramlarla karşılaştırarak geleneksel finans ile token ekonomisi arasında bir analoji kurmuştur. Tokenler öz sermaye değildir ve protokoller de şirket gibi hareket etmemektedir. Geleneksel finansta bir şirket kârını dört şekilde kullanmaktadır. Bunlar arasında; bilançolarında rezerv olarak tutmak, sahiplerine dağıtmak, açık piyasada geri alım yapmak ve kazançları yatırıma dönüştürme başlıkları bulunmaktadır. Ancak bunlar token ekonomisinde tam olarak geçerli değildir. Bununla birlikte borçlanmanın temerrüde düştüğü durumda token ekonomisinde geleneksel finansa benzer uygulamalar olduğu görülmektedir. Ancak ele alınan tokenler piyasanın çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu sebeple kurulan analoji bütün tokenler için geçerli değildir. Bir proje blok zinciri temelinde hayata geçirildiğinde projeyi tasarlayanlar kendisine özgü bir ekonomik sistem yaratmaktadır. Ancak genel olarak token ekonomisinin kapsadığı alan kavramlara ilişkin literatür henüz çok yeni oluşmaya başlamıştır. Tezin bu bölümünde token ekonomisinin unsurları çalışmanın vaka analizini oluşturan Axie Infinity örneği üzerinden ele alınacaktır.

2.1.1. Arz

Kripto para projelerinde arzın ne kadar olacağı ve bunun zaman içerisinde kimlere nasıl dağıtılacağı belirlenmektedir. Toplam arz miktarlarına bakıldığında seçilen değerlerin temel bir sebebi bulunmamaktadır. Genellikle kripto paraların üst limit arz miktarı 100 milyon olarak belirlense de projelerde belirlenen arz 2,6 milyon ile 2,7 katrilyon arasında değişmektedir (Au ve Power, 2018: 202). Ancak bir tokenin arzına karar verilirken dikkat edilmesi gereken birkaç husus bulunmaktadır. Arz miktarının çok az belirlendiği bir durumda (örneğin Bitcoin), kullanıcılar kesirli miktarla ile işlem yapmak zorunda kalacaktır. Ancak bu bazı kullanıcılar tarafından tercih edilmeyebilir. Bununla birlikte birçok kripto para kaybolma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Söz konusu durum, kullanıcıların cüzdanlarının özel anahtarını kaybetmesi gibi sebeplerle ortaya çıkabilir. Bunun sonucunda ise para deflasyonist bir yapıya sahip olabilir. Token arzının çok yüksek belirlendiği bir durumda tokenin algılanan değeri düşebilir. Kıtlık, blok zinciri dünyasında değer yaratmaya yardımcı olmaktadır. Bu

sebeplerle belirlenecek arz miktarı projenin sürdürülebilirliği açısından dikkatlice oluşturulması gereken bir unsurdur.

2.1.2. Token Dağıtımı

"İlk Para Teklifi" (ICO), geleneksel finansal piyasada İlk Halka Arzın kripto paralardaki karşılığına benzetilebilir. ICO'lar, yeni bir token, hizmet veya uygulama oluşturmak için fona ihtiyaç duyan topluluk veya şirketin para toplama yöntemidir. ICO'ların sağladığı avantaj, tokenin piyasaya çıkmadan önce daha ucuza satın alınabilmesidir. Token dağıtımı, ICO'lar aracılığıyla arz edilen miktarın büyük bir kısmının kullanıcılara dağıtılmasını hedeflemektedir. Tokenlerin daha fazla kullanıcı tarafında tutulması, kullanılması nedeniyle ağ etkilerini ortaya çıkması ve projenin değerlenmesine yardımcı olması itibariyle projelerde istenilen bir durumu oluşturmaktadır. Ancak zamanla arzın kullanıcılara dağıtılan kısmı düşmeye başlamıştır. Token dağıtımı genel olarak var olan arzın nasıl dağıtılacağını konu edinmektedir. Blok zinciri projelerinde fon toplamanın en yaygın yöntemi ICO iken merkezi borsaların üçüncü taraf olarak eklemlendiği ve güven sorununa çözüm ürettiği "İlk Takas Teklifleri" (Initial Exchange Offerin/IEO), tokenlerin listelenmesi için onay sürecini kaldıran ve borsa komisyonlarına çözüm getiren "Merkeziyetsiz Borsa Teklifleri (Initial Dex Offering/IDO) gibi çeşitli fon toplama yöntemleri de bulunmaktadır.

Token dağıtımının bir diğer mekaniği dağıtım miktarının sınırını belirlemektir. Buna göre dağıtım miktarı sınırsız ve sınırlı olarak ikiye ayrılmaktadır (Au ve Power, 2018). Sınırsız bir ICO dağıtımı gelen her talep karşısında talebi karşılayacak ICO'ların oluşturulmasıdır. Örneğin Ethereum'un ICO'su sınırsızdı ve 60 milyon ETH satmıştır. Sınırlandırılmış bir ICO esnek sınır ve sert sınır olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Esnek sınır, bir proje için gerekli olan minimum değeri temsil etmektedir. Hedeflenen miktara ulaşılamadığı durumda toplanan sermaye katılımcılara iade edilir ve proje kapanır. Sert sınır, bir projenin ICO'sunun alacağı maksimum değeri temsil etmektedir. Hedeflenen maksimum değere ulaşılması durumunda ICO biter, eğer hedeflenenin üzerinde bir sermaye toplanmışsa katılımcılara iade edilir. Bir projenin üst limite sahip olması durumunda yatırımcı fazlalığı ortaya çıkmaz ve kıtlığı

ortaya çıkarır. ICO'ya katılamayan yatırımcılar tokenin borsada işlem görmesiyle birlikte token almaya istekli olacaktır ve bu tokenin fiyatı üzerinde artış etkisini ortaya çıkaracaktır. Bir projenin esnek veya sert bir sınır belirlemesi projenin ihtiyacına ve hedefine göre farklılık göstermektedir. Ancak proje sahipleri fon ihtiyacını piyasadan karşılamadan önce token sınırını belirlemelidir. Çok düşük bir üst sınır belirlendiğinde proje ilerleyen süreçlerde fon sıkıntısına düşebilir. Bununla birlikte token sınırının belirlenmesinin gerekçelendirilmesi projeye olan güveni arttıracaktır.

Sabit sınırın bir projede belirlenmesi durumunda dağıtılacak tokenlerin büyük bir miktarının "balinalar" olarak anılan büyük yatırımcılar tarafından alınması tehlikesini barındırmaktadır. Bu durumda projede halka arz edilen tokenlerin dağılımında adaletsizlik ortaya çıkacaktır. Özellikle açık kaynak ve açık topluluk amacı güden projelerde token dağılımındaki adaletsizlik, ağ etkilerinin ortaya çıkmasını engelleyecek ve tokenin spekülatif bir araç haline gelmesine neden olacaktır.

2.1.3. Token Dağılımı

Token dağılımı, var olan kripto para arzının kullanıcı gruplarına hangi miktarda dağılacağını göstermektedir.

Tablo 1: Axie Infinity Token Dağılımı

Dağıtılan Kullanıcı Grupları	Dağıtılan Miktar	%
Oyna ve Kazan	54.000.000	%20
Stake Ödülü	78.300.000	%29
Ekosistem Fonu	21.600.000	%8
Sky Mavis	56.700.000	%21
Danışmanlar	18.900.000	%7
Halka Satış	29.700.000	%11
Özel Satış	10.800.000	%4
Toplam	270.000.000	%100

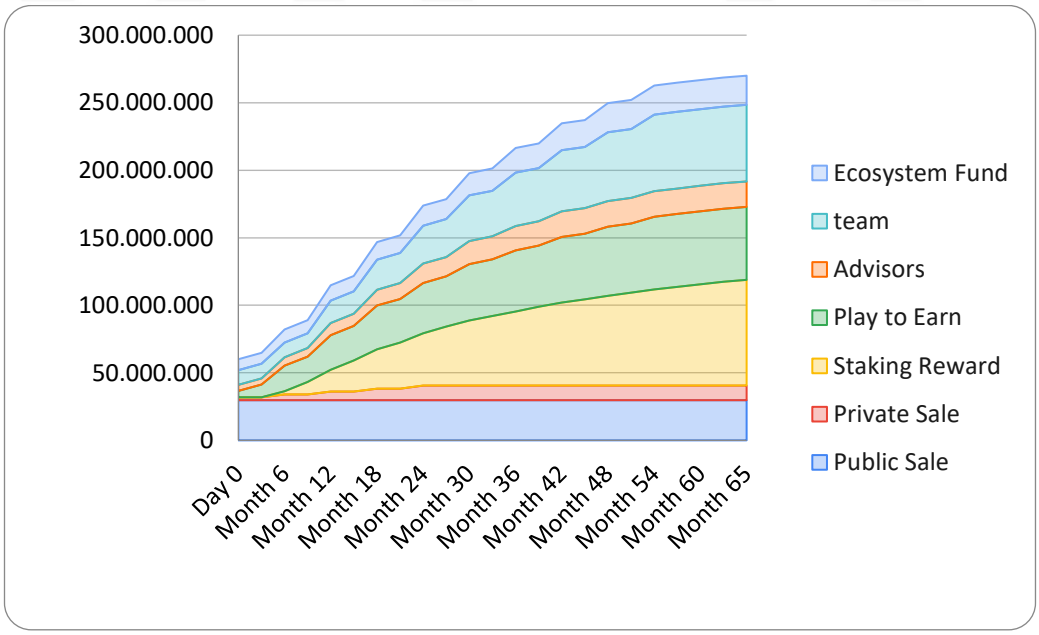
Kaynak: Axie Infinity (2023).

Tablo 1 “Oynayarak Kazan” oyun kategorisinde yer alan Axie Infinity’nin token dağılımını göstermektedir. Buna göre 270 milyon arza sahip AXS (Axie Infinity Shards), oynadıkça kazan, stake ödülü, ekosistem fonu, oyunun yapıcısı olan Sky Mavis, danışmanlar, halka açık satış ve özel satış olarak dağılım göstermektedir.

2.1.4. Emisyon

Token dağılımı toplam arzın kullanıcı grupları arasında hangi oranda dağıtılacağıyla ilgiliyken token emisyonu kullanıcı grupları arasında dağıtılan tokenlerin zaman içerisinde büyümesi ile ilgilidir (Chong, 2022: 2). Token emisyonu birinci bölümde bahsedilen ve Freni ve diğerlerinin (2022) tedarik stratejisi olarak bahsettiği biçimlerle geçekleşmektedir. Bazı projelerde tokenlerin tamamı proje başlangıcında dağıtılırken bazı projelerde zaman içerisinde belli bir program dahilinde piyasaya sürülmektedir.

Şekil 1: Axie Infinity Emisyon Şeması



Kaynak: Axie Infinity (2023).

Şekil 1 Axie Infinity’nin emisyon programını göstermektedir. Axie Infinity’de emisyon, halka satışlar dışında belli bir tedarik planı ve hak ediş ile gerçekleşmektedir.

Buna göre altmış beş ay içinde AXS tokenlerinin büyük bir kısmı piyasaya sürülmüş olacaktır.

2.1.5. Geri Alım ve Yakma

Geri alma stratejisi geleneksel finansal piyasada şirketin elde ettiği kâr sonrasında piyasadan hisselerini geri alması biçiminde uygulanmaktadır. Geri alım stratejisiyle sirkülasyonda bulunan hisse sayısı azaltmak piyasada hisse senedini elinde tutan paydaşların hisse başına kazancını iyileştirmektedir. Kripto para projelerinde de geri alım stratejisi kullanılan bir yöntemdir. Proje sahipleri bazı dönemlerde geri alım yapmaktadır. Geri alınan tokenler projenin hazine sözleşmesine aktarıldığı gibi kimi zaman da yakılmaktadır. Ancak yakma mekanizması kripto paralara özgü bir uygulamadır. Piyasaya arz edilmiş kripto paraların bir kısmı özel anahtarı olmayan bir cüzdana gönderilerek yeniden dönüşü engellenmektedir ve bu yakma olarak adlandırılmaktadır (Singh, 2022).

Yakma stratejisi genellikle sirkülasyonda yer alan tokenlerin miktarını azaltarak kıtlık yaratma ve dolayısıyla fiyatın pozitif olarak etkilenmesini amaçlamaktadır. Bu haliyle projenin para politikası olarak adlandırmak yanlış olmayacaktır. Allen ve diğerleri (2023), geri alma ve yakma stratejisinin kripto paralar üzerinde uygulanmasının fiyat manipülasyonu olduğunu öne sürmektedir. Buna göre, bir tokenin miktarını azaltmak fiyat üzerinde pozitif etki yaratarak artışa neden olacaktır. Ancak bir projenin değerlemesini gösteren piyasa kapitalizasyonu üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır. Buradaki fiyat artışı sadece parasal bir yanılsamadır, tokenin temsil ettiği değer değişmeden kalır. Bir tokenin değerinin arttırılması ancak tüketicilerin satın alacağı mal ve hizmeti üreterek mümkündür. Bu bakış açısıyla hareket eden bir proje değer üreterek daha yüksek piyasa kapitalizasyonuna sahip olabilir.

2.1.6. Staking

Staking kavramı, "Hisse İspatı" (Proof-of-Stake) mutabakat mekanizmasının işleyiş sürecine özgüdür. Tezin birinci bölümünde bahsedilen İş Kanıtı mutabakat mekanizmasında fikir birliğinin sağlanması matematiksel bir bulmaca ile sağlanmaktadır. Hisse kanıtında ise bir kullanıcının düğüm olabilmesi için bir miktar kripto parayı stake (kilitleme) etmesi gerekmektedir. Hisse Kanıtı mutabakatında bir düğümün stake ettiği miktar ve sisteme dahil olduğu tarih blok oluşturma ve oluşturulan bloğun ödülünü alması üzerinde etkilidir. Sisteme dahil olanların servetlerinin bir kısmını stake etmesi güven kaynağının temelini oluşturmaktadır (Deirmentzoglou ve diğerleri, 2019: 28714). Sistemde yer alan bir madencinin kötü niyetli davranması durumunda stake ettiği miktarı kaybedecektir. Bu durumda blok ödülleri, sistemi sürdürmenin pozitif teşvikini oluştururken stake edilen miktarın kaybedilme riski negatif teşviki oluşturmaktadır. Doğrudan ve delegasyon olmak üzere iki tür stake etme yöntemi bulunmaktadır. Doğrudan stake, kullanıcının yaptığı tüm işlemlerin sorumluluğunun kendisinde olduğu bir süreci takip eder. Delegasyonda ise bir aracı ile stake işlemi yapılmaktadır. Hisse Kanıtı mutabakat mekanizması ile stake kavramının blok zinciri ekosistemine dahil olmasının ardından kripto paralarda finansal ilişkiler bağlamında sıkça kullanılan bir unsur olmuştur.

2.1.6.1. Verimli Çiftlik (Yield Farming)

Verimli Çiftlik kavramı daha çok Merkeziyetsiz Borsalar (DEX) ile ilişkilidir. Merkeziyetsiz borsalar, kripto varlıkların herhangi bir aracı müdahalesi olmadan doğrudan kişiler arasında değiş tokuşun yapıldığı platformlardır (Auer ve diğerleri, 2023). Merkeziyetsiz Borsalar kendi yerel tokenlerinin volatilitesini azaltmak amacıyla verimli çiftlikle kullanıcının varlığını bir akıllı sözleşmeye taahhüt etmesini (stake etmesi) ve karşılığında da borsa tarafından ödenen getirileri elde etmesi biçimiyle çalışır (Lehmann ve diğerleri, 2023). Akıllı sözleşmeye taahhüt edilen varlıklar pasif olarak tutulur ve borsada işlem görmez ya da başka bir amaç için kullanılmaz. Taahhüt edilen miktar kullanıcı tarafından istenildiği zaman çekilebilmektedir.

2.1.6.2. Likidite Madenciliği (Liquidity Mining)

Verimli çiftlikler merkeziyetsiz borsanın tokenine yönelikken likidite madenciliği merkeziyetsiz borsanın ortaya çıkmasıyla ilgilidir. Merkeziyetsiz borsalarda işlemler, ihtiyaç duyulan likiditeyi sağlayan "otomatikleştirilmiş piyasa yapıcılar (AMM)" adı verilen akıllı sözleşmeler ile sağlanır (Lehar ve Parlour, 2021). Otomatik piyasa yapıcıların işlemleri sağlıklı bir şekilde yürütmesi için piyasada likiditeye ihtiyaç vardır. Merkeziyetsiz bir borsada likidite, "Likidite Sağlayıcı" yani kripto varlığın sahibi tarafından "Likidite Havuzuna" koyarak (stake ederek) sağlanmaktadır. Verim çiftliğinde bir kripto varlığın dolaşım hızını azaltmak amaçlanırken likidite madenciliği likidite ihtiyacını karşılamaya hizmet eder (Lehmann ve diğerleri, 2023). Likidite madenciliği ile elde edilen mevduatlar piyasada aktif olarak kullanılmaktadır. Merkeziyetsiz borsalar likiditeyi, piyasa ajanlarının likidite havuzunda yer alan kripto varlıkları takas edebilmeleri için kullanır.

2.1.6.3. Kripto Kredisi

"Sarmalama" (Wrapped), herhangi bir varlığın değerinin aynı oranında tokenle temsil edilmesidir (Caldarelli, 2021). Kripto para ekosisteminde sıkça kullanılan bu yöntem, dayanak olarak kullanılan varlığın bir kasada tutulması (genellikle akıllı sözleşmelerle sağlanır) ve kasada tutulan varlığın değeri kadar tokenin ihraç edilmesiyle gerçekleşir. Bu yöntemin temel amacı bir varlığın fiziksel olarak blok zincirine taşınamadığı veya uyumlu hale getirmenin mümkün olmadığı durumda varlığın blok zincirinde değer karşılığı kadar token yaratılmasıdır.

Kripto kredisi, kullanıcıların faiz veya ücret karşılığında kripto varlıkların ödünç alınıp verilmesine olanak tanır (Lehmann ve diğerleri, 2023). Bu işlemler hem merkezi hem de merkeziyetsiz platformlarda sunulmaktadır. Bu borç verme modeli, kripto varlık sahibinin varlıklarını başka bir adrese aktarması ile başlar. Sonrasında alıcı, kripto varlıkları yatıran adresten para çekme emri gelene kadar devredebilir veya rehin verebilir. Merkezi olmayan platformlar, borç verme havuzları aracılığıyla borç verme hizmeti sunmaktadır (Auer ve diğerleri, 2023). Kripto varlıklar üçüncü şahıslara faiz veya teminat karşılığında borç vermek için bir havuzda toplanır. Bu, bir kripto varlığın, platform tarafından yayınlanan ilgili bir kripto varlık karşılığında platforma

aktarıldığı akıllı sözleşmeler ile gerçekleşmektedir. Böylece ödünç alınan her token platformun token karşılığıyla eşleşmektedir. Platform tarafından verilen token, ek bir ücret karşılığında orijinal olarak sağlanan token için kullanılabilmektedir. Bu uygulamada ödünç alınan her tokenin karşılığında değeri kadar platform tokeninin verilmesi sürecinde sarmalama yöntemi kullanılmaktadır.

2.1.7. Teşvik Mekanizmaları

Teşvikler insan davranışlarını yönlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Teşvik mekanizmaları, bir grup içindeki üyelerin belirli kurallar bütünüyle kendi çıkarları doğrultusunda rasyonel hareket etmesi sonucunda belirli hedeflere ulaşacak şekilde tasarlanmış oyun kurallarıdır (Lamberty ve diğerleri, 2020: 5). İstenilen sosyal etki bireysel teşviklerle uyumlu hale getirilmektedir. Teşvikler, olumsuz davranışlara yaptırım uygulayarak istenen davranışa yönelme isteğini arttırırken, olumlu teşvikler davranışları ödüllendirerek istenilen davranışa yönelme isteğini arttırma biçimleriyle uygulanmaktadır. İstenilen davranışların teşvik edilmesine sağlanması için para oldukça etkili bir araçtır. Tokenler, dijital ekosistemlerde ekonomik teşviklerin oluşturulmasını kolaylaştıran yeni bir dijital paradigmadır (Lamberty ve diğerleri, 2023). Tokenler, merkezi olmayan büyük ağlarda koordinasyonu, optimizasyonu ve yönetişimi sağlamak için bir araç olarak kullanılabilir. Token teşviklerinin önemli bir noktası, ekosistemde yer alan katılımcıların ekosistemi benimsemesine, kattıkları değere ve taşıdıkları riske göre ödüllendiren programlanabilir bir araç olmasıdır.

Blok zincirinde teşvik mekanizmaları, teşvik biçimlerine göre parasal ve parasal olmayan teşvik olmak üzere ikiye ayrılabilir (Han ve diğerleri, 2022: 136). Parasal teşvikler, sistemde yer alan kullanıcıların davranışlarını ekonomik bir bakış açısıyla düzenlemek amacıyla tasarlanmıştır. Katılımcıların sisteme sunması beklenen faydayı arttırması için katılımcılar para ile ödüllendirilmektedir. Parasal teşvikler, saldırıların maliyetini arttırmak veya saldırıları önlemek, ekonomik dengeyi sağlamak ve bencilce davranışların önüne geçmek için kullanılmaktadır. Parasal olmayan teşvikler; itibara dayalı, krediye dayalı ve oyunlaştırılmış teşvikler olarak ayrılmaktadır. İtibara ve krediye dayalı teşvik sisteminde katılımcılar arasındaki ilişkiler güvenle yönetilmektedir. İtibar, sistemde bulunan katılımcıların bir bireye olan

güvenini ifade ederken kredi, güvenin derecesini vurgulamaktadır. Oyunlaştırılmış teşvik, katılımcılara sistem görevlerini tamamlama olanağı sağlanarak duygusal deneyim sağlar ve katılımcıları sisteme dahil etmeye yönlendirir. Oyunlaştırılmış teşvik mekanizmalarında puanlar, rütbeler ve rozetler sıkça kullanılmaktadır.

Tokenlerin kullanıldığı ekosistemlerde oyun teorisi, tüm katılımcıların ağın zaman içerisinde gelişmeye devam etmesi ve ağın amacına katkıda bulunmaya teşvik edecek biçimde kurgulanmasına olanak sağlar. Teşvik mekanizmasının önemli bir rolü, ağı saldırılara karşı dayanıklı hale getirerek yapılacak bir saldırının ekonomik maliyetinin elde edilecek gelirden yüksek olmasını sağlamasıdır. Blok zinciri temelli uygulamalarda madencilik ödülleri ve ücretler gibi birçok teşvik biçimleri yer almaktadır. Teşvik mekanizmaları, düğümlerin sistemin güvenliğini ve sürdürülebilirliğini sağlaması için teşvikte bulunmaktadır. Bununla birlikte blok zincirinin ademi merkeziyetçi yapıyı sağlaması için birçok madenciye ve düğüme ihtiyacı vardır. Bu bağlamda teşvik mekanizmaları ağa katılımı arttırarak ademi merkeziyetçi yapıyı güvence altına almaktadır.

2.1.7.1. Ödüller

Blok zinciri temelli uygulamalarda tokenler aracılığıyla sağlanan ödül teşvikleri ekosistemin temelini oluşturmaktadır. Bu ödüller aracılığıyla sistemin ilerlemesi ve sürdürülmesi sağlanmaktadır. Örneğin, Bitcoin ağında madenciler katkıda bulunmaları nedeniyle blok ödüllerini alırlar. Ödülleri kullanmanın bir diğer nedeni kullanıcı sayısının arttırılarak ağ etkilerinin ortaya çıkması ve kullanıcı sadakatinin sağlanmasıdır.

Airdroplar blok zinciri tabanlı projelerde sıkça kullanılan uygulamalardan biridir. Bir token airdropu, blok zinciri temelli proje üzerindeki hakları kullanıcı topluluğuna ücretsiz olarak dağıtımının bir yoludur ve airdroplar ademi merkeziyetçiliği kolaylaştırmada etkili bir araçtır. (Allen ve diğerleri, 2023: 1). Airdroplar, kullanıcıları ödüllendirme ve belirli davranışları teşvik etme yeteneği sağlayarak şirketleri rakiplerinden ayırmak için bir mekanizma sağlamaktadır (Lommers ve diğerleri, 2023: 1) Airdrop yöntemini kullanmanın iki temel nedeni bulunmaktadır. İlk olarak, ücretsiz tokenlerin dağıtımı ile yeni kullanıcıları ekosisteme

çekmek ve ağ etkilerini ortaya çıkararak sürdürülebilirliği sağlamak. İkinci olarak, dağıtılan ücretsiz tokenler ile artan kullanıcı tabanı, projenin mülkiyetini ve kontrolünü sağlamaya yardımcı olmaktır.

Airdroplar sadece blok zinciri tabanlı uygulamalarda değil Web2 platformlarında da sıkça kullanılmaktadır. Allen ve diğerleri (2023) Web2 platformları ile blok zinciri tabanlı Web3 platformlarında kullanılan airdropların paralelliklerini ve farklılıklarını ele almaktadır. Blok zinciri tabanlı uygulamalarda dağıtılan tokenlerin sahiplik ve yönetişim hakkı bulunurken benzer uygulama Web2 platformlarında bulunmamaktadır. Bu benzerliğin sağlanabilmesi için örneğin Uber kullanıcılarına şirket hissesi ile airdrop düzenlemesi gerekecektir. Web2 platformunda kullanılan airdroplar genellikle platformun doğrudan kullanımını sağlamaktadır. Ancak Web3 platformlarındaki airdroplar, her zaman platformun kullanımına bağlı değildir. Web3 platformlarındaki airdropların likit pazar oluşturmak, yönetişimi dağıtmak gibi amaçları olsa da Web2 platformlarındaki airdropların bu gibi amaçları bulunmamaktadır.

Proje ekosisteminde yer alan kullanıcıların üretkenlik ve katkı düzeyleri belirlenerek airdroplar ile ödüllendirilmesi kullanıcı sadakatine katkıda bulunmaktadır. Bu ödüllendirme mekanizması sisteme yapılacak fırsatçı bir saldırıyı engelleyerek kullanıcıların ekosistem ile verimli bir etkileşime girmesine teşvik eder. Makridis ve diğerleri (2023), Merkeziyetsiz borsalar üzerinde yaptıkları analizde airdropların piyasa kapitalizasyonu ve hacimdeki büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu vurgulamaktadır.

2.1.8. Whitepaper (Teknik Belge)

"Teknik belge (White Paper)", belirli bir ürünü, hizmeti veya bakış açısını tanıtmak için bir sorunu ortaya koyan ve bu sorun için çözüm sunan derinlemesine bir rapor olarak tanımlanabilmektedir (Au ve Power, 2018). Bir projenin tanıtımı bulunduğu endüstriye göre değişiklik göstermektedir. Kripto paralarda ilk teknik belge Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında yayınlanan ve oldukça bilinen makalesidir. Nakamato'nun teknik belgesinde olduğu gibi ilk süreçlerdeki tokenlerin teknik belgeleri akademiktir. İlk teknik belgelerde matematik oldukça sık kullanılmaktadır.

Bununla birlikte bir teknik belge yazmak oldukça karmaşık ve disiplinler arası bir süreci gerektirir. Teknik belgenin düzenlenmesi için hukuk ve pazarlama gibi birçok disiplinin olduğu bir ekibe ihtiyaç vardır.

Teknik belge yazmak için standart bir metodoloji bulunmamaktadır. Bu sebeple zaman içerisinde teknik belgelerin içeriğinde değişmeler meydana gelmiştir. Örneğin, ICO'ların yoğun ilgi gördüğü yıllarda daha fazla sermayeye ulaşmak ve kullanıcı tabanını genişletmek için teknik belgede yer alan bilginin daha az teknik olması ve sadeleştirilmesi daha fazla kullanıcıya ulaşmak amacıyla kullanılmıştır. Zaman içerisinde teknik belgede yer alan karmaşık matematik problemleri olabildiğince sadeleşmiş ve her kullanıcının anlayacağı basit bir düzeye getirilmiştir.

Tablo 2: Axie Infinity Teknik Belgesi

Axie Infinity
Oynanış
Axie Infinity Parçaları-AXS
Topluluk
Merkeziyetsiz Organizasyon
Anahtar Metrikler
Teknoloji
Yol Haritası ve Tamamlanan Kilometre Taşları
Takım
Partnerler

Kaynak: Axie Infinity (2023).

Tablo 2 Axie Infinity'nin teknik belgesini göstermektedir. Blok zinciri temelli bir kripto oyun olan Axie Infinity'nisn ilk bölümü oyunun amacı, misyonu gibi oyuna dair genel bilgileri içermektedir. İkinci kısımda oyunun nasıl bir yapıya sahip olduğuna dair bilgiler yer almaktadır. Üçüncü kısımda AXS tokeninin nasıl bir döngüye sahip olduğu, nasıl bir dağıtıma sahip olduğu gibi tokene dair teknik özellikleri kapsamaktadır. Axie Infinity, kullanıcıların ve geliştiricilerin ağı büyütmek için birlikte çalışmaya teşvik edildiği bir oyundur. Bu sebeple dördüncü kısımda projenin topluluğuna dair bilgiler yer almaktadır. Bununla birlikte Axie Infinity merkeziyetsiz bir organizasyon olmayı amaçlamaktadır. Beşinci bölümde merkeziyetsiz organizasyonun nasıl sağlanacağı açıklanmaktadır. Altıncı kısımda projeye ait veriler ve gelecekteki gelir akışının nasıl olacağına yer verilmektedir. Yedinci kısımda Axie

Infinity'nin kullandığı blok zincirine dair bilgiler ve açık kaynak kodlu bir sistem olması nedeniyle projenin kaynak kodları paylaşılmaktadır. Genellikle her projede değişmeden yer alan kısım yol haritasıdır. Sekizinci bölümde projenin başından sonuna kadar hangi aşamalardan geçeceği hangi adımların ve geliştirmelerin yapılacağı tarihleriyle birlikte detaylandırılmaktadır. Bir projenin belirlenen bir tarihte hedefine ulaşamaması durumunda projeye olan güven sarsılacaktır. Dokuzuncu kısım da hemen hemen her projede yer alan bir bölümdür. Bu bölümde projeyi oluşturan ekip tanıtılmaktadır. Blok zinciri alanında etkin bir kişinin proje ekininde yer alması projeye olan güveni ve projenin pozitif fiyatlanmasını etkiler. Teknik belgenin son kısmını partnerler oluşturmaktadır. Projenin faaliyet gösterdiği sektöre göre alanında etkinliğe sahip kuruluşların projenin partneri olması projeye olan güveni pozitif etkilemektedir. Örneğin Axie Infinity'nin partnerleri arasında Samsung, Ubisoft ve Binance gibi büyük kuruluşlar yer almaktadır. Bu durum, kullanıcılara projenin sürdürülebilirliği açısından güven oluşturmaktadır.

2.1.9. Danışman

Kripto para projelerinde token dağılımı kısmında yer alanlardan biri de danışmanlardır. ICO dünyasında ciddiye alınması gereken bir projenin danışma ekibine ihtiyacı vardır. Bu danışmanlar, projenin bulunduğu sektördeki deneyimli uzmanlardan, akademisyenlerden ve profesyonellerden oluşmaktadır. Danışman ekibi, proje ICO'sunun başarılı bir şekilde başlamasına, projenin başlamasına ve yürütülmesine dair süreçlerde entelektüel bilgileri ile destek sağlamaktadır. Danışmanların bir diğer rolü ise projeye olan inancı ve güveni sağlamasıdır. Sektörde öncü birinin projeye danışmanlık hizmeti vermesi projenin itibarını arttıracaktır. Projenin itibarını arttıracak unsurlar projenin daha büyük kitlelerce benimsenmesine yol açacaktır.

2.1.10. Kara Para Aklamayı Önleme ve Müşterinizi Tanıyın

"Kara Para Aklamayı Önleme (AML)", kara paranın aklanması ve yolsuzluğun önlenmesi için finansal kurumların müşterilerini proaktif olarak izlemeye zorlayan

mevzuat ve protokollerdir. Finans kuruluşları mali suçları tespit etmesi durumunda bu suçu ilgili kuruma bildirmekle yükümlüdür. Kripto para sektöründe sıkça tartışma konusu olan kara paranın aklanmasına AML (Anti-money Laundering) politikaları ile önlem alınmaktadır. AML'nin örnek bir uygulaması "Müşterinizi Tanıyın" protokolüdür.

Müşterinizi Tanıyın (KYC), bir işletmenin müşterilerinden kendilerini kimliği ile tanımlama ve doğrulamasını istediği bir süreçtir (Malhotra ve diğerleri, 2022). Bu politikanın amacı kripto paraların sağladığı anonimlik ile kara para aklama, kimlik hırsızlığı, terörün finansmanı gibi suçların önüne geçmektir. Kripto paralarda bu iki uygulama oldukça sık kullanılır duruma gelmiştir. Ancak KYC (Know Your Customer) uygulaması müşterilerin kimliğini tanımlama sürecini içermesi nedeniyle blok zincirinin sağladığı mahremiyet ortadan kalkmaktadır.

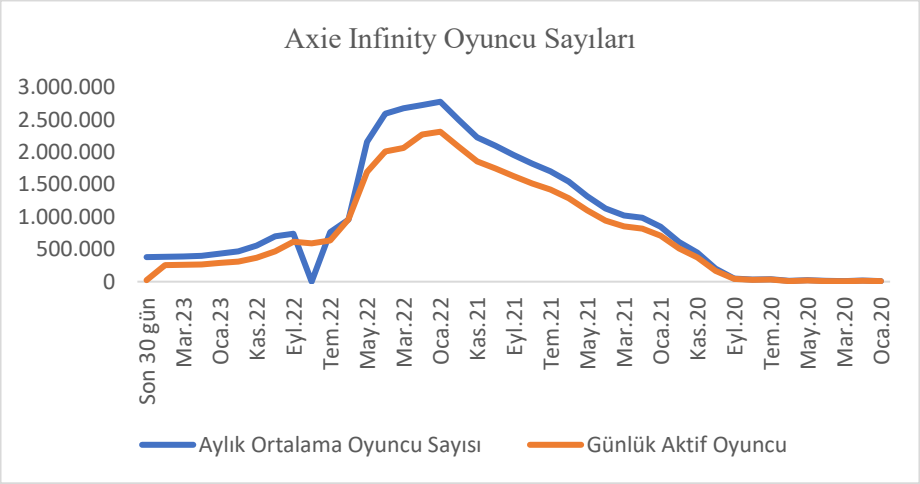
2.2. MERKEZİYETSİZ OYUNLAR

Ethereum'un akıllı sözleşmeleri tanıtmasıyla birlikte merkeziyetsiz uygulamalar gelişme evresine girmiştir. Bu uygulama alanının bir örneği ise merkeziyetsiz/blok zinciri tabanlı oyunlardır. Blok zinciri tabanlı oyunlar, "oynamak için öde (P2P)" modelinin aksine "kazanmak için öde (P2E)" modelini benimsemektedir. Bu oyunların amacı oyuncu topluluklarını büyütmek ve elde tutmaktır, bunun için oyunculara teşvikler sağlanmaktadır. Bu oyunlarda oyuncular, diğer oyuncularla oynayıp yarışmalar kazanarak, görevleri tamamlayarak ve oyun seviyelerini yükselterek "değiştirilebilir (fungible)" ve "değiştirilemez (non-fungible)" tokenler kazanmaktadır. Merkeziyetsiz oyunların sunduğu yenilik, oyuncuların kazançlarını kripto para borsalarına ve "Nitelikli Fikri Tapu (NFT)" pazarlarına transfer etmesine olanak tanımasıdır. Bununla birlikte oyunların içinde üç varlık bulunmaktadır; oyuncuların aksesuarlarının blok zinciri tarafından güvence altına alınarak dijital varlığın mülkiyetini gösteren sertifika olarak NFT'ler, oyun içinde kullanılan token(ler) ve değiştirilir diğer varlıklar. Bu bağlamda merkeziyetsiz oyunlar; yaratıklar, avatarlar, ödüller, araziler, aksesuarlar vb. gibi unsurları ödünç alma, borç verme, para basımı ve ticaret gibi finansal unsurlarla birleştirmektedir (Direr ve diğerleri, 2022). Buradaki önemli unsur oyuncuların teşvik edilerek

topluluğun sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Özellikle Discord kanalları ve Twitter hesapları üzerinden topluluk elde tutulmaya çalışılır.

Oynadıkça kazan kategorisinde kripto oyunların en çok bilinen örnekleri Axie Infinity ve CryptoKitties'tir. CryptoKitties'in hatalarından ders çıkartılarak hayata geçirilen Axie Infinity kripto oyunlar içindeki en başarılı oyundur. Piyasa değeri on milyar dolar seviyelerine ulaşmış ve üç milyon oyuncuya sahip olmuştur. Günlük aktif oyuncu sayısı ise sekiz yüz binin üzerindedir.

Şekil 2: Axie Infinity Oyuncu Sayıları



Kaynak: Active Player (2023).

Oyun pazarının şu anki büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda Axie Infinity başta olmak üzere kripto oyunların artan piyasa değeri azımsanamayacak düzeydedir. Özellikle pandemi sırasında oynadıkça kazan kategorisindeki kripto oyunların yeni bir iş modeli (Afşar, 2022) olarak görülmesi oyuncuların bu alana olan ilgisini arttırmaktadır. Nitekim büyük oyuncu şirketleri de bu oyunların sponsoru (Ubisoft, Axie Infinity'nin sponsorudur) olmakta ve desteklemektedir. Tüm bu gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda kripto paraların ilerleyen yıllarda sermaye piyasaları içinde önemli bir konuma geleceğini göstermektedir. Aynı şekilde oyun pazarının büyüklüğü ve sadece bir kripto oyunun bu piyasadaki payı göz önünde bulundurulduğunda kısa bir süre içerisinde kripto oyunların yaygınlığı artacaktır.

Literatürde merkeziyetsiz oyunları ele alan çalışmalar sınırlıdır. Kripto oyunların en çok bilinen iki örneği Axie Infinity ve CryptoKitties'dir. Serada ve

diğerleri (2021), CryptoKitties'i vaka analizi yöntemiyle incelemiş ve oyun içinde değer yaratma ve dijital kıtlık olgularını ele almıştır. Her bir kripto oyunun kendi mekanik ve teknik bir yapıya sahip olması gerektiğine vurgu yaparak kripto oyunların sürdürülebilirliği analiz edilmiştir. Kripto oyunları kumar dinamikleri üzerinden ve merkeziyetsizlik özelliğine dikkat çekerek blok zinciri bağlamında ele alan çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Scholden ve diğerleri (2020), merkeziyetsiz uygulamaların kumar oyunlarına dahil edilmesiyle bu alanın farklılaştığına değinmektedir. Bu bağlamda, merkeziyetsiz kumar uygulamaları ve kripto oyunlar farklılaşmaktadır. Bu iki yapı blok zinciri temeline sahip olsa da kripto oyunlardan elde edilen varlıkları kripto paraya dönüştürerek reel karşılığını sağlamak mümkündür. Bununla birlikte, kripto oyunların değerleme mekanizması üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Culannay (2022), kripto oyunlara yatırım yapan oyuncuların motivasyonunu yirmi kripto oyuncusuyla anket yaparak incelemiştir. Covid-19 pandemisinin oyun piyasasını etkilediğini bu sebeple kripto oyunların da yeni bir yapı ortaya çıkardığını belirtmektedir. Afşar (2022), Axie Infinity örneğinden hareketle kripto oyunları yeni bir iş modeli ve istihdam biçimi olarak ele almaktadır. Buna ek olarak kripto oyuncuların davranışlarını analiz eden çalışmalar da literatürde ele alınmıştır. Francisco ve diğerleri (2022), Filipinler'de oynadıkça kazan oyunlarının popülerleşmesiyle birlikte Axie Infinity vaka olarak alınmış ve oyuncuların risk algıları üzerinde durarak oyun içinde kazancı arttıran teknik altyapıdan hareketle kullanıcı deneyimlerini analiz etmiştir. Delic ve Delfabbro (2022), oyuncuların Axie Infinity hakkındaki görüşlerini Reddit, Twitter ve Bircoin Talk'taki konuşmalardan hareketle incelemiş ve Axie Infinity'nin faydalarını ve risklerini kategorize etmiştir. Jiang ve Liu (2021), CyrptoKitties'in blok zinciri üzerindeki adreslerin işlemlerini inceleyerek oyunun ilerleyişini, başlangıç, yükseliş, düşüş ve dinginlik olarak dört aşamaya ayırarak analiz etmiştir. Lee ve diğerleri (2018), CryptoKitties oyuncularının davranışları incelenerek kripto oyunların spekülatif amaçlı amaçlı mı yoksa eğlence amaçlı mı sorusuna cevap arayarak analizlerde bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre oyuncular hem eğlence amaçlı hem de spekülasyon amaçlı kripto oyunları oynamaktadır. Jesus ve diğerleri (2022), yirmi Axie Infinity kripto oyuncusunun katılımı ile Yorumlayıcı Fenomenolojik Analiz yöntemini kullanılarak pandemi

sırasında oyuncuların deneyimlerini, yaşadıkları zorlukları ve bu zorluklarla başa çıkma mekanizmalarını analiz etmiştir.

2.2.1. Axie Infinity Vaka İncelemesi

Axie Infinity, Güney Kore'li bir şirket olan Sky Mavis tarafından oluşturulan blok zinciri temelli bir oyundur. Bir önceki bölümde oyunun token ekonomi yapısı token özelliklerine göre incelenmişti. Bu bölümde Axie Infinity'nin nasıl bir oyun yapısına sahip olduğu token ekonomisinin diğer etmenleri ele alınarak analiz edilecektir.

Axie Infinity'de oyuncular oyuna başladığında "Oyuncu-Çevre (PvE)" modunda savaşır ve günlük görevleri yerine getirmeye odaklanır. Zamanla oyuncular, "Oyuncu-vs-Oyuncu (PvP)" arena modundan ve "üremeden (Breeding)" oluşan meta oyuna doğru geçiş yapmaktadır. Oyun mekaniğinin kalbinde enerji sistemi vardır ve tüm sistemi ekonomik olarak birbirine bağlayan şey, oyunun iki tokeni olan SLP (Smoot Love Potions) ve AXS'dır. Oyunun mevcut döngüsünde dört temel unsur bulunmaktadır. Bunlar; enerji, günlük görevler, üreme ve tokenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Oyun döngüsü Şekil 3'te gösterilmektedir.

Şekil 3: Axie Infinty Oyun Döngüsü

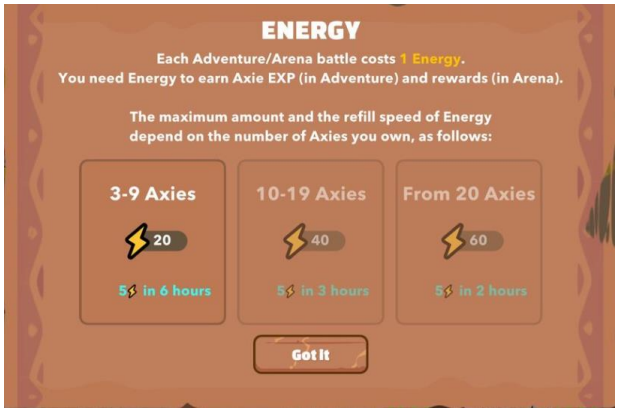
Kaynak: Deconstructor of Fun (2023).

Oyunun dinamiğinde yer alan görevler; oyuna giriş yapmak, on PvE macera modunda savaşmak ve beş PvP arena maçı kazanmaktan oluşmaktadır. Bu görevlerin tamamlanması sonucunda oyuncu yirmi beş SLP kazanmaktadır. Activeplayer.io'nun verilerine göre arena veya macera modunda savaşan oyuncular eşleştirme oranına göre arena modunda iki-on sekiz SLP ve macera modunda iki-yirmi SLP arasında kazanç elde etmektedir. Eşleşme oranında meydana gelecek artış oyuncuların elde edeceği geliri de arttırmaktadır. Günlük görevler ve savaşlardan elde edilecek gelir bir oyuncu için yetmişbeş SLP'dir. SLP tokeninin ortalama fiyatına göre bu kazanç günlük onbir dolara denk gelmektedir. Ancak oyun sektörü içinde tecrübeli/profesyonel oyuncular da yer almaktadır ve bu oyuncuların kazancı günlük onbeş ila yirmi iki dolara kadar çıkmaktadır.

SLP, oyun parası olarak sistemde var olmaktadır. Günlük görevler, PvE ve PvP oynayarak kazanılan (darp edilen) bir ERC-20 tokenidir ve yeni Axiesler yetiştirilerek oyun içinde yakılır (burn). Bununla birlikte SLP'nin arz sınırı bulunmamaktadır. Bu sebeple arzı sürekli değişim içinde ve oyun içi aktivite miktarına bağlıdır. Buna ek olarak SLP borsalarda alınıp satılmaktadır. Bu, arz edilmiş SLP'lerin oyun içerisine dahil edilerek yakılmasına ve dolayısıyla tokenin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

Enerji sistemi, oyuncuların tüm zamanını oyunu oynayarak geçirip sürekli SLP darp etmesinin önünde engel oluşturur. Bunun temel sebebi oyun tokenlerinin enflasyonist bir yapıya sahip olmasının önüne geçmektir. Bununla birlikte SLP'ler, "Axies" olarak adlandırılan dijital evcil hayvanları geliştirmek ve üretmek için kullanılmaktadır (Axie Infinity, 2023). Axies en fazla yedi defa geliştirilmektedir ve her aşamasında geliştirme maliyeti artmaktadır. Enerji aynı zamanda Axieslerin seviye atlamasında da gerekli bir unsurdur. Şekil 4'te görüleceği üzere her bir oyuncunun sahip olacağı maksimum enerji miktarı ve enerjinin yeniden dolma hızı, oyuncunun sahip olduğu Axies sayısına bağlıdır. Burada uygulanan mekanizmanın amacı oyun ekonomisinde ortaya çıkabilecek enflasyonist baskıyı azaltmaktır.

Şekil 4: Axie Infinity Enerji Sistemi



Kaynak: Deconstructor of Fun (2023).

Axie Infinity'de, yeni bir Axie yaratmak (mint) için mevcut herhangi iki Axie'yi çiftleştirmek mümkündür. Her bir Axie, altı vücut parçasına sahiptir ve kendine özgü genleri bulunmaktadır. Her vücut parçası üç gene sahiptir; baskın (D), çekinik (R1) ve küçük çekinik (R2) gen. Üremedeki bir diğer unsur ebeveynlerin yavrularıyla ve yavruların da birbiriyle üremesine izin verilmemektedir.

Oyundaki yer alan bir diğer parasal akımı NFT özelliği taşıyan "Axie"lerdir. Oyuncuların oyuna dahil olabilmesi için en az üç Axie'ye sahip olması gerekmektedir. Bu Axielere sahip olmak piyasa koşullarına bağlı olarak ikiyüz ila bin dolar arasında bir yatırım gerektirir. Başlangıç maliyetinin yüksek olması nedeniyle birçok kripto parada uygulanan burs veya ödünç sistemi Axie Infinity'de de yer almaktadır. Başlangıç maliyetlerini karşılayan bir oyuncu başka bir oyuncuya Axie'yi ödünç verir ve elde edilen gelir kişiler arasında belirlenen orana göre dağıtılır. Servando ve diğerleri'ne göre (2021), Filipinler'de Axie Infinity için ödünç sistemi ortaya çıkmış ve sponsorlar kazancın %30'unu almaktadır.

Tablo 3: Axie Infinity Scholar ve Sponsor Kazancı

Axie Burs Koşulları Türleri (Ücretli oyuncu: Sponsor)	Aylık Kazanç Oranı (30 Gün)		1 Yıllık Süre Boyunca Sponsor İçin Beklenen Yatırım Getirisi
	Ücretli Oyuncu	Sponsor	
70-30	1.165$	500$	400%
Sponsor Günlük 70 SLP Alır	1.035$	630$	504%
60-40	999$	666$	533%

Kaynak: CoinGecko (2023).

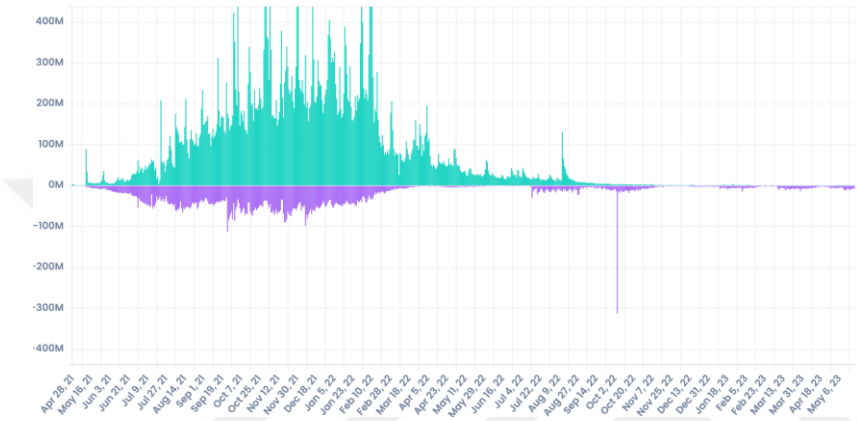
Axie Infinity'nin bir diğer tokeni olan AXS, yönetişim tokeni olarak takım tarafından tasarlanmıştır. Elinde AXS tutan katılımcılar, oyun ekosisteminde oy hakkına sahip olarak oyunun geleceği hakkında söz hakkını elde eder. "Merkeziyetsiz Otonom Organizasyon (DAO)" olmayı hedefleyen Axie Infinity, ilerleyen süreçlerde tamamen elinde AXS tutan katılımcılar tarafından yürütülecektir (Axie Infinity, 2023). Bununla birlikte AXS, Axielerin üremesinde kullanılmaktadır. SLP'nin aksine AXS'ın arzı bir önceki bölümde belirtildiği üzere sınırlıdır.

2.2.2. Axie Infinity ve Sürdürülebilirlik

Axie Infinity mekanizmasında oyuna katılan her bir oyuncu SLP miktarını arttırmaktadır. Aynı zamanda bu oyuncular yeni Axielerin üretilmesinde AXS ve SLP kullanmaktadır. Oyunda geçirilen her süre SLP arzının artmasına neden olurken üretilen her yeni Axie SLP'nin miktarını azaltmaktadır. Paranın istikrarını sağlaması açısından bu mekanizma eksik kalmıştır ve sonucunda tedavül edilen SLP miktarı tedavülden çıkan SLP'nin dört katına çıkmıştır. Bunun nedenlerinden biri profesyonel ya da bilge olarak adlandırılan oyuncuların üreme mekanizmasını kullanmamasıdır (Deconstructor of Fun, 2023). Bu durum enflasyonun ortaya çıkmasının itici bir nedenidir. Oyun içinde tokenin tedavülden çıkmasının bir yolu üreme mekanizmasının aktif kullanımıyken bir diğer yolu Axielerin seviyelerinin yükseltilmesidir. Buradaki teşvik, yüksek seviye Axie ile oyuna dahil olarak daha fazla gelirin elde edilmesidir. Ancak Axielerin sayısının kontrol edilememesi durumunda oyun içinde üreme

mekanizması yavaşlayacaktır. Bunun sebebi ise oyuna yeni dahil olacakların piyasadan SLP ve AXS alıp üretim yapması yerine hali hazırda bulunan Axieleri satın almasıdır. Bununla birlikte Axielerin sayısının çok az olması durumunda oyuna yeni giriş maliyetleri artacak ve yeni kullanıcılar sisteme dahil olamayacaktır.

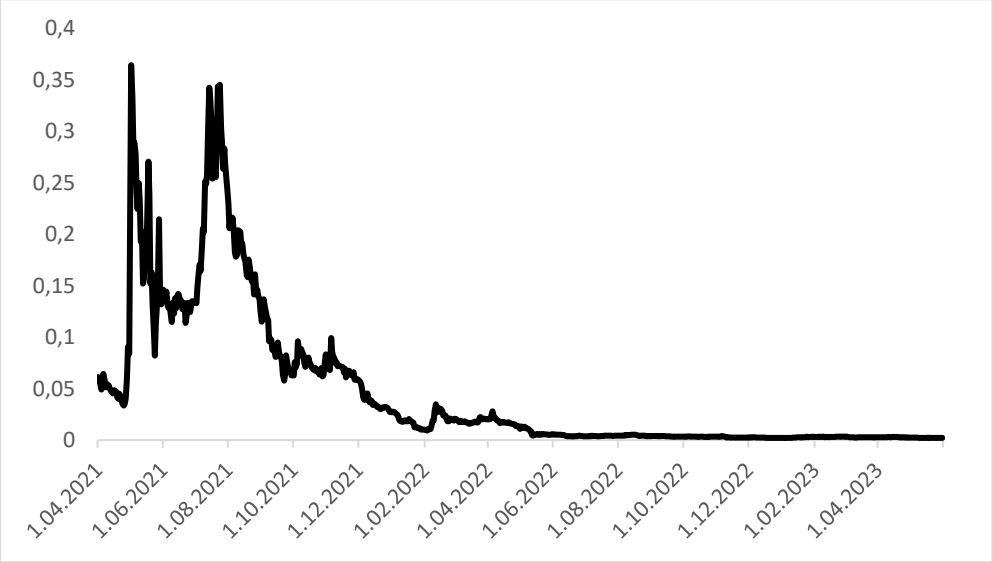
Şekil 5: SLP Mint ve Burn Miktarı



Kaynak: Axie Tech (2023).

Şekil 5'te yer verilen grafik, SLP tedavülünün zaman içerisindeki değişimini göstermektedir. Oyunu oluşturan takımın temel hedefi oyuncuların gelirini arttırarak sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Ancak üretilen SLP miktarının yoğun bir şekilde artması bu hedef önünde engel oluşturmaktadır. Takım bu artışın önüne geçmek amacıyla günlük ödeül kazanç miktarını ayrıya indirmiş ve üreme maliyetlerini arttırmıştır (Axie Infinity, 2023). Ancak bu önlem başarısız olmuş ve SLP fiyatlarında düşüş meydana gelerek 20 Mayıs 2023 itibariyle 0.00212 dolar düzeylerindedir (Coinmarketcap, 2023). Sürekli meydana gelen bu düşüş sonucunda ise oyuncuların gelirinde önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Şekil 6: SLP Fiyat Grafiği



Kaynak: CoinGecko (2023).

SLP'nin tarihsel olarak fiyatını gösteren Şekil 5'te, SLP'nin teşvik mekanizmasının yanlış kurgulanması nedeniyle oyun tokeninin pisaya fiyatı bir süreliğine dalgalandığı sonrasında ise sürekli bir düşüşün meydana geldiği görülmektedir. Özellikle tedavüle giren SLP'nin tedavülden çıkandan farklılaşmaya başladığı dönemin başlangıcında fiyat üzerinde hemen etki etmiştir. Oyuncu tabanının genişletilmesi için kurgulanan teşvik mekanizmasının yanlış olduğunu anlayan ekip ödül miktarına müdahale ederek SLP'nin tedavülüne müdahale etmeye çalışsa da bu çaba başarısız kalmış ve token fiyatının düşüşü önlenememiştir. SLP'nin fiyatının düşmesi oyuncuların gelirini azaltması nedeniyle kullanıcı tabanı da zamanla düşmeye başlamıştır. Bu durumda yanlış kurgulanan ödül mekanizması bir projenin sürdürülebilirliğinin önüne geçerek kullanıcı tabanının azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte Axie Infinity Ethereum ağında çıkmış bir kripto oyundur. Ethereum ağının işlem ücretlerinin yüksek olması nedeniyle kendi blok zinciri olan Ronin'e 2022 yılında geçmiştir. Ancak bu ağa geçmesinin ardından ağ hacklenmiş ve 600 milyon dolar çalınmıştır (Tidy, 2022). Bu teknik hata sonrasında projeye olan güven azalmış ve kullanıcı tabanında düşüş meydana gelmiştir.

Naavık (2021) raporunda Axie Infinity'de meydana gelecek enflasyonist bir yapı sonucunda oyuncular için ne kadar sürdürülebilir olduğu tartışılmıştır. Rapora

göre, SLP fiyatının devalüasyonundaki en büyük sorun aşırı arzdır. Oyun ekibi bunun önüne geçmek amacıyla bir nevi para politikası uygulayıp arza müdahale ederek oyuncuların kazanç elde etmesi için daha fazla emek harcamasını sağlamıştır. Ancak bu durum oyuncu tabanı üzerinde olumsuz bir etki yaratmıştır. Axie Infinity SLP'nin enflasyonist sorununu çözmesi durumunda oyuncu tabanı uzun vadeli ve sürdürülebilir bir şekilde artacaktır. Bununla birlikte raporda Filipinli oyuncuların farklı eşleştirme oranı senaryolarında bir günlük elde edeceği kazanç analiz edilmiştir. Buna göre altmış enerjiye sahip oyuncular asgari ücretin üzerinde bir gelir elde ederken, yirmi enerjiye ve düşük eşleştirme oranına sahip oyuncuların asgari ücretten daha az bir gelir elde etmektedir. Araştırmacılar, tecrübeli oyuncuların oyunu oynamasının asgari ücretli bir iş ile aynı olduğuna dikkat çekmektedir. Ancak bu durum Axie Infinity'nin yoğun ilgi gördüğü Asya ülkeleri için geçerlidir. Nitekim oyuncuların %40'ı Filipinlilerden oluşmaktadır. Sonrasında ise Venezuella, ABD, Endonezya, Tayland ve Malezya olarak sıralama devam etmektedir. Oyuncu gelirlerinin doğrudan SLP fiyatına bağlı olması nedeniyle oyuncuların oyuna devam etmesinin koşulu SLP'nin fiyat sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

2.2.3. Pump-Dump ve Sürdürülebilirlik

Pump-Dump uygulaması, kullanıcıların finansal varlıkları düşük veya ortalama fiyatlarla satın alındığı bir tür fiyat manipülasyonudur. Bazı kullanıcılar finansal varlıkları düşük fiyatla aldıktan sonra diğer spekülatif yatırımcıları aynı ürünü almaya ikna ederler. Ürün satın alındıkça fiyat yapay olarak yükselir (pump) ve ilk alımı yapan kullanıcılar kârla ürünü satarlar. Bu satımın ardından fiyat düşer (dump) ve spekülatif amaçlı yatırım yapan yatırımcılar zarar eder. Özellikle ICO ihraç eden girişimlerin temel amacı sermaye toplamaktır. ICO sürecinde fiyat manipülasyonunun gerçekleşmesi bu girişimlerin yaygınlaşması için tehtid oluşturmaktadır (Victor ve Hagemann, 2019). Belli bir iş modeline sahip, ekosistem içerisinde inovasyon geliştiren ve gelecek vadeden bir projenin böyle bir manipülasyonla karşılaşması kullanıcı tabanının genişlemesinin önüne geçerek projenin yok olmasına neden olabilir.

Hayata geçmiş bir projenin bu fiyat manipülasyonuna maruz kalması yukarıda bahsedildiği gibi kullanıcıların ve geliştiricilerin motivasyonunu etkileyerek projenin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Luo ve Zheng (2023), Pump-Dump uygulamasının projenin teşvik mekanizmasını nasıl etkilediğine odaklanarak proje geliştiricilerinin bu manipülasyona olan tepkisini ölçmüştür. Buna göre Pump-Dump manipülasyonunun yapılmasının ardından tokenin değerinde meydana gelen bozulmadan kaynaklı olarak geliştiriciler projeye daha az katkı vermektedir. Pump-Dump manipülasyonu kısa bir süre de olsa tokenin değerini arttırabilir ve kullanıcıların dikkatini çekebilir. Bu durumda proje geliştiricileri daha fazla katkı sunmayı tercih edebilir. Ancak tokenin değeri düşmeye başladığında geliştiriciler ellerinde bulundurduğu proje tokenlerini satma girişiminde bulunup projeden ayrılabilirler. Bununla birlikte bu manipülasyon projenin itibarına zarar verebilir ve bu hem geliştiricilerin hem de kullanıcıların projeden uzaklaşmasına neden olabilir.

Blok zinciri tabanlı projelerin tokeni bir borsada işlem gördüğü anda bu manipülasyona maruz kalmaktadır. Bu manipülasyonu aşabilen projeler varlığını devam ettirebilirken bundan olumsuz etkilenen projeler de bulunmaktadır. Bu manipülasyon gerçekleştiğinde genellikle proje ekibi kullanıcı tabanını tutmak için ödül mekanizmasını devreye sokmaktadır. Bu uygulamayla kullanıcı benimsemesinin arttırılması ve token değerinin doğal fiyatına gelmesi amaçlanmaktadır. SLP borsada işlem gördüğümde Şekil 6'da görüldüğü üzere ilk başlarda token fiyatında bir anda yükselme görülmektedir. Bu ve benzeri fiyat hareketleri kullanıcıların toplu bir şekilde hareket ederek fiyat manipülasyonu yapmalarından kaynaklanmaktadır. Proje ekibi tarafından bu manipülasyona karşı alınan önlemlerle token istikrarlı bir yapıya kavuşabilmektedir. Aksi durumda ekosistem içerisinde bulunan kullanıcıların gelirleri düşer ve kullanıcılar projeden ayrılır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KRİPTO OYUN PİYASASINA YÖNELİK BİR UYGULAMA

Finansal piyasalar oldukça karmaşık sistemlerdir. Finansal piyasalardaki karmaşık ilişkileri modelleyerek hiyerarşik yapıları ve kümelenmeleri saptamak mümkündür. Bu bölümde, kripto paraların finansal büyüklüğünü içeren "Makrotokenomics" bağlamında kripto paraların hiyerarşik ve kümelenme ilişkileri analiz edilmiştir. Metodolojik olarak analiz, korelasyon matrisleri üzerine kurulmuş olan hisse senedi ve finansal ağlara odaklanan literatüre dayanmaktadır. Karmaşık ağlar için MST kullanarak finansal piyasaları modellemek, farklı finansal varlıkların ağdaki düğümleri ve bunların korelasyonları da aradaki bağlantıları oluşturmasıyla meydana gelmektedir. MST, bir grafiğin bütün düğümlerini minimum kenar ağırlıklarıyla birleştiren bir alt kümeden oluşmaktadır. Bu tezde kenar ağırlıkları, kripto para çiftlerinin korelasyonundan türetilen mesafeden oluşmaktadır.

Finansal ağları MST yöntemiyle analiz eden birçok çalışma bulunmaktadır. Aynı zamanda bu yöntemle kripto paralar piyasasına yönelik analizler de yapılmıştır. Briola ve Aste (2022), FXT borsasında işlem gören yirmibeş kripto parayı farklı zaman dilimlerinde analiz etmiştir. Ethereum'un diğer kripto paralar için hiyerarşik bir referans düğümü olarak hareket ettiğini ve zaman içerisinde konumunu koruğu sonucuna ulaşılmıştır. Chaudhari ve Crane (2020), Rastgele Matris Teorisi kullanarak yüzondokuz ve ellidokuz kripto paranın fiyat değişikliklerini çapraz korelasyonlarla analiz etmiş ve MST kullanılarak bu kripto paraların topluluk yapılarını ortaya çıkarmıştır. Buna göre, kripto paralar arasında anlamlı grupların ortaya çıktığı görülmektedir. Bu topluluk gruplarından hareketle çeşitli portföyler oluşturmanın yatırımcılar için daha iyi çeşitlendirme sağlayacağı ve portföyün riskini azaltacağı savunulmaktadır. Dönmez ve diğerleri (2020), farklı kripto paralar arasındaki çapraz korelasyonları piyasa kapitalizasyon değerindeki değişiklikler açısından ele almaktadır. Bazı kripto çiftlerinin yüksek oranda ilişkide olduğu ve BTC'nin kripto para ağında merkezi ve önemli bir role sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dönmez ve diğerleri (2021), elli farklı ülkenin para birimine Bitcoin'i dahil ederek çapraz korelasyon, Hiyerarşik Ağaç ve MST yöntemleri kullanılarak analiz etmiştir. Bitcoin'in MST'de merkezi bir role sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Frances ve

diğerleri (2018), Temmuz 2017 ile Şubat 2018 arasında onaltı farklı kripto para biriminin günlük fiyat serisi, MST ve Dengdogram yöntemini kullanarak analiz etmiştir. En merkezde yer alan kripto paranın Ethereum olduğu ve diğer kripto paralardan daha fazla bağlantıya sahip olarak kripto paralar arasında bağlayıcı bir görevi olduğu gözlemlenmiştir. Giudici ve Polinesi (2021), kripto paraların fiyat dinamiklerini ve fiyat bilgilerinin kripto para borsaları ve geleneksel borsalar arasında nasıl iletildiğini MST yöntemiyle analiz etmiştir. Buna göre Bitcoin'in döviz fiyatları ile pozitif bir ilişkisi olduğu ve büyük borsaların fiyatları etkilediği, klasik varlık fiyatlarının ise Bitcoin'in fiyatını etkilemediği bulgusuna ulaşılmıştır. Giudici ve diğerleri (2020), kripto paraları içeren portföy stratejisi üretmek amacıyla piyasa büyüklüğü en yüksek on kripto para MST yöntemiyle analiz etmiş ve Markowitz modeli oluşturmuştur. Ağ modellerinin portföy oluşturma sürecinde kullanılması portföylerin risk-getiri profillerini iyileştireceği ve piyasanın düşüş dönemlerinde kayıpları azaltabileceği savunulmaktadır. Benzer bir biçimde Kitanovski ve diğerleri (2022), portföy çeşitlendirmesi için kripto para birimleri arasındaki korelasyonu ve karşılıklı bilgilere dayalı topluluk davranışlarını analiz etmiştir. Ho ve diğerleri (2020), kripto para piyasasının özelliklerini ve dinamik gelişimini incelemek amacıyla 2013 ile 2020 arasındaki en iyi yüzyirmi kripto para biriminin günlük kapanış fiyatlarını kullanılarak merkezilik ölçütleriyle ağ analizi yapmıştır. Kripto paralar arasındaki çapraz korelasyon 2013'ten 2016'ya kadar zayıflarken sonrasında yeniden güçlenmektedir. Bitcoin, MST'de 2016 yılının ortalarına kadar hâkim durumdayken sonrasında yerini Ethereum'a bırakmıştır. Kwapien ve diğerleri (2021), kripto para piyasası ile emtia piyasaları, hisse senedi piyasası ve Forex gibi bazı geleneksel piyasalar arasındaki bağımlılıkları MST yöntemiylr analiz etmiştir. Kripto para piyasası, kendi içinde güçlü çapraz korelasyona sahip olduğu dönemlerde diğer piyasalarla daha yüksek çapraz korelasyon seviyeleri göstermektedir. Şensoy ve diğerleri (2021), farklı alt dönemlerde kripto para birimlerinin getirisini ve volatilitesini incelemektedir. MST ile yapılan analiz sonucunda Bitcoin, Litecoin ve Ethereum'un en yüksek bağlantıya sahip olduğu ve diğer kripto paraların merkezi haline geldiği sonucuna varılmıştır. İncelenen dönem boyunca Bitcoin, Litecoin ve Ethereum merkezi rolünü korumaktadır. Song ve diğerleri (2019), korelasyon tabanlı kümeleme ve MST yöntemini kullanarak kripto para piyasasının yapısını ve toplu

davranışını analiz etmiştir. Kripto paraların çoğunluğunun Bitcoin ve Ethereum ile yüksek korelasyona sahip olduğu gözlemlenmiştir. Stosic ve diğerleri (2018), kripto paralar arasındaki toplu davranışı ölçmek amacıyla 26 Ağustos 2016'dan 18 Ocak 2018'e kadar olan dönemde halka açık yüzondokuz kripto para biriminin fiyat değişiklikleri arasındaki çapraz korelasyonları Rastgele Matris Teorisi ve MST ile analiz etmiştir. Analize göre kripto paralar arasında kararlı topluluk yapıları bulunmaktadır. Zieba ve diğerleri (2019), kripto paraların günlük getirileri arasındaki bağımlılıkları birini takip eden iki dönemde yetmişsekiz kripto para kullanılarak MST ile analiz etmiştir. Kripto paraların iki dönemde de hiyerarşik kümeler oluşturduğu gözlemlenmektedir. Bununla birlikte Vektör Otoregresyon modeli kullanılarak talep şoklarının kümeler içinde iletimi incelenmiş ve Bitcoin'in fiyatında meydana gelen değişikliklerin diğer kripto paraların fiyatlarındaki değişiklikleri etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak literatürde pandeminin kripto paralar üzerindeki etkisini ve hiyerarşik yapılarındaki değişimi ele alan çalışmalar da bulunmaktadır (Katsiampa ve diğerleri, 2022; Hong ve Yoon, 2022).

Literatürde MST yöntemi kullanılarak kripto paralar çeşitli veçhelerle analiz edilmiştir. Ancak kripto paraların kategorizasyonuna ve doğrudan kripto oyunlara odaklanarak analiz edilen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda tezde kripto paraların kategorizasyonuna ve doğrudan kripto oyunlara odaklanılarak bir analiz gerçekleştirilmiştir.

3.1. VERİ SETİ

Analiz kapsamında, Binance'de işlem gören altmışyedi kripto paranın günlük kapanış fiyatları alınmıştır. Binance'nin oyun sektöründe yer alan on kripto para analiz kapsamına alınırken geriye kalan ellialtı kripto para piyasa hacmine göre seçilmiştir. Binance'nin oyun sektöründe yirmi beş kripto para yer almaktadır. Ancak AXS tokeninin 4 Kasım 2020 yılında piyasada işlem görmeye başlaması nedeniyle bu tarih öncesinde ve aynı tarihte piyasaya sürülen on token analiz kapsamına alınmıştır. Fiyat verileri CoinGecko (www.coingecko.com) web sitesinden alınmıştır. Stable coinlerin fiyat istikrarı olması nedeniyle analizde belirleyiciliği olmadığı saptanmış bu sebeple analize dahil edilmemiştir.

Tablo 4: Kripto Paraların Sektörel Dağılımı

OYUN	AXS, SLP, BURGER, ENJ, COCOS, GALA, GHST, MANA, SAND, WAXP
MERKEZİYETSİZ FİNANS	AAVE, UNI, RPL, CRV, MKR, SNX, INJ, KAVA, KLAY, WOO, RUNE, LRC, CAKE
KATMAN 1-2	BNB, ADA, MATIC, SOL, TRX, DOT, AVAX, ATOM, ETC, ETH, XLM, HBAR, VET, NEAR, ALGO, EOS, EGLD, FTM, XTZ, CFX, NEO, CHZ, IOTA, ZIL
DEPOLAMA	FIL, STX
POW	BTC, DOGE, BCH, DASH, LTC, XMR, ZEC
ALTYAPI	LINK, QNT, BAT, TWT, RNDR
İNOVASYON	FTT
NFT	THETA
DİĞER	NEXO, PAXG, XRP, AGIX

Kaynak: Binance (2023).

Tablo 4 Binance'nin kategorize ettiği sektörleri göstermektedir. Buna göre oyun sektörü, kripto oyunları içermektedir. Merkeziyetsiz finans, herhangi bir izne tabi olmayan ve şeffaf bir şekilde çalışan, blok zinciri tabanlı finansal uygulamaların yer aldığı bir ekosistemdir. Katman 1 kripto para projeleri, merkeziyetsiz uygulamaları içeren temel blok zinciri ağlarını ifade eder; yani projelerin kendi blok zinciri bulunmaktadır. Katman 2 kripto para projeleri, mevcut bir temel ağ üzerinde çalışan kripto paraları ifade etmektedir. Depolama tokenleri, merkezi depolama platformlarına alternatif olan blok zinciri tabanlı bulut depolama/veri depolamada uzmanlaşmış projeleri ifade etmektedir. İş kanıtı (PoW) tokenleri, kendi blok zincirlerine sahip ve iş kanıtı protokolünü kullanan projelerdir. Altyapı tokenleri, blok zincirlerinin bileşenlerini ve sistemlerini sağlamada uzmanlaşmış ve zincirlerin sorunsuz çalışmasına yardımcı olan projeleri içermektedir. İnovasyon, yenilikçi token tekliflerinde oluşan projeleri içermektedir. NFT, koleksiyonlar ile ilgili tokenleri içermektedir. Diğer ise Binance'nin kategorizasyonu içinde herhangi bir yerde bulunmayan projelerdir. Binance'nin kategorizasyonunda bir token birden fazla kategori içinde yer almaktadır. Örneğin kripto oyunlar NFT tabanlı olması nedeniyle hem NFT kategorizasyonunda hem de oyun kategorizasyonunda yer almaktadır. Bu tezde Binance'nin kategorizasyonu Tablo 4'te belirtildiği gibi kullanılmaktadır.

3.2. METODOLOJİ

Tezin analizi için kullanılan yöntem olan MST'nin, optimizasyon uygulamalarında ve veri analizinde geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. MST, finansal ürünler arasındaki ilişkilerin açıklanması amacıyla ilk olarak Mantegna (1999) tarafından önerilmiş bir yöntemdir. Tez kapsamında MST, kripto oyun sektöründeki oyunların piyasa hacmi yüksek olan kripto paralar ile arasındaki etkileşimi tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte analizde her bir kripto para N ve gün sayısı T olarak belirlenerek Mantegna'nın (1999) belirlediği adımlar izlenmiştir.

- i. Kripto paranın t. Gündeki fiyat getirisi, $p_i(t)$ i. hisse senedinin t. Gündeki kapanış fiyatından hareketle şu şekilde hesaplanmıştır:

$$r_i(t) = lnp_i(t) - lnp_i(t-1)$$

- i. ve j. Kripto paranın fiyat getirisi serileri arasındaki korelasyon katsayısı, $\bar{r}_i = \frac{1}{T-1}\sum_{t=2}^{T} r_i(t)$ olmak üzere aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$c_{ij} = \frac{\sum_{t=2}^{T}(r_i(t)-\bar{r}_i)(r_j(t)-\bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_{t=2}^{T}(r_i(t)-\bar{r}_i)^2}\sqrt{\sum_{t=2}^{T}(r_j(t)-\bar{r}_j)^2}}$$

- Kripto paralar arasındaki uzaklık, başka bir ifadeyle ağaç üzerindeki ayrıtların ağırlıkları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$d(i,j) = \sqrt{2(1-c_{ij})}$$

Burada, kripto paralar arasındaki uzaklık, korelasyon katsayısı ile ters orantılıdır. Kripto paraların korelasyon yapısını ağaç biçiminde analiz edebilmek için tüm ikili uzaklıkların matrisinin hesaplanması gerekmektedir. Bu tam graf olan uzaklıklar matrisinin minimum kapsayan ağacının hesaplanması sonucunda bir alt ultrametrik uzay ağına ulaşılmıştır. Burada, Bonanno ve diğerleri (2000; 2001), Mantegna (1999) ve Vandewalle ve diğerleri (2001) gibi, alt ultrametrik uzay ağının, zaman serileri içinde örtük bulunan iktisadi bilgilerin anlamlı örüntüsü olduğu

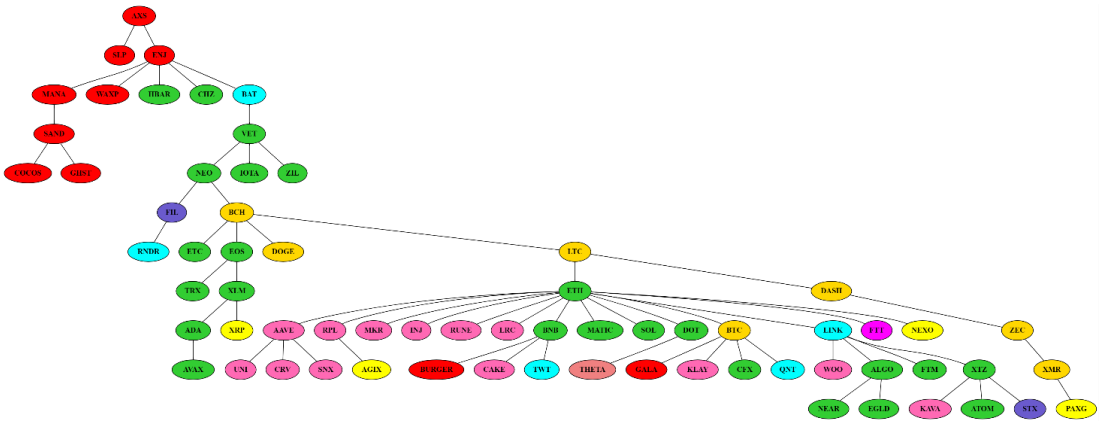
varsayılmaktadır. Minimun kapsayan ağaçları elde etmek için Prim'in MST Algoritması (1957) kullanılmaktadır.

Minimum kapsayan ağaçlardan sayısal bilgi elde edebilmek için Mirzaei ve diğerleri'nin (2019) kullandığı aradalık merkeziliği (betweenness centrality) ve derece merkeziliği (degree centrality) gibi ölçütler de hesaplanmıştır. Ağaçta bir kripto parayı temsilen bir v_i düğümünün doğrudan bağlantısı olduğu, yani aralarında bir ayrıt olan düğümlerin (kripto paraların) sayısı $\deg(v_i)$ olmak üzere o düğümün derece merkeziliği değeri $\alpha_{\deg}(v_i) = \deg(v_i)/n$ ile hesaplanmaktadır. Aradalık merkeziliği, aradalık sayısı σ_i bir v_j düğümünden bir v_k düğümüne giden yollardan v_i düğümüne uğrayanların sayısı olmak üzere $\alpha_{\text{bet}}(v_i) = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sigma_i}{n(n-1)}$ ile hesaplanmaktadır (Freeman, 1977). Özgün hesaplamadan farklı olarak, minimum kapsayan ağaçta bir grafın yerine herhangi iki düğüm arasında sadece bir yol bulunmaktadır ve en kısa yolun aranmasına ihtiyaç bulunmamaktadır ve tüm yolların sayısı $n(n-1)$'dir.

3.3. BULGULAR

MST analiziyle, finansal piyasadaki ürünlerin bağlantı dinamikleri hakkında gözlem yapmak mümkündür. Bu bölümde analizin bulguları yer almaktadır. MST analiziyle oluşturulan ağacın görseli Şekil 6'da gösterilmektedir. Binance'nin kategorizasyon ayrımına göre ağaç üzerinde renklendirme yapılmıştır. Buna göre, kırmızı renkler oyun sektörünü, pembe renkler merkeziyetsiz finans uygulamalarını, yeşiller katman 1 ve katman 2 kripto paralarını, lacivert depolama tokenlerini, altın rengi iş kanıtı kripto paralarını, mavi altyapı tokenlerini, mor inovasyon tokenlerini, kahverengi NFT tokenlerini ve sarılar herhangi bir kategorizasyonda yer almayan tokenleri göstermektedir.

Şekil 7: Kripto Paralar Minimum Kapsayan Ağaç



Kaynak: Tarafımızca hazırlanmıştır.

Şekil 6 MST'yi göstermektedir. Buna göre kripto oyunlar ve merkeziyetsiz borsalar kendi içinde bir kümelenmeye sahiptir. Bu, kümelenmenin varlığı kendi aralarında benzer özellikleri sergilediği anlamına gelmektedir. Öte yandan sezgisel öngörü piyasa hacmi ve kapitalizasyon bakımında Bitcoin'in en çok bağlantıya sahip olmasıdır. Ancak Ethereum kripto paralar için yapılan MST literatürüyle uyumlu bir şekilde ağaçta en çok bağlantıya sahip olan kripto paradır. Bitcoin'in hâkim konumunun tüm kripto para piyasası üzerinde küresel bir etkiye sahip olduğu görüşünün tam tersi analiz sonucunda ortaya çıkmıştır. Ethereum'un blok zinciri ekosistemine katkıda bulunduğu akıllı sözleşmeler ile piyasayı domine etmesi anlaşılır gözükmektedir. Birçok kripto paranın akıllı sözleşmeler ile ortaya çıkması bunu destekler niteliktedir. Bununla birlikte merkeziyetsiz borsaların temelini akıllı sözleşmelerin oluşturması ağaç içinde Ethereum'a yakın konumlanmasına neden olmuştur. Ağaç içinde kripto paraların birbirine olan yakınlığı kendi aralarında yüksek korelasyona sahip olduğunu göstermektedir. Kripto oyunlarda ise merkez konumunda ENJ yer almaktadır. ENJ, NFT'ler için cüzdan, depolama ve takas alt yapısı sunması nedeniyle her kripto oyuna entegre edilebilir bir alt yapıya sahiptir. Bu sebeple kripto oyunlar içinde merkezi bir konumda olması şaşırtıcı değildir. BURGER ve GALA dışındaki diğer kripto oyunlar kendi içerisinde bir kümelenmeye sahiptir. Yani kripto oyunlar birbirlerine benzer bir dinamiğe sahiptir. Katman 1 ve Katman 2 kripto paraları dağınık bir şekilde kümelenme özelliğine sahiptir. İş kanıtı tokenleri birbirleri arasında

tam bir kümelenmeye sahip olmasa da kendi aralarında bağlantıya sahiptir. Bunun dışındaki kategorizasyonda yer alan kripto paraların bir kümelenmeye sahip olmadığı görülmektedir. Çarpıcı olan ise sekiz kripto paranın Bitcoin'den daha fazla bağlantıya sahip olmasıdır. Bu Bitcoin'in kripto para piyasasında zamanla konumunu kaybedeceği yorumunu yapmamıza imkân tanımaktadır.

Tablo 5 en yüksek merkezilik ölçütlerine sahip olan yirmi kripto parayı göstermektedir. Merkezilik ölçütlerinin yorumu, derece merkeziliği yüksek olan kripto paraların doğrudan etkileşimde olduğu kripto para sayısının yüksek olduğu, aradalık merkeziliği yüksek olan kripto paraların ise dolaylı olarak yani diğer kripto paralar üzerinden etkileşimde bulunduğu kripto para sayısının yüksek olduğu biçiminde yapılabilir. Ağaç üzerinde kripto paralar arasında doğrudan bağlantılar bulunmuyorsa kripto paralara ulaşım, diğer kripto paralar üzerinden bir yol izlenerek dolaylı bir şekilde sağlanmaktadır. Buna göre aradalık, dolaylı olarak seçilen yollarda bir kripto paranın kaç kez ziyaret edildiğini göstermekte ve bir kripto paranın kaç kez ziyaret edildiğinin toplam yol sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir.

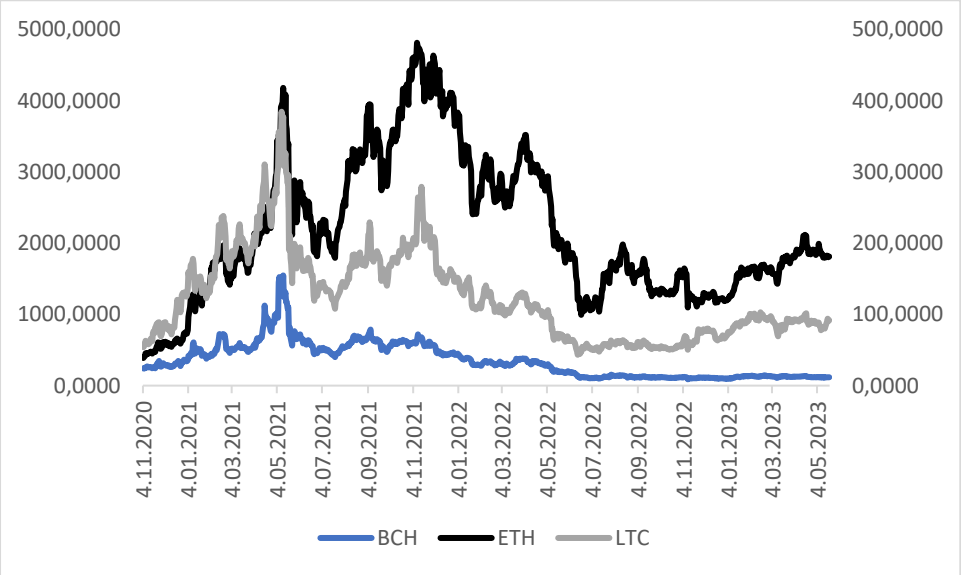
Tablo 5: MST Merkezilik Ölçütleri

	DERECE	**ARADALIK**
ETH	0.224	0.729
LTC	0.045	0.536
BCH	0.075	0.531
NEO	0.045	0.374
VET	0.060	0.322
BAT	0.030	0.253
ENJ	0.090	0.245
LINK	0.075	0.244
EOS	0.045	0.140
BTC	0.075	0.115
AAVE	0.060	0.087
BNB	0.060	0.087
XTZ	0.060	0.087
XLM	0.045	0.086
MANA	0.030	0.085
DASH	0.030	0.085
SAND	0.045	0.058
ALGO	0.045	0.058
ZEX	0.030	0.058
AXS	0.030	0.029

Kaynak: Tarafımızca hazırlanmıştır.

Tablo 5'e göre ağaçta da görüldüğü üzere hem doğrudan hem dolaylı olarak en çok bağlantıya sahip olan kripto para Ethereum'dur. LTC, BCH, NEO, ENJ, LİNK, BTC ve VET, Ethereum'dan sonra en çok doğrudan bağlantıya sahip kripto paralardır. ENJ diğerlerine göre daha yüksek doğrudan bağlantıya sahipken dolaylı olarak bağlantısı daha zayıftır. LTC ise daha az doğrudan bağlantıya sahipken daha fazla dolaylı bağlantıya sahip olduğu yani ağaç üzerinde diğer şirketlere ulaşım sağlanırken daha fazla ziyaret edildiği görülmektedir.

Şekil 8: BCH-ETH-LTC Fiyat Grafiği



Kaynak: CoinGecko (2023).

Şekil 8 en yüksek merkezilik ölçülerine sahip ilk üç kripto paranın fiyatını göstermektedir. Ethereum 2015 yılında blok zinciri ekosistemine akıllı sözleşmeleri tanıtarak piyasaya girmiştir. Akıllı sözleşmelerle sadece değer transferi değil herhangi bir metanın değişimini yapmak mümkündür. Bununla birlikte blok zinciri ekosistemine akıllı sözleşmelerle alt yapı sağlayan Ethereum birçok tokenin bu alt yapıyla hayata geçmesine olanak sağlamıştır. Piyasa içerisindeki bu yenilik sayesinde Ethereum kullanıcıların odağı haline gelmiştir. Buna ek olarak piyasaya ilk çıktığında Ethereum sınırsız bir arza sahipti. Kullanıcı tabanı tarafından ilgi duyulmadığı bir

durumda enflasyonist bir yapıya sahip olabilirdi. Ancak Ethereum'un tasarımı tersine kullanıcı tabanını genişletti ve sürdürülebilir bir yapıya sahip oldu. Nitekim Şekil 8'de de görüleceği üzere Ethereum'un fiyatı konjonktürel dalgalanmalara sahip olsa da sürdürülebilirliğini yitirmemiştir. BitcoinCash (BCH), 2017 yılında Bitcoin ağının sert çatallanması sonrasında ortaya çıkmış bir kripto paradır. Bitcoin'de blok boyutunun 1 MB olması nedeniyle işlem limitleri sınırlıdır. Blok boyutlarını 8 MB boyutuna getirmek isteyen madenciler Bitcoin ağından ayrılmış ve BitcoinCash ortaya çıkmıştır. Temelde Bitcoin'in verimlilik sorununa odaklanarak daha etkili bir sistem kurmayı amaçlamıştır. Hayata geçmesinin ardından Bitcoin'in sahip olduğu ölçeklenebilirlik sorununa tepkili olanların kullandığı kripto para haline gelmiştir. Daha hızlı ve daha ucuz olması nedeniyle kullanıcılar tarafından talep görmüştür. Blok zinciri ekosisteminde var olan bir sorunu erken çözmesi nedeniyle proje kendi içinde sürdürülebilirliğe sahiptir. Şekil 8'de görüldüğü üzere stabil bir fiyat yapısına sahiptir. LiteCoin (LTC), 2011 yılında hayata geçirilmiş bir kripto paradır. BCH, Bitcoin'in ölçeklenebilirlik sorununa blok boyutlarını değiştirme yaklaşımında bulunmuşken LTC madencilikte kullanılan donanımın değişimiyle bu soruna yaklaşmıştır. Temelde Bitcoin ile aynı çalışma prensibine sahip olsa da madencilik yapısında farklılık bulunmaktadır. Bununla birlikte arz sınırı 84 milyondur. İlk kripto paralar içerisinde yer alması ve piyasadaki bir soruna çözüm üretmesi nedeniyle LTC de kullanıcılar tarafından talep edilen bir kripto paradır.

Kripto para projeleri blok zinciri ekosistemi içinde bir soruna çözüm üretmesi ve/veya kullanıcılar için kullanışlı bir yaklaşımda bulunması durumunda doğal olarak kullanıcılar tarafından talep edilebilir bir hale gelmektedir. Ethereum sınırsız bir arza sahip olsa da enflasyonist bir yapıya dönüşmemiştir. Kripto para projelerinin token ekonomisi kurgulanırken geliştirdiği iş fikri etrafında teşvik mekanizmalarını kurgulamaları kullanıcı tabanının sürekliliğini sağlamaktadır. Sürdürülebilir bir kripto para tasarımı için token ekonomisi kadar ekosistem içinde yarattığı fayda da önemlidir. Yaratılan bu faydanın ölçümünü kullanıcı tabanı ve piyasadaki fiyatıyla görmek mümkündür.

SONUÇ

Bu tezin temel amacı, blok zinciri tabanlı projelerin token ekonomisi yapısını ve kripto paraların birbirleri arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Bu analizi gerçekleştirmek amacıyla Axie Infinity vaka olarak incelenerek token ekonomisi dinamikleri ele alınmıştır. Finansal varlıkların birbirleri arasındaki hiyerarşik ve kümelenme ilişkilerini ortaya çıkarması nedeniyle MST yöntemi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiş, kripto paralar arasındaki ilişki makrotokenomics bağlamında incelenmiştir.

Tezin birinci bölümünde, blok zincirinin tarihi ve kripto paraların sınıflandırması incelenmiştir. İşlemlerin zaman damgalı bir biçimde kaydedilmesi, hash algoritmaları, Web üzerinde gizliliğin sağlanması, İş Kanıtı protokolü gibi unsurların hazır olması teknik olarak blok zincirinin ortaya çıkış sürecini hazırlamıştır. Kripto paraları doğru biçimde sınıflandırabilmek, yasal olarak belirsizliği ortadan kaldıracağı gibi yatırımcılar açısından da riskleri azaltacaktır. Aynı zamanda teknik olarak tokenlerin nasıl bir yapıya sahip olduğunu sınıflandırmak tokenomics'in köşe taşlarının belirlenmesi açısından faydalı olacaktır. Bu sebeple tokenlerin teknik özelliklerinin sınıflandırılması tokenomics'in temel taşıdır.

Tezin ikinci bölümünde, tokenomics kavramı ve dinamikleri ele alınmış ve merkeziyetsiz oyunlar tanımlanarak Axie Infinity'nin token ekonomisi yapısı incelenmiştir. Bir projenin token ekonomisi dinamiklerinin yanlış kurgulanması durumunda proje tokeni enflasyonist veya deflasyonist bir yapıya sahip olabilmektedir. Bunun için mekanizma tasarımı, teşvik mekanizması, arz ve emisyon mekanizmalarının doğru bir şekilde kurgulanması gerekmektedir. Axie Infinity'de oyun tokeni olan SLP'nin sınırsız arza sahip olması ve yanlış teşvik mekanizmasının uygulanması nedeniyle enflasyonist bir yapıya sahip olmuştur. Bu durumda kullanıcıların projeyi benimsemesinde düşüş meydana gelmiştir. Bununla birlikte token projeleri hayata geçtiğinde fiyat manipülasyonuna maruz kalmaktadır. Bu manipülasyonlar sonucunda proje geliştirici ekibinin ve kullanıcıların projeden ayrılması olasılığı meydana gelmektedir. Böylesi bir manipülasyona ödül mekanizmasıyla müdahalede bulunabilen proje ekibleri, fiyat manipülasyonunun

yarattığı olumsuzlukları azaltıp projenin sürdürülebilirliğine katkı sunabilmektedir. Aksi durumda proje yok olma tehtidiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Tezin üçüncü bölümünde, finansal varlıklar arasındaki ilişkileri analiz etmeye yardımcı olan MST yöntemiyle kripto paralar arasındaki hiyerarşik ilişkiler analiz edilmiştir. Buna göre kripto paralar içinde Ethereum merkezi bir konumdadır ve kripto paraların fiyat değişiklikleri Ethereumla ilişkilenmektedir. Kripto oyun ve merkeziyetsiz borsa tokenleri arasındaki korelasyonun yüksek olması kendi içerisinde sektörel bir kümelenmeyi ortaya çıkarmıştır. Piyasada meydana gelen değişmelere merkeziyetsiz borsa ve oyun tokenleri benzer tepkiler vermektedir. Oyun tokenlerinde ise ENJ merkezi bir konumda yer almaktadır.

Kripto paraları MST analizi kullanarak analiz edilmesinin ardında portföy çeşitlendirilmesi ve bunun getiriler üzerindeki etkisi gelecek çalışmalarda ele alınabilir. Bununla birlikte benzer token ekonomisi yapısına sahip tokenler MST yöntemiyle analiz edilerek piyasa içindeki kümelenmeleri analiz edilebilir. Kripto paralar için sınıflandırma çabası her ne kadar sürse de her tokenin tasarım süreci projenin fiyatlamasını da etkilemektedir. Token tasarım esnekliğinin projelerin fiyatlaması üzerinde ne tür etkileri olduğu araştırmaya değer bir konudur.

KAYNAKÇA

Active Player (2023). https://activeplayer.io/, (22.02.2023).

Afşar, K. E. (2022). Yeni Bir İstihdam Biçimi Olarak Dijital Merkeziyetsiz Oyunlar: Axie Infınıty Örneği. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*. 6(3): 1139-1153.

Allen, D. W., Berg, C. ve Davidson, S. (2022). Buyback and Burn Mechanisms: Price Manipulation or Value Signalling?. *Available at SSRN 4231845*.

Allen, D. W., Berg, C. ve Lane, A. M. (2023). Why Airdrop Cryptocurrency Tokens?. *Journal of Business Research*. 163: 113945.

Ankenbrand, T., Bieri, D., Cortivo, R., Hoehener, J. ve Hardjono, T. (2020). Proposal for a Comprehensive (Crypto) Asset Taxonomy. *2020 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)*. 16-26.

Axie Infinity (2023). https://axieinfinity.com/, (22.05.2023).

Axie Tech (2023). https://www.axie.tech/charts, (25.05.2023).

Barreiro-Gomez, J., ve Tembine, H. (2019). Blockchain Token Economics: A Mean-Field-Type Game Perspective. *IEEE Access*. 7: 64603-64613.

BIS (Bank for International Settlements). (2023). BIS Working Paper The Technology of Decentralized Finance (DeFi). https://www.bis.org/publ/work1066.pdf (05.05.2023).

Binance (2023). https://www.binance.com, (20.05.2023).

Bonanno, G., Lillo, F. ve Mantegna, R.N. (2001). High-Frequency Cross-Correlation in a Set of Stocks. *Quantitative Finance*. 1: 96-104.

Bonanno, G., Vandewalle, N. ve Mantegna, R. N. (2000). Taxonomy of Stock Market İndices. *Physical Review E*. 62(6): R7615.

Briola, A., ve Aste, T. (2022). Dependency Structures in Cryptocurrency Market From High to Low Frequency. *Entropy*. 24(11): 1548.

Caldarelli, G. (2021). Wrapping Trust for Interoperability: A Preliminary Study of Wrapped Tokens. *Information*. 13(1): 1-25.

Carvalho, A. (2022). Tokenomics Designs and Their Parallels in Traditional Finance. *Journal of Insurance and Financial Management*. *6*(4): 79-88.

Chaudhari, H. ve Crane, M. (2020). Cross-Correlation Dynamics and Community Structures of Cryptocurrencies. *Journal of Computational Science.* 44: 101-130.

Chaudhary, K., Fehnker, A., Van De Pol, J. ve Stoelinga, M. (2015). Modeling and Verification of the Bitcoin Protocol. *arXiv preprint arXiv:1511.04173*.

Chaum, D. (1985). Security Without Identification: Transaction Systems to Make Big Brother Obsolete. *Communications of the ACM.* 28(10): 1030- 1044.

Chen, J., Lin, D. C. ve Han, C. SAC '20: The 35th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing (ss. 294-300), Brno Czech Republic 30 March 2020- 3 April 2020.

Chen, L., Cong, L. W., ve Xiao, Y. (2021). A Brief İntroduction to Blockchain Economics. In Information for Efficient Decision Making: Big Data, Blockchain and Relevance (ss. 1-40). World Scientific: USA.

Chohan, U. W., A History of Bitcoin (2022). *Available at SSRN.* https://ssrn.com/abstract=3047875.

Chong, J. (2022). The Three Tokenomics Problems and a Productivity-Linked Tokenomics Design. *Available at SSRN*.

Coin Market Cap (2023). https://coinmarketcap.com/currencies/smooth-love-potion/, (02.04.2023).

CoinDesk. (2017). Denmark Could Tap Blockchain For Foreign Aid Delivery, Says Report. https://www.coindesk.com/markets/2017/12/14/denmark-could-tap-blockchain-for-foreign-aid-delivery-says-report/. (15.01.2023).

CoinGecko (2023). www.coingecko.com, (25.05.2023).

Cong, L. W. ve Xiao, Y. (2021). Categories and Functions of Crypto-Tokens. Palgrave Handbook of FinTech and Blockchain (ss. 267-284). Cham: Palgrave Macmillan.

Cong, L. W., Li, Y. ve Wang, N. (2019). Tokenomics and Platform Finance. Working Paper.

Cong, L. W., Li, Y. ve Wang, N. (2021). Tokenomics: Dynamic Adoption and Valuation. *The Review of Financial Studies* 34(3): 1105-1155.

Crypto Compare. (2018). Cryptoasset Taxonomy Report. https://www.cryptocompare.com/media/34478555/cryptocompare-cryptoasset-taxonomy-report-2018.pdf. (10.12.2022).

Culannay, R. C. (2022). Analysis on the Factors that Influence the Investment on Online Crypto Games. *International Journal of Arts, Sciences and Education*. 3(1): 143-154.

De Jesus, S. B., Austria, D., Marcelo, D. R., Ocampo, C., Tibudan, A. J., ve Tus, J. (2022). Play-to-Earn: A Qualitative Analysis of the Experiences and Challenges Faced

by Axie İnfinity Online Gamers Amidst the COVID-19 Pandemic. International Journal of Psychology and Counseling. 1(12): 291-424.

Deconsruct of Fun (2023). https://www.deconstructoroffun.com/blog/axie-infinity-deconstruction, (25.03.2023).

Deirmentzoglou, E., Papakyriakopoulos, G. ve Patsakis, C. (2019). A Survey on Long-Range Attacks for Proof of Stake Protocols. *IEEE Access.* 7: 28712-28725.

Delic, A. J. ve Delfabbro, P. H. (2022). Profiling the Potential Risks and Benefits of Emerging "Play to Earn" Games: a Qualitative Analysis of Players' Experiences with Axie Infinity. *International Journal of Mental Health and Addiction*. 1-14.

Direr, A., Doursat, R., Laurent, B. ve Biton, D. (2022). A Data-Driven and Principled Approach to Designing the Tokenomics of a New Blockchain-Based Game. *Available at SSRN 4187993*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4187993. (01.02.2023).

Donmez, C. C., Sen, D., Dereli, A. F., Horasan, M. B., Yildiz, C., ve Kaplan Donmez, N. F. (2021). An Investigation of Fiat Characterization and Evolutionary Dynamics of the Cryptocurrency Market. *SAGE Open*. *11*(1): 2158244021994809.

Donmez, C. Ç., Dereli, A. F., Horosan, B. M. ve Yıldız, C. (2020). An Analysis of Evolutionary Cryptocurrency Market Dynamics. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 19(74): 611-629.

Dostov, V. ve Shust, P. (2014). Cryptocurrencies: An Unconventional Challenge to the AML/CFT Regulators?. *Journal of Financial Crime*. 21(3): 249-263.

Dwork, C. ve Naor M. (1992). Pricing Via Processing or Combatting Junk Mail. 12th Annual International Cryptology Conference (ss. 139-147). Santa Barbara, California, USA, August 16–20.

Florian, M., Henningsen, S., Beaucamp, S. ve Scheuermann, B. (2019). Erasing Data From Blockchain Nodes. *2019 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)* (pp. 367-376).

Fokri, W. N. I. W. M. (2021). Classification of Cryptocurrency: A Review of the Literature. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 12(5): 1353-1360.

Francés, C. J., Carles, P. G. ve Arellano, D. J. (2018). The Cryptocurrency Market: A Network Analysis. *Esic Market Economics and Business Journal*. 49(3): 569-583.

Francisco, R., Rodelas, N. ve Ubaldo, J. E. (2022). The Perception of Filipinos on the Advent of Cryptocurrency and Non-Fungible Token (NFT) Games. *arXiv preprint arXiv:2202.07467*. 6: 1005-1018.

Freeman, L. (1977). A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*. 40 (1): 35–41.

Freni, P., Ferro, E. ve Moncada, R. (2020). Tokenization and Blockchain Tokens Classification: A Morphological Framework. *2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. 1-6.

Freni, P., Ferro, E. ve Moncada, R. (2022). Tokenomics and Blockchain Tokens: A Design-Oriented Morphological Framework. *Blockchain Research and Applications*. 3(1): 100069.

Giudici, P. ve Polinesi, G. (2021). Crypto Price Discovery Through Correlation Networks. *Annals of Operations Research*. 299: 443-457.

Giudici, P., Pagnottoni, P. ve Polinesi, G. (2020). Network Models to Enhance Automated Cryptocurrency Portfolio Management. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 3: 1-11.

Grybniak, S., Leonchyk, Y., Masalskyi, R., Mazurok, I. ve Nashyvan, O. (2022). Waterfall: Salto Collazo. Tokenomics. *2022 IEEE* International Conference on Blockchain, Smart Healthcare and Emerging Technologies (SmartBlock4Health). 1-6.

Haber, S. ve Stornetta, W. S. (1991). *How to Time-stamp a Digital Document*. Springer Berlin Heidelberg.

Han, R., Yan, Z., Liang, X. ve Yang, L. T. (2022). How can Incentive Mechanisms and Blockchain Benefit With Eeach Other? A Survey. *ACM Computing Surveys*. 55(7): 1-38.

Hayes, A. (2019). The Socio-Technological Lives of Bitcoin. *Theory, Culture & Society.* 36(4): 49-72.

Ho, K. H., Chiu, W. H. ve Li, C. (2020). A Network Analysis of the Cryptocurrency Market. *2020 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*. 2178-2185.

Hong, M. Y. ve Yoon, J. W. (2022). The Impact of COVID-19 on Cryptocurrency Markets: A Network Analysis Based on Mutual Information. *Plos One*. 17(2): e0259869.

Jermann, U. J. ve Xiang, H. (2022). Tokenomics: Optimal Monetary and Fee Policies. *Available at SSRN 4236859*.

Jiang, X. J. ve Liu, X. F. (2021). Cryptokitties Transaction Network Analysis: The Rise and Fall of the First Blockchain Game Mania. *Frontiers in Physics*. 9.

Jürjens, J., Scheider, S., Yildirim, F. ve Henke, M. (2022). Tokenomics: Decentralized Incentivization in the Context of Data Spaces. Designing Data Spaces (ss. 91–108). Germany: Springer.

Kampakis, S. (2018a). Why Do We Need Tokenomics?. *The Journal of The British Blockchain Association*. *1*(1): 3636.

Kampakis, S. (2018b). Three Case Studies in Tokenomics. *The Journal of The British Blockchain Association*. *1*(2): 6325.

Kampakis, S. (2022). Auditing Tokenomics: A Case Study and Lessons from Auditing a Stablecoin Project. *The Journal of The British Blockchain Association*. 2: 34696.

Kardaş, S. ve Kiraz, M. S. (2018). Bitcoin'de Mahremiyeti Sağlama Yöntemleri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*. *4*(1): 1-9.

Katsiampa, P., Yarovaya, L. ve Zięba, D. (2022). High-Frequency Connectedness Between Bitcoin and Other Top-Traded Crypto Assets During the COVID-19 Crisis. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 79: 101578.

Kim, H. M., Laskowski, M., Zargham, M., Turesson, H., Barlin, M. ve Kabanov, D. (2021). Token Economics in Real Life: Cryptocurrency and Incentives Design for Insolar's Blockchain Network. *Computer*. *54*(1): 70-80.

Kim, M. S. ve Chung, J. Y. (2018). Sustainable Growth and Token Economy Design: The Case of Steemit. *Sustainability*. *11*(1): 167.

Kitanovski, D., Mirchev, M., Chorbev, I. ve Mishkovski, I. (2022). Cryptocurrency Portfolio Diversification Using Network Community Detection. *2022 30th Telecommunications Forum (TELFOR).* 1-4.

Kose, O., Karagoz, P. ve Phillips, G. E. (2020). Towards a Crypto Asset Taxonomy: a Text Classification-Based Approach. MEDES '20: 12th International Conference on Management of Digital EcoSystems (18-25). Virtual Event United Arab Emirates. 2 – 4 Kasım 2020.

Kwapień, J., Wątorek, M. ve Drożdż, S. (2021). Cryptocurrency Market Consolidation in 2020–2021. *Entropy*. 23(12): 1674.

Lamberty, R., de Waard, D. ve Poddey, A. (2020). Leading Digital Socio-Economy to Efficiency--A Primer on Tokenomics. *arXiv preprint arXiv:2008.02538*.

Lamberty, R., Poddey, A., Galindo, D., de Waard, D., Kölbel, T. ve Kirste, D. (2023). Efficiency in Digital Economies–A Primer on Tokenomics–. arXiv:2008.02538v2

Lee, J., Yoo, B. ve Jang, M. (2019). Is a Blockchain-based Game a Game for Fun, or Is it a Tool for Speculation? An Empirical Analysis of Player Behavior in Crypokitties. The Ecosystem of e-Business: Technologies, Stakeholders, and Connections: 17th Workshop on e-Business (141-148). WeB. Santa Clara CA USA. 12 Aralık.

Lehar, A. ve Parlour, C. A. (2021). Decentralized Exchanges. *Available at SSRN* 3905316. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3905316. (05.01.2023).

Lehmann, M., Krysa, F., Prévost, E., Schinerl, F. ve Vogelauer, R. (2023). Staking Your Crypto: What are the Stakes?. *Available at SSRN 4339687*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4339687. (05.01.2023).

Letychevsky, O., Peschanenko, V., Radchenko, V., Poltoratzkyi, M., Kovalenko, P. ve Mogylko, S. (2019). Formal Verification of Token Economy Models. IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC). 201-204.

Letychevskyi, O., Peschanenko, V., Poltoratskyi, M. ve Tarasich, Y. (2022). Proceedings of the 1st Blockchain and Cryptocurrency Conference (B2C') (ss.89-95). 9-11 Kasım.

Lo, Y. C. ve Medda, F. (2020). Assets on the Blockchain: An Empirical Study of Tokenomics. *Information Economics and Policy*. *53*: 100881.

Lommers, K., Makridis, C. ve Verboven, L. (2023). Designing Airdrops. *Available at SSRN 4427295*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4427295. (03.02.2023).

Luo, N. ve Zheng, E. (2023). Token Incentive and Blockchain Developer Contribution. *Available at SSRN*.

Lux, T. ve Mathys, V. (2019). FİNMA. https://www.finma.ch/de/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/.(18.12.2022).

Ma, J., Gans, J. S. ve Tourky, R. (2018). Market Structure in Bitcoin Mining. National Bureau of Economic Research. Working Paper. https://www.nber.org/papers/w24242. (04.02.2023).

Makridis, C. A., Fröwis, M., Sridhar, K. ve Böhme, R. (2023). The Rise of Decentralized Cryptocurrency Exchanges: Evaluating the Role of Airdrops and Governance Tokens. *Journal of Corporate Finance*. 79: 102358.

Malhotra, D., Saini, P. ve Singh, A. K. (2022). How Blockchain Can Automate KYC: Systematic Review. *Wireless Personal Communications*. 122(2): 1987-2021.

Mantegna, R. N. (1999), Hierarchical Structure in Financial Markets. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*. 11(1): 193-197.

Manupati, V. K., Schoenherr, T., Ramkumar, M., Wagner, S. M., Pabba, S. K. ve Inder Raj Singh, R. (2020). A Blockchain-Based Approach for a Multi-Echelon Sustainable Supply Chain. *International Journal of Production Research*. 58(7): 2222-2241.

Martin, A. (2022). 5 Laws of Tokenomics. *Available at SSRN 4018141*.

Memon, M., Bajwa, U. A., Ikhlas, A., Memon, Y., Memon, S. ve Malani, M. (2018). Blockchain Beyond Bitcoin: Block Maturity Level Consensus Protocol. IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS). 1-5.

Mirzaei, M. ve Hosseini, S. M. P. (2019). Measuring Stock Market Connectedness Among Palm Oil Buyers: Do Sustainability Standards Matter?, *Journal of Cleaner Production*. 240: 118266.

Müller, L., Meyer, S., Gschwend, C. ve Henschel, P. (2017). Conceptual Framework For Legal & Risk Assessment of Blockchain Crypto Property (BCP). https://theblockchaintest.com/uploads/resources/MME%20-%20Conceptual%20Framework%20for%20Legal%20&%20Risk%20Assessment%20of%20Blockchain%20Crypto%20Property%20(BCP)%20-%202017%20-%20Sep.pdf. (11.12.2022).

Naavık. (2021). Market Update-October 2021. https://naavik.co/deep-dives/axie-infinity#axie-decon=. (26.11.2022).

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Decentralized Business Review*. 21260: 1-9.

Nemade, A. E., Kadam, S. S., Choudhary, R. N., Fegade, S. S. ve Agarwal, K. (2019). Blockchain Technology Used in Taxation. *International Conference on Vision Towards Emerging trends in Communication and Networking (ViTECoN)*. 1-4.

Oliveira, L., Zavolokina, L., Bauer, I. ve Schwabe, G. (2018). To Token or not to Token: Tools for Understanding Blockchain Tokens. International Conference of Information Systems (ICIS). San Francisco, USA, 12-16 Aralık.

Omote, K. ve Yano, M. (2020). Bitcoin and Blockchain Technology. In M. Yano, C. Dai, K. Masuda, Y. Kishimoto (Eds.), Blockchain and Crypto Currency: Economics, Laws and Institutions in Asia Pacific (ss. 129−136). Singapore: Springer.

Orcutt, M. (2017). MIT Technology Review. https://www.technologyreview.com/2017/09/05/149330/how-blockchain-is-kickstarting-the-financial-lives-of-refugees/, (19.09.2022).

Prim, R. C. (1957). Shortest Connection Networks and Some Generalizations. *The Bell System Technical Journal.* 36(6): 1389-1401.

PwC. (2018). Legal Classification of Crypto-assets. https://www.pwc.com.au/legal/assets/legaltalk-alert-legal-classification-of-crypto-assets-16-october-2018.pdf (19.11.2022).

PwC. (2022). Perspectives From the Global Entertainment & Media Outlook 2022–2026. https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/media/outlook/outlook-perspectives.html. (26.11.2022).

Raj, P. ve Deka, G. C. (2018). *Blockchain Technology: Platforms, Tools and Use Cases*. Academic Press.

Scholten, O. J., Zendle, D. ve Walker, J. A. (2020). Inside the Decentralised Casino: A Longitudinal Study of Actual Cryptocurrency Gambling Transactions. *PloS one.* 15(10): 1- 18.

Sensoy, A., Silva, T. C., Corbet, S. ve Tabak, B. M. (2021). High-Frequency Return and Volatility Spillovers Among Cryptocurrencies. *Applied Economics*. 53(37): 4310-4328.

Serada, A., Sihvonen, T. ve Harviainen, J. T. (2021). CryptoKitties and the New Ludic Economy: How Blockchain İntroduces Value, Ownership, and Scarcity in Digital Gaming. *Games and Culture.* 16(4): 457-480.

Servando. K., Sayson. I. ve Bloomberg (2021). The Jobless Turn to Crypto Video Game for Financial Relief. https://fortune.com/2021/08/25/crypto-video-game-axie-infinity-cryptotraders-unemployed/. (19.10.2022).

Singh, J. (2022). Cointelegraph. https://cointelegraph.com/explained/buyback-and-burn-what-does-it-mean-in-crypto, (11.02.2023).

Song, J. Y., Chang, W. ve Song, J. W. (2019). Cluster Analysis on the Structure of the Cryptocurrency Market via Bitcoin–Ethereum Filtering. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 527: 121339.

SPK (Sermaye Piyasası Kurulu). (2016). Kripto-para Bitcoin. Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63468702/Bit_coin_nedir20200529-126429-2gxm8n-libre.pdf?1590805062=&response- content-disposition=inline%3B+filename%3 DKRIPTO_ PARA_ BITCOIN. pdf&Expires=1686176997&Signature= Vc9E1J9JEqhxPV v2dNh RrX5 IZ4cIcaF~ gVCPv-pmNfzz22m3rpGTNyOjNw YUx8HBrydl 5Hd N6e ZH6n337A Hdev8hdsPPXJct5nkX248HERf0EU ekMpcNw7a4lqKclz3y1JqQq VQmwSGsx4 FV6iffRgaHAKcvorZX~a1424owMWv-J49hPwBNAqYFLB5YPB1 3AUp76YL1I hM4EgHIJS4I5OyDPeAeoED26kf7qnUSuzGZRgYoA2IZVt0EWJT9bbkHbarY1fIx -LtCoWXOveocBq4TPMLZAJeN4t5 gXOeSZTEtG 29A6SR POED Hrm MUdUwygHy8L4i98MDV3 WSRheKphQ__&Key-Pair-Id= APKAJLOHF 5GG SLRBV4ZA, (04.12.2022).

Stosic, D., Stosic, D., Ludermir, T. B. ve Stosic, T. (2018). Collective Behavior of Cryptocurrency Price Changes. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 507: 499-509.

Tanrıverdi, M., Uysal, M. Ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri Teknolojisi Nedir? Ne Değildir?: Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 12(3): 203-217.

Tasca, P. ve Tessone, C. J. (2017). Taxonomy of Blockchain Technologies. Principles of Identification and Classification. *arXiv preprint arXiv:*1708.04872.

Tidy, J. (2022). Ronin Network: What a $600m Hack Says About the State of Crypto. https://www.bbc.com/news/technology-60933174, (21.05.2023).

Toepffer, P. ve Thatmann, D. (2020). Taxonomy and Universal Success Parameters of Token Models in Distributed Ledger Systems. 2nd Conference on Blockchain Research & Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS). 35-39.

Tönnissen, S., Beinke, J. H. ve Teuteberg, F. (2020). Understanding Token-Based Ecosystems – A Taxonomy of Blockchain-Based Business Models of Start-ups. *Electronic Markets*. 30(2): 307-323.

Trutslogy (2019). Token Taksonomi Framework Overview. https://f.hubspotusercontent10.net/hubfs/6102067/pdfs/TTF-Overview-1.pdf (2.11.2022).

Ünal, G. ve Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 13(2): 167-175.

Vandewalle, N., Brisbois, F. ve Tordoir, X. (2001). Self-Organized Critical Topology of Stock Markets. *Quantitative Finance*. 1: 372–375.

Victor, F. ve Hagemann, T. (2019). Cryptocurrency Pump and Dump Schemes: Quantification and Detection. *International Conference on Data Mining Workshops*. 244-251).

Wandmacher, R. (2019). Cryptofinance and Mechanisms of Exchange (113-123). Springer International Publishing.

Warmke, C. (2021). What is Bitcoin?. *Inquiry*. 1-43.

Yoo, S. (2021). How to Design Cryptocurrency Value and How to Secure its Sustainability in the Market. *Journal of Risk and Financial Management*. *14*(5): 210.

Zięba, D., Kokoszczyński, R. ve Śledziewska, K. (2019). Shock Transmission in the Cryptocurrency Market. Is Bitcoin the Most Influential?. *International Review of Financial Analysis*. 64: 102-125.