



T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

Doktora Tezi

**KRİPTO VARLIK FİYATLARI ÜZERİNDE SEÇİLİ
HİSSE SENEDİ PİYASA ENDEKSLERİ İLE
EMTİALARIN ETKİSİ: MAKİNE ÖĞRENMESİNE
DAYALI AMPİRİK BİR ÇALIŞMA**

**Osman Can TÜRK
195022003**

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Metin KILIÇ

Dr. Öğr. Üyesi İnci Merve ALTAN

Bandırma 2025

T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

Doktora Tezi

**KRİPTO VARLIK FİYATLARI ÜZERİNDE SEÇİLİ
HİSSE SENEDİ PİYASA ENDEKSLERİ İLE
EMTİALARIN ETKİSİ: MAKİNE ÖĞRENMESİNE
DAYALI AMPİRİK BİR ÇALIŞMA**

Osman Can TÜRK
195022003

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Metin KILIÇ

Dr. Öğr. Üyesi İnci Merve ALTAN

Bandırma 2025

ETİK BEYAN

TÜRKİYE CUMHURİYETİ BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (30/06/2025)

ÖNSÖZ

“Kripto Varlık Fiyatları Üzerinde Seçili Hisse Senedi Piyasa Endeksleri ile Emtiaların Etkisi: Makine Öğrenmesine Dayalı Ampirik Bir Çalışma” başlıklı bu doktora tezi, günümüzde giderek daha karmaşık hale gelen finansal piyasaların işleyişini anlamaya yönelik bir çabanın ürünüdür. Kripto varlıklar ile geleneksel finansal varlıklar arasında var olduğu öne sürülen ilişkilerin, gelişmiş makine öğrenmesi algoritmaları ile analiz edilmesi hem literatür açısından hem de finansal karar süreçlerine katkı açısından önemlidir. Bu motivasyonla hazırlanan çalışmanın finans bilimi uygulamalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tezimin her aşamasında bilimsel rehberlikleri, değerli katkıları ve yönlendirmeleriyle beni destekleyen danışmanlarım Doç. Dr. Metin KILIÇ ve Dr. Öğr. Üyesi İnci Merve ALTAN’a teşekkür ederim. Ayrıca, tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Yılmaz BAYAR ve Prof. Dr. Hasan Aydın OKUYAN’a kıymetli görüş ve önerileriyle çalışmama sağladıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim. Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Emine TÜRK’e ve her daim yanımda olan eşim Safiye TÜRK’e de sonsuz teşekkür ederim. Destekleri, motivasyonları ve anlayışları, bu çalışmanın tamamlanmasında büyük rol oynamıştır.

Osman Can TÜRK

Bandırma

30/06/2025

ÖZET

KRİPTO VARLIK FİYATLARI ÜZERİNDE SEÇİLİ HİSSE SENEDİ PİYASA ENDEKSLERİ İLE EMTİALARIN ETKİSİ: MAKİNE ÖĞRENMESİNE DAYALI AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

Osman Can TÜRK

Çalışma, kripto varlık piyasalarında en yüksek piyasa değerine sahip iki varlık olan Bitcoin (BTC) ve Ethereum (ETH) fiyatları üzerinde, S&P 500 ve KOSPI endeksleri ile altın (XAU) ve gümüş (XAG) fiyatlarının etkisini makine öğrenmesi modelleri ile tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca çalışmada, J48, Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makineleri (SMO), Yapay Sinir Ağları (YSA), IBk, K-Star ve LWL algoritmalarının her iki kripto varlık için tahmin performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Analizlerde kullanılan veriler, Investing.com platformundan temin edilmiş olup, 02.01.2019 ve 30.12.2024 tarihleri arasındaki döneme ait günlük kapanış değerlerini içermektedir. Veri seti, toplam 6 değişken ve 1431 günlük gözlem üzerinden oluşturulmuştur ve 8586 veri noktası içermektedir. Modelleme sürecinde Java tabanlı açık kaynaklı WEKA yazılımı kullanılmıştır. Performans değerlendirmesi, doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F-skoru, MAE, RMSE ve Kappa katsayısı gibi ölçütlerle yapılmıştır. Bitcoin tahmininde J48 algoritması tüm metriklerde %100 başarı sağlayarak en yüksek performansı gösterirken, ETH tahmininde hem J48 hem de IBk algoritmaları öne çıkmıştır. K-Star algoritması yalnızca ETH için güçlü bir performans sergilemiştir. Diğer algoritmaların genel başarımı görece düşüktür. Elde edilen bulgular, kripto varlık fiyatlarının tahmininde algoritma seçiminin ve hedef varlığın yapısal özelliklerinin büyük önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Çalışma, makine öğrenmesi algoritmalarının finansal varlık tahminlerindeki etkinliğini karşılaştırmalı olarak ortaya koyarak literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Bitcoin, Borsa Endeksi, Emtia, Ethereum, Makine Öğrenmesi Algoritması.

ABSTRACT

THE EFFECT OF SELECTED STOCK MARKET INDICES AND COMMODITIES ON CRYPTO ASSET PRICES: AN EMPIRICAL STUDY BASED ON MACHINE LEARNING

Osman Can TÜRK

The study aims to predict the impact of the S&P 500 and KOSPI indices, as well as gold (XAU) and silver (XAG) prices, on the prices of Bitcoin (BTC) and Ethereum (ETH), the two assets with the highest market value in the crypto asset markets, using machine learning models. Additionally, the study compares the predictive performance of Decision Tree, Logistic Regression, Support Vector Machines (SMO), Artificial Neural Networks, IBk, K-Star, and LWL algorithms for both cryptocurrencies. The data used in the analyses was obtained from the Investing.com platform and includes daily closing values for the period between January 2, 2019, and December 30, 2024. The dataset was created using a total of 6 variables and 1,431 daily observations and contains 8,586 data points. The Java-based open-source WEKA software was used in the modeling process. Performance evaluation was conducted using metrics such as accuracy, precision, sensitivity, F-score, MAE, RMSE, and Kappa coefficient. The Decision Tree algorithm achieved 100% success in all metrics in Bitcoin prediction, demonstrating the highest performance, while both the Decision Tree and IBk algorithms stood out in ETH prediction. The K-Star algorithm showed strong performance only for ETH. The overall performance of other algorithms was relatively low. The findings reveal that algorithm selection and the structural characteristics of the target asset play a significant role in predicting cryptocurrency prices. The study contributes to the literature by comparatively demonstrating the effectiveness of machine learning algorithms in financial asset predictions.

Keywords: Bitcoin, Stock Index, Commodity, Ethereum, Machine Learning Algorithm.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
KISALTMALAR	xii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
KRİPTO VARLIKLARIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ	
1. KRİPTO VARLIK TANIMLARI, ÖZELLİKLERİ VE TÜRLERİ.....	4
1.1. Kripto Varlık Tanımları ve Özellikleri.....	6
1.2. Kripto Varlık Türleri.....	11
1.2.1. Coin.....	11
1.2.1.1. Bitcoin.....	12
1.2.1.2. Altcoin.....	17
1.2.1.3. Stablecoin.....	18
1.2.2. Token.....	20
1.2.2.1.Security Token (Menkul Kıymet Tokeni)	20
1.2.2.2.Utility Token (Fayda Tokenları).....	22
1.2.2.3.NFT.....	24
2. KRİPTO VARLIKLARIN GELİŞİMİ.....	25

2.1. DigiCash.....	26
2.2. E-gold.....	27
2.3. Hashcash.....	28
2.4. B-money.....	28
2.5. Bit Gold.....	29
2.6. Bitcoin.....	29
2.7. Litecoin.....	30
2.8. Peercoin.....	31
2.9. Ripple.....	32
2.10. Tether.....	33
2.11. Ethereum.....	34
2.12. EOS.....	39
2.13. Libra.....	40
2.14. Binance Coin.....	41
2.15. Cardano.....	41
2.16. Solana.....	43

İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO VARLIK PİYASALARINDA OTORİTELER VE EMTİA PİYASALARI

1. KRİPTO VARLIKLARIN YASAL STATÜSÜ VE DEVLETLERİN BAKIŞI.....	44
1.1. Devletlerin Kripto Varlıklara Bakışları.....	45
1.1.1. Hindistan.....	45
1.1.2. Çin.....	46
1.1.3. Japonya.....	46
1.1.4. Singapur.....	47

1.1.5. Birleşik Arap Emirlikleri.....	48
1.1.6. Avustralya.....	48
1.1.7. Türkiye.....	49
1.1.8. Almanya.....	51
1.1.9. Fransa.....	52
1.1.10. İtalya.....	52
1.1.11. Hollanda.....	53
1.1.12. Belçika.....	54
1.1.13. Lüksemburg.....	54
1.1.14. Rusya.....	55
1.1.15. Birleşik Krallık.....	56
1.1.16. Kanada.....	57
1.1.17. Brezilya.....	58
1.1.18. El Salvador.....	58
1.1.19. Orta Afrika Cumhuriyeti.....	59
1.1.20. Nijerya.....	59
1.1.21. Amerika Birleşik Devletleri.....	60
1.1.22. Güney Kore.....	67
1.2. Kripto Varlık İhraççıları ve İhraç Yöntemleri.....	71
1.3. Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıları.....	80
1.4. Kripto Varlık Yatırımcıları ve Karar Süreçleri.....	88
2. EMTİALAR VE GELENEKSEL BORSALAR.....	92
2.1. Altın.....	92
2.2. Gümüş.....	94
2.3. ABD Borsa Endeksi.....	96

2.4. Güney Kore Borsa Endeksi.....	97
------------------------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE UYGULAMASI

1. ALANYAZIN TARAMASI.....	98
2. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ.....	103
2.1. Araştırmanın Amacı	104
2.2. Araştırmanın Önemi.....	104
2.3. Araştırmanın Problemi	105
2.4. Araştırmanın Soruları	105
2.5. Araştırmanın Hipotezleri	106
2.6. Araştırma Varsayımları.....	107
2.7. Araştırmanın Sınırlılıkları	108
3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ.....	108
3.1. Araştırma Değişkenleri.....	108
3.2. Araştırma Modeli.....	110
3.3. Araştırmada Kullanılacak Makine Öğrenmesi Algoritmaları.....	113
3.3.1. K-En Yakın Komşu-IBk.....	113
3.3.2. K-Star.....	114
3.3.3. Locally Weighted Learning-LWL.....	114
3.3.4. Karar Ağacı (J48).....	115
3.3.5. Lojistik Regresyon-LR.....	115
3.3.6. Destek Vektör Makineleri-SMO.....	117
3.3.7. Yapay Sinir Ağları-YSA.....	118
3.3.8. Veri Değerlendirme Ölçütleri.....	120
4. BULGULAR.....	122

4.1. K-En Yakın Komşu Algoritmasına Ait Bulgular.....	122
4.2. K-Star Algoritmasına Ait Bulgular.....	124
4.3. Locally Weighted Learning Algoritmasına Ait Bulgular.....	126
4.4. J48 Algoritmasına Ait Bulgular.....	128
4.5. Lojistik Regresyon Algoritmasına Ait Bulgular.....	129
4.6. Destek Vektör Makineleri Algoritmasına Ait Bulgular.....	133
4.7. Yapay Sinir Ağları Algoritmasına Ait Bulgular.....	135
SONUÇ.....	139
KAYNAKLAR.....	147
EKLER.....	199

TABLOLAR

Tablo 1.1: Kripto Varlıkların Özellikleri	7
Tablo 1.2: Kripto Varlıkların Toplam Piyasa Sermaye Değeri.....	10
Tablo 1.3: Kripto Varlıkların Çıkış Yılları ve Kurucuları.....	26
Tablo 3.1: Kripto Varlıkların Korelasyon Tablosu	109
Tablo 3.2: Model Performans Ölçümlerinin Formülleri	121
Tablo 3.3: BTC ve ETH IBk Tahmin Modeli Performans Ölçütleri.....	122
Tablo 3.4: BTC ve ETH IBk Tahmin Modeli Hata İstatistikleri.....	123
Tablo 3.5: BTC ve ETH K-Star Tahmin Modeli Performans Ölçütleri.....	124
Tablo 3.6: BTC ve ETH K-Star Tahmin Modeli Hata İstatistikleri.....	125
Tablo 3.7: BTC ve ETH LWL Tahmin Modeli Performans Ölçütleri.....	126
Tablo 3.8: BTC ve ETH LWL Tahmin Modeli Hata İstatistikleri.....	127
Tablo 3.9: BTC ve ETH J48 Tahmin Modeli Performans Ölçütleri	128
Tablo 3.10: BTC ve ETH J48 Tahmin Modeli Hata İstatistikleri	129
Tablo 3.11: BTC ve ETH LR Tahmin Modeli Performans Ölçütleri	129
Tablo 3.12: BTC ve ETH LR Tahmin Modeli Hata İstatistikleri	130
Tablo 3.13: BTC ve ETH LR Değişken Katsayıları	131
Tablo 3.14: BTC ve ETH SMO Tahmin Modeli Performans Ölçütleri.....	133
Tablo 3.15: BTC ve ETH SMO Tahmin Modeli Hata İstatistikleri.....	134
Tablo 3.16: BTC ve ETH YSA Tahmin Modeli Performans Ölçümleri.....	136
Tablo 3.17: BTC ve ETH YSA Tahmin Modeli Hata İstatistikleri.....	137
Tablo 3.18: Hipotez Destek Tablosu	144

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Dijital Varlıkların Sınıflandırılması	11
Şekil 1.2: Yıllara Göre USDT Fiyatı	34
Şekil 2.1: Yıllara Göre BITO ETF Fiyatı	64
Şekil 2.2: 24 Saatlik Ticaret Hacmine Göre En Büyük On Kripto Varlık Borsası	87
Şekil 2.3: Toplam Kripto Piyasası Büyüklüğü ve Hacmi.....	89
Şekil 3.1: Kripto varlıkların Fiyat Yönünün Tahmin Modeli.....	110
Şekil 3.2: Model Akış Şeması	112
Şekil 3.3: YSA Modelinin Yapısal Bileşenleri ve Genel İşleyişi.....	135

KISALTMALAR

5AMLD	: 5. Kara Para Aklamayı Önleme Direktifi
ADGM	: Abu Dabi Küresel Pazarı
AMF	: Finansal Piyasalar Otoritesi
AML	: Kara Para Aklanmanın Önlenmesi
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
BCBS	: Basel Bankacılık Denetim Komitesi
BCH	: Bitcoin Cash
BNB	: Belçika Merkez Bankası
BTC	: Bitcoin
CAR	: Orta Afrika Cumhuriyeti
CEO	: İcra Kurulu Başkan
CEX	: Merkezi Kripto Varlık Borsası
CFT	: Terörizmin Finansmanı ile Mücadele
CFTC	: ABD Emtia Vadeli İşlemler Komisyonu
CGS	: Coin Governance System
CRA	: Kanada Gelir İdaresi
CSA	: Kanada Menkul Kıymet İdaresi
CVC	: Sanal Para Birim
CVM	: Brezilya Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu
DAFZA	: Dubai Havalimanı Serbest Bölgesi
DAICO	: Merkezi Olmayan Otonom İlk Para Arzı
DApp	: Merkeziyetsiz Uygulama
DASP	: Dijital Varlık Hizmet Sağlayıcısı

DeFi	: Merkezi Olmayan Finans
DEX	: Merkeziyetsiz Kripto Varlık Borsası
DMCC	: Dubai Muhtelif Emtia Merkezi
DNB	: Hollanda Merkez Bankası
DPoS	: Yetkilendirilmiş Hisse İspatı
DTL	: Dağıtılmış Defter Teknolojisi
DWTC	: Dubai Dünya Ticaret Merkezi
EBA	: Avrupa Bankacılık Otoritesi
EPI	: Elektronik Ödeme Aracı
EPIESP	: Elektronik Ödeme Araçları Değişim Hizmeti Sağlayıcısı
ESMA	: Avrupa Menkul Kıymetler ve Piyasalar Otoritesi
ETF	: Borsa Yatırım Fonu
ETH	: Ethereum
EVM	: Ethereum Sanal Makinesi
FATF	: Mali Eylem Görev Gücü
FCA	: Finansal Davranış Otoritesi
FED	: ABD Merkez Bankası
FIEA	: Finansal Araçlar ve Borsa Kanunu
FinCEN	: Mali Suçları Engelleme Ağı
FOMO	: Büyük Kazanç Fırsatlarını Kaçırma Korkusu
FSB	: Finansal İstikrar Kurulu
FSMA	: Finansal Hizmetler ve Piyasalar Otoritesi
FSRA	: Finansal Hizmetler Düzenleme Kurumu
GFFSA	: Alman Federal Finansal Denetleme Kurumu
IBk	: K-En Yakın Komşu

ICO	: İlk Para Arzı Teklifi
IDO	: İlk Dex Arzı
IEO	: İlk Borsa Arzı
IFZA	: Uluslararası Serbest Bölge Otoritesi
IMF	: Uluslararası Para Fonu
IoT	: Nesnelerin İnterneti
IRS	: ABD Gelir İdaresi
KYC	: Müşteri Tanıma/Tanımlama
LWL	: Locally Weighted Learning
MAS	: Singapur Para Otoritesi
MiCA	: Kripto Varlık Piyasaları Düzenlemesi
MiFID II	: Finansal Araçlar Piyasaları Direktifi II
ML	: Kara Para Aklama
ML/TF	: Kara Para Aklama ve Terörizmin Finansmanı
NASDAQ	: National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NFT	: Non-Fungible Token
NYSE	: New York Menkul Kıymetler Borsası
OAM	: Acenteler ve Brokerler Organizasyonu
OFAC	: Yabancı Varlıklar Kontrol Ofisi
PACTE	: Ticari Büyüme ve Dönüşüm için Eylem Planı
PoA	: Yetki İspatı Algoritması
PoS	: Hisse İspatı
PoW	: İş İspatı
PSA	: Japonya Ödeme Hizmetleri Yasası
RBI	: Hindistan Merkez Bankası

SBF	: Sam Bankman-Fried
SEC	: ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu
SFA	: Singapur Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Yasası
SFC	: Hong Kong Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Komisyonu
SMO	: Destek Vektör Makineleri
SOL	: Solana
STO	: Menkul Kıymet Tokeni Teklifi
TUF	: Sermaye Piyasası Kanunu
USDT	: Tether
VA	: Sanal Varlık
VASP	: Sanal Varlık Hizmet Sağlayıcısı
XAG	: Gümüş
XAU	: Altın
XLM	: Stellar
XRP	: Ripple

GİRİŞ

Doğası gereği insanın gelişim ve ilerlemeye olan tutkusu, yapıtaşı insan olan toplumunda bu doğrultuda hareket etmesini gerekli kılmaktadır. Toplum ise yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmek ve gelişmek için üretmelidir. Bu amaçla yapılan üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ürünlerin diğer bireylere ulaştırılması gereklidir. Bunun için üreten her bir bireyin ya da toplumsal birimin değişimi sağlayabilmesi için ürünlere bir değer atfetmesi gerekliliği ortaya çıkmış ve para kavramının doğuşuna zemin hazırlanmıştır. Geçmişte ve günümüzde toplumsal yaşantının hemen her alanında karşımıza çıkan paranın, deniz kabukları veya boncuklardan kripto varlıklara olan evrimi işte bu gelişim tutkusundan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte toplum ihtiyaçlarının artması ya da değişimi daha doğrusu içinde bulunulan çağın gelişimi zorunlu kılması ile kabileler, şehir devletleri, ulus devletler, imparatorluklar gibi yapılar ihtiyaçlarını karşılayacak para türünü geliştirmişlerdir.

Paranın gelişim sürecine daha yakından bakıldığında ilk toplumlarda coğrafi ve iklim şartlarına bağlı üretim çıktılarının diğer insanlarla değişimi için kullanılan takas sistemi, zamanla yerini insan sayısının ve üretilen ürünlerin çeşitliliğinin artması nedeniyle emtia paraya ve ardından altın ve gümüş gibi değerli madenlerden üretilen para sistemlerine bırakmıştır. Değerli madenlerin kullanımının çeşitli zorluklara sahip olması nedeniyle; temsili para, itibari para, alternatif para, dijital para ve dijital paranın bir türevi olan sanal-kripto varlık ortaya çıkmıştır. Tüm bu para türleri toplumun ilgili çağdaki gereksinimlerini karşılamak için kullanılmıştır. Kripto varlık ise günümüzde para kavramının nereye kadar geldiğine güzel bir örnektir (Çarkacıoğlu, 2016: 1).

Para her ne kadar özünde bir değişim aracı olsa da devlet-para ilişkisi iktidar ve hakimiyetin bir ifadesi olarak da kullanılmaktadır. Devletler merkezîyetçi yapılardır ve merkezîyetçi yapıda tüm parasal işlemler bir otorite veya finansal sistemin denetimiyle gerçekleşir (Fidan, Dilek ve Esev, 2019: 146; Yıldırım, 2019: 267; Kapukaya, 2021: 62). Mevcut finansal sistem; endüstriyel teknolojiler, kağıt temelli süreçler ve dijitalleşme görünümü verilmeye çalışılan eski bir sistem olması nedeniyle çağın gereklerini karşılayamamaktadır. Bununla birlikte sistemin merkezi olması ve bu nedenle değişime direnirken hataları ve savunmasızlığı beraberinde getiriyor olması, internetin ve elektronik ticaretin yaygın hale gelmesi, işlem maliyetlerinin yüksek olması ve aracısız

işlem yapma isteği gibi birçok neden kripto varlıkların doğuşunu hızlandırmıştır (Tapscott ve Tapscott, 2021: 106; Yıldırım, 2019: 266). 2008 yılında ilk kripto varlık olarak ortaya çıkan Bitcoin (BTC), varoluşundan günümüzde kadar birçok alternatifi oluşturulsa da kripto varlıklar içindeki öncü rolünü benimsetmiştir. Bu nedenle ekonomik ve toplumsal hayatın birçok alanına nüfuz etmeyi başaran bir dijital para birimi haline gelmiştir.

Başlangıçta üretmek, dağıtmak ve güvenliği sağlamak için kriptografinin kullanıldığı eşler arası (P2P) ve açık kaynaklı bir dijital para birimi olan Bitcoin, online gönüllüler ve meraklıları arasında kullanılırken, 2010 yılında alım ve satımının yapılabileceği Bitcoin Market, Mt. Gox gibi BTC borsalarında işlem görmeye başlamıştır (Ryan, 2015: 4; Koçoğlu, Çevik ve Tanrıöven, 2016: 80). Yeni kripto varlık borsalarının ortaya çıkması, BTC fiyatındaki hızlı yükseliş, yeni altcoinlerin doğması yatırımcıların dikkatlerini ve kazanma iştahlarının artmasına neden olmuştur. Özellikle kripto varlıkların geleneksel borsalardan ayrı kendilerine ait borsalarının oluşmaya başlaması bu varlıkların birer yatırım aracı olarak görülmesini desteklemiştir (Tunçel ve diğerleri, 2022: 368). Her ne kadar kripto varlıkların kendilerine ait borsalarının olması geleneksel yatırım araçlarından ayrıldığı fikrini desteklese de kripto varlıklar küresel finans sisteminde diğer yatırım araçlarıyla aynı kaynaktan beslenmekte yani küresel para arzından kendi payına düşeni almaktadır. Diğer bir deyişle kripto varlıklar, toplam para arzını geleneksel yatırım araçlarıyla birlikte paylaşmaktadır. Bu nedenle BTC ve diğer kripto varlıkların fiyatlarının belirlenmesinde tam bir bağımsızlık mümkün değildir. Bu yönüyle toplam para arzından pay alması kripto varlıkları bir yatırım enstrümanı gibi göstermektedir. Fakat kripto varlıkların bir otorite tarafından desteklenmemesi, denetlenememesi, spekülasyona açık olması gibi birçok etken kripto varlıkların para ya da varlık olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağı üzerinde çeşitli tartışmalar yaratmaktadır. Çalışmanın devamında, yalnızca değişim aracı değil aynı zamanda bir yatırım unsuru olarak da değerlendirildikleri için “kripto para” yerine “kripto varlık” kavramı kullanılacaktır.

Çalışmanın birinci bölümde kavramsal çerçeve kapsamında kripto varlık kavramı, türleri ve tarihsel gelişimi incelenmiştir. İkinci bölümde ise kripto varlık piyasalarındaki otoriteler, emtialar ve geleneksel borsalar hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde

alanyazın taraması, araştırmanın metodolojisi, araştırmanın yöntemi ve bulgular yer almaktadır. Sonuç ve değerlendirmeler başlığı altında ise araştırmanın genel değerlendirmesi yapılmış ve araştırmacılar ile yatırımcılara yönelik çeşitli önerilere yer verilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM

KRİPTO VARLIKLARIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Bu bölümde kripto varlık kavramı açıklanarak kripto varlıkların türleri ve gelişim sürecine değinilmiştir.

1. KRİPTO VARLIK TANIMLARI, ÖZELLİKLERİ VE TÜRLERİ

İnsanlık tarihinde özellikle de son yüz yılda teknolojinin gelişim hızı katlanarak artmıştır. Örnek olarak fosil yakıtlı araçların doğuşundan çok uzun bir süre geçmeden otonom-elektrikli araçların yaygınlaşması ve hatta uçan araçların tanıtılması ya da bilgisayarların ilk çıktıklarındaki oda boyutunda olan yapılarının ve işlem kapasitelerinin şimdilerde cebimize sığan telefonlarla karşılaştırılamayacak derecede yetersiz olması verilebilir. Bununla beraber günümüzde popüler olan endüstri 5.0, yapay zeka, FinTech (finans teknolojisi), blok zinciri vb. birçok yenilikçi teknoloji insanlığın geleceği hakkında fikir vermektedir. Benzer süreç paranın evriminde de görülmektedir. Bunun en güncel kanıtı ise 2008 yılında hayatımıza giren kripto varlıklardır.

Kripto varlığın ne olduğunu açıklamadan önce paranın ne olduğunu kısaca açıklamakta fayda vardır. Modern dünya kültürünün odağı olan paranın birçok tanımı mevcuttur. Cecchetti ve Schoenholtz (2015:24) parayı genellikle mal ve hizmetler için ödeme veya borcun geri ödenmesi olarak kabul edilen bir varlık olarak tanımlamışlardır. Bu tanıma benzer bir tanımla Mishkin ve Serletis (2010: 43) mal veya hizmetlerin ödenmesinde veya borçların geri ödenmesinde genel olarak kabul edilen herhangi bir şey olarak yapmışlardır. Orman (2014: 177) ise parayı bir toplumda, herkes tarafından ortak değer ölçüsü ve mübadele aracı olarak kabul edilen nesne şeklinde tanımlamıştır. Tanımlardan da anlaşılacağı üzere para aslında tarih boyunca insanların değişimde kullandıkları kolaylaştırıcı bir araç olmuştur. Modern finans sisteminin doğuşundan binlerce yıl önce bile insanlar ticaret yaparken çevre koşullarına göre çeşitli şeyleri para yerine kullanmışlardır. Aztekler kakao tohumlarını, Hindistan'ın bazı bölgelerindeki yerliler bademi, Norveçliler tereyağını, Sibiryalı kabileler rengeyiğini, Hititler koyunu vb. ticaretlerinde ya da başka şeyleri değerlendirmede kullanmışlardır. Bunlarla birlikte Çin, Kuzey Afrika ve Akdeniz bölgesinde insanlar para olarak tuzu kullanmışlardır (Weatherford, 2019: 33-35). Ayrıca bir zamanlar gümüş ile altının "electrum" denilen

doğal bir bileşimi de kullanılmıştır. Bunların arasında gümüş uzun yıllar boyunca önde olan değişim aracı iken daha az bir süre içinde, Mikenler zamanında ve Roma İmparatorluğu'nun dağılmasından sonra Konstantinopolis'de altın kullanımı yaygınlaşmıştır. Kısa süreler içinde demirinde değişim aracı olarak kullanıldığı görülmüştür (Galbraith, 1990: 15-16). Bu ve buna benzer çok sayıda örnek verilebilir ancak ismi, şekli, yapıldığı malzeme değişse de eski çağlardaki kabile içi ilişkilerden günümüz küresel ticaret ağına kadar para her zaman ve her koşulda insanlık için önemini korumuştur.

Paranın evrimindeki son nokta şimdilik kripto varlıklardır. Kripto varlık, kriptografi temelli blok zinciri olarak ifade edilen bir yapı ile oluşturulan, fiziksel olarak mevcut olmayan, herhangi bir merkezi bulunmayan, eşler arası olup herhangi bir otorite tarafından kontrol edilmeyen, hızlı ve düşük maliyetli, güvenli bir şekilde transferi sağlanan, elektronik ortamlarda işlem gören sanal para birimidir (Şahin, 2018: 899-900). Kripto varlık denildiğinde ilk akla gelen ise BTC'dir. BTC, 2008'de aracı kurumlara, bankalara, merkez bankalarına ve hükümetlere güvenin azaldığı bir ortamda; küresel finansal krizin patlak vermesine yanıt olarak doğduğu ve bu sistemlerin başarısızlığına bir tepki olduğu söylenebilir. Merkez bankalarının desteklenen para birimlerine olan güvenin azalması ile BTC, yatırımcılar için gün geçtikçe daha çok tercih edilen boyuta gelmektedir (Ağan ve Aydın, 2018: 2; Vondráčková, 2016: 2; Sabuncu, 2022: 221).

Son birkaç yılda sadece BTC değil ETH, Tether (USDT), Ripple (XRP), BNB gibi altcoinler ve türev tokenlar tüm kripto varlık piyasalarına hızla yayılmakta, ölçeğini genişletmekte ve sayısını arttırmaktadır. Böylece kripto varlıklar dünya çapında daha çok aktif hale gelmekte ve kripto varlık birimlerine yönelik beklentiler yükselmektedir. Fakat LUNA vb. bazı kripto varlık birimlerinin yok olması gibi olaylar sonucunda, kripto varlıkların alışlagelmiş işlemler için artık “para birimi” veya “para” olarak adlandırılmayacak kadar değişken yapıda oldukları fikri de güçlenmiştir. Bu düşüncede olanlar kripto varlıkları, mal ve hizmet ticaretinde takas aracı olarak kullanılmasını zorlaştıran, değeri tahmin edilemez şekilde dalgalanan spekülasyon finansal araçlar olarak görmektedirler. Küresel para otoriteleri kripto varlıkların bu tür özelliklerini spekülasyon finansal emtialar olarak adlandırmak amacıyla kripto para yerine kripto varlıklar terimini kullanmaya başlamışlardır (Nishibe, 2020: 3-4). Benzer bir görüşe göre kripto para

birimleri olarak adlandırılan şeylerin, yetkililer tarafından para birimleri olarak etkin bir şekilde işlev görmediğine inanıldığından bunlar kripto varlık olarak adlandırılmaktadır (Elliott ve Lima, 2018: 2). Diğer bir görüşe göre kripto paralar, işletmelere sağladıkları ekonomik faydaları ve geçmiş bir işlemde kaynaklanmaları nedeniyle kripto varlık olarak adlandırılırlar. Aynı bağlamda BTC'ye alternatif olarak sunulan binlerce altcoin ile bir varlığı temsil eden ve bir amaç için üretilen tokenlar da birer kripto varlık olarak değerlendirilmektedir (Çokmutlu ve Kılıç, 2022: 20). Kripto paraların kripto varlık olarak kabul edilme nedeniyle şu ana kadar ortak bir görüş olmasa da kripto varlıkların temeli olan y'in geleceğine ilişkin açıklamada bulunan ABD'nin ticari mal borsası Chicago Ticaret Borsası (CME) Onursal Başkanı Leo Melamed, BTC'nin artık sanal para olmadığını belirtmiştir. BTC'nin altın ya da hisse senedi gibi bir varlık sınıfı haline geleceğini ve BTC'yi dağınık yapısından kurtarıp düzene sokacaklarını belirtmiştir (Uetake ve Sano, 2017).

1.1. Kripto Varlık Tanımları ve Özellikleri

Teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte gelecekte gündelik hayatımızın değişmez bir parçası olacağı birçok kişi tarafından dile getirilen kripto varlıkların geniş çapta kabul edilmiş tek bir tanımı yoktur (Göktaş ve Aksu, 2021: 291; HM Treasury, 2018: 11). Literatürde fikir birliği sağlanamasa da kripto varlık tanımlarından bazıları aşağıdadır:

- Kripto varlıklar, dağıtılmış bir deftere kaydedilen dijital varlıklardır (Ernst & Young, 2018: 2).
- Kripto-varlık, dijital formda kaydedilen ve herhangi bir tanımlanabilir varlık üzerinde mali bir hak talebini veya yükümlülüğünü temsil etmeyen kriptografi kullanımıyla etkinleştirilen yeni bir varlık türüdür (Manaa ve diğerleri, 2019: 3).
- "Kripto varlık, dağıtık defter teknolojisi veya benzer bir teknoloji kullanılarak sanal olarak oluşturulup dijital ağlar üzerinden dağıtımı yapılan, ancak itibari para, kaydi para, elektronik para, ödeme aracı, menkul kıymet veya diğer sermaye piyasası aracı olarak nitelendirilmeyen gayri maddi varlıkları ifade eder" (T.C. Resmi Gazetesi, 2021: 13).

- Kripto varlıklar, algılanan veya doğal değerinin bir parçası olarak kriptografiye ve dağıtılmış defter teknolojisine bağlı bir tür özel varlıktır (FSB, 2018: 3).
- Kripto varlık, bir tür dağıtılmış defter teknolojisi kullanan ve elektronik olarak aktarılabilen, saklanabilen veya alınıp satılabilen, değerden veya sözleşmeden doğan hakların kriptografik olarak güvenli bir dijital temsidir (HM Treasury, 2018: 11).

Tüm bu tanımlardan anlaşılacağı üzere paranın tanımı gibi kripto varlıklar için de henüz genel kabul görmüş bir tanım yoktur. Kripto varlıklar incelendiğinde, Tablo 1’de yer alan özelliklerin öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 1.1. Kripto Varlıkların Özellikleri

Özellik	Açıklama
Merkeziyetsizlik	BTC öncülüğünde merkeziyetsiz finans rolü ile doğan kripto varlıklar, merkezi bir otorite tarafından yönetilmez ve denetime tabi değildir (Karaağaç ve Altınırnak, 2018: 127; Binici ve Aslan, 2022: 350).
Yeni Bir Varlık Sınıfı	Geleneksel finans sistemlerinde tanımlanan varlık sınıflarına tam olarak uymazlar (Elliott ve Lima, 2018: 3)
Güvenlik	Kripto varlık işlemlerinde ve korunmasında kriptografik teknikler kullanılmaktadır. Fakat kullanılan blok zinciri teknolojisi, kripto varlıkların güvenliğini sağlama sorumluluğunu son kullanıcıya yüklemektedir (Fröhlich, Gutjahr ve Alt, 2020: 1751; Tarakçıoğlu, 2021: 302). Özellikle kripto varlıkların saklandığı yazılım, donanım ve kağıt gibi türlere sahip olan kripto varlık cüzdanları, kullanıcı tercihlerine ve davranışlarına göre çeşitli seviyelerde güvenlik risklerine sahiptir. Ayrıca Bizans Hata Toleransı ve çifte harcama gibi riskler de varlığını sürdürmektedir (Suratkar, Shirole ve Bhirud, 2020: 1; Houy ve diğerleri, 2023: 1; Roy, 2024; Li ve Whinston, 2020: 18).
Oynaklık ve Aşırı Spekülatif Olma	Kripto varlıklar çoğunlukla geleneksel varlıklardan daha yüksek oynaklık sergilemektedirler. Bu durum ise spekülörler için kripto varlıkları cazip hale getirmektedir (Barnes, 2018: 25; Ghorbel ve Jeribi, 2021: 824).
Yüksek Risk ve Getiri Potansiyeli	Kripto varlıklar yüksek düzeyde oynaklıkla birlikte geleneksel varlık sınıflarına kıyasla risk düzeyi başına daha yüksek bir getiri düzeyi sağlamaktadır (Mayer, 2018: 1).
Anonimlik	Kripto varlıklar, kullandıkları blok zinciri yoluyla çeşitli seviyelerde anonim olma özelliğine sahiptirler. Fakat yapılan işlemlerin ya da işlemi yapan kullanıcıların izini sürmeyi zorlaştıran ya da engelleyen bu özellik, kara para

	aklama riskini de beraberinde getirmektedir (Alsalamı ve Zhang, 2019: 1; Jefri, 2024: 16).
Topluluk Yönetişimi	Karar süreçlerinde topluluk katılımını ve üyeler arasındaki iş birliğini geliştirmeyi kolaylaştıran DAO'lar ile kripto yönetimi, hiyerarşik yönetim yapısının ve bireye bağlı karar modellerinin getirdiği sorunları aşabilir. Özellikle anlaşmazlık ortaya çıktığında, bireylerin ve topluluğun faydası güvence altına alınmış olur (Yılmaz, 2022: 200; Wang ve diğerleri, 2022a: 3335-3336).
Regölasyon Zorlukları	Kripto varlıklar, dünya genelinde kapsayıcı bir yasal düzenlemeye tabi değildirler. Ülkeler veya ekonomik teşkilatlar birbirinden farklı muhasebe uygulamalarına ve vergi yasalarına sahiptirler. Bu kamu kurumları ve yatırımcılar açısından belirsizlikler yaratır (Judijanto, Kusnadi ve Al-Amin, 2024: 506).
Enerji Verimliliği	Kripto varlıklar, doğaları gereği ademi merkeziyetçi yapıları ile yönetim katmanlarını ortadan kaldırmak suretiyle hem işlem maliyetini düşürmekte hem de işlem hızını önemli ölçüde arttırmaktadır. Fakat POW algoritması ile doğan BTC, kripto varlık madenciliğinin yüksek miktarda enerji tüketen uygulamaları yoğun bir şekilde eleştirilmektedir. Kripto varlıklarla ilgilenen büyük teknoloji şirketlerin enerji tasarrufu çalışmaları veya POS algoritması kullanımı gibi uygulamalar ile enerji kullanımı konusunda daha sürdürülebilir bir yapı inşa etme çalışmaları devam etmektedir (Bradley, 2022; Ermakov ve Econometrician, 2024: 3; Fadeyi ve diğerleri, 2019: 12; Nguyen ve Kim, 2018: 114; Truby, 2018: 403).
Dijital Olmaları	Kripto varlıklar geleneksel para birimleri gibi fiziksel bir temsile sahip olmadan blok zinciri alt yapısıyla çalışan, dağıtık ağ sistemi kullanan ve tamamen dijital olarak oluşturulan varlıklardır (Doğan, 2020: 863; Mohamed, 2021: 3; Shukla ve diğerleri, 2023: 13).
Güvenli Liman Olma Potansiyeli	Finans sisteminin yeni yatırım aracı olan kripto varlıkların popölariyesi her geçen gün daha da artmaktadır. Özellikle BTC, sınırlı arz ve madencilik yoluyla arz artışı, merkezi olmaması ve bağımsızlığı gibi bazı önemli özellikleri nedeniyle genellikle altınla karşılaştırılmaktadır. Bununla birlikte BTC'nin ve ETH'nin piyasa dalgalanmalarında güvenli liman olma özelliği sergileyebileceğini öne süren araştırmalar da bulunmaktadır (Akkuş, 2023: 620; Baur ve diğerleri, 2018: 181; Mariana, Ekaputra ve Husodo, 2021: 5).
Fiyat Manipölasyonuna Açıklık	Kripto varlıklar fiyat şişirmek veya düşürmek gibi çeşitli manipölasyon tekniklerine karşı oldukça hassastır ve bu durum düşük yatırımcı koruması

	riskini beraberinde getirmektedir (Bolz ve diğerleri, 2024: 1; Krause, 2025: 1; Singh, 2023).
Tokenizasyon	Tokenleştirme terimi, tokenin fiyatını onun referans varlığının değerine bağlayan tasarım özellikleri aracılığıyla referans varlıkları kripto tokenlarına bağlama sürecini ifade eder (Carapella ve diğerleri, 2023: 2). Likidite, şeffaflık ve kısmi mülkiyet gibi avantajlarıyla daha verimli ve adil bir finans dünyası potansiyeli sunan tokenlar; DTL kaynaklı riskler ve hukuki belirsizlikler nedeniyle bazı riskler de barındırmaktadır (Şengöz ve diğerleri, 2024: 23-25).
Verilerin Değiştirilemezliği, İzlenebilirliği ve Şeffaflık	Blok zinciri teknolojisi sayesinde kripto varlıklara ilişkin işlemlerde verilerin değiştirilemez, şeffaf ve izlenebilir olması daha erişilebilir ve şeffaf bir finansal ekosistemi destekler (Adhav, 2023: 224; Aydoğdu ve Çakır, 2024: 108; Martinez, Magdalena ve Savitri, 2024: 16).
Düşük Korelasyon ile Portföy Avantajı	Uygun bir seçim stratejisiyle hareket edildiğinde geleneksel varlıklar ile düşük korelasyona ve yüksek risk-getiri oranına sahip kripto varlıklar portföy çeşitlendirmesinde uygun bir araç haline gelebilmektedir (Aljinović ve diğerleri, 2021: 1-2).
Yeni Yatırım Modelleri	Kripto varlık projeleri, DeFi ve DaPP uygulamaları ile blok zinciri teknolojisindeki gelişmeler yeni yatırım modellerine ve alanlarına fırsat tanır (Aquilina ve diğerleri, 2024: 3; Arslan, 2022: 145).
Kapsayıcı Finansman	Kripto varlıklar, geleneksel bankacılık sisteminin aksine sistemine ulaşım sağlayamayan bireylerinde kullanabileceği uluslararası ödeme ve yatırım aracı olarak kullanılabilir (Huseynli, 2024: 54).
Enflasyondan Korunma	Kripto varlıkların enflasyon verileriyle düşük korelasyona sahip olma potansiyeli, yatırımcılara enflasyon riskine karşı portföy optimizasyonu fırsatı sunabilmektedir (Sakurai ve Kurosaki, 2023: 20).
Gerçek Zamanlı, Uygun Maliyetli ve Sınırsız İşlem	Kripto varlıklar blok zinciri teknolojisi sayesinde sınır ötesi işlemlerde üçüncü taraf ve araçlara ihtiyaç duymaz. Ayrıca verimli, hızlı ve düşük maliyetli işlem avantajı da sunmaktadır (Jain ve diğerleri, 2023: 254).
Akıllı Sözleşmeler	Hız, doğruluk, güvenlik, şeffaflık ve düşük maliyet gibi avantajlarıyla bilinen akıllı sözleşmeler, bir blok zincirinde kayıtlı olan ve önceden tanımlanan kurallar ve şartlar gerçekleştiğinde kendiliğinden uygulamaya geçen dijital anlaşmalardır (www.ibm.com, 2025).
Değer Saklama Özelliği	BTC gibi sınırlı arz, dağıtılmış protokol yapısı ve güçlü işlem yeteneği gibi koşullara sahip olan kripto varlıklar değer saklama aracı olarak kullanılabilir potansiyeline sahiptirler (Ammous, 2016: 1).

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kripto varlıklarla ilgili tabloda belirtilen avantajlar her ne kadar finansal özgürlük ve güvenlik açısından bir devrim niteliği taşısa da güçlü otoriteler tarafından desteklenen merkez bankası paraları uzun süre varlıklarını koruyacaklardır (Alpago, 2018: 416). İster bir bilgisayar programı tarafından yaratılan kripto varlıklar olsun, isterse de merkezi bir otorite tarafından basılan kağıt para olsun bir para birimi toplumun güvenini kazanmalıdır. Kripto varlıklar özünde kullanıcılarını dolandırmayan, bozulmaz ve ademi merkezi yapıya sahip bilgisayar programları ile oluşturulduklarından kullanıcıları üzerinde güven temin ederler. Aslında kripto varlıkların yaygınlaşması, toplumsal güvenin kazanılmasına bağlıdır. Herhangi bir para sisteminin temeli güvendir. Sistemin çalışması için insanların bir para biriminin diğerleri tarafından da uygun şekilde saygı göreceği konusunda kendilerini güvende hissetmeleri gereklidir (Vigna ve Casey, 2017: 30). LUNA, Celsius, Voyager, FTX, Alameda, 3AC gibi birçok iflas ve yok olma hikayesi toplumsal hafızada yer edinmiştir. Halihazırda birçok müstakbel kripto varlık kullanıcısı güven unsurunun eksikliği nedeniyle kripto varlıklardan uzak durmaktadır. BTC, altcoinler ve diğer kripto varlıklar üzerinde bir güven eksikliği olsa da birçok yatırımcı gelecekte kripto varlıkların merkez bankası paraları, altın, gümüş vb. diğer yatırım enstrümanları gibi daha güvenilir hale geleceğini düşünmektedir. Kripto varlıklara duyulan güven zaman içinde dalgalansa da bu varlıkların toplam piyasa değerinde yaşanan artışlar, yatırımcı ilgisinin sürdüğünü ve potansiyelinin halen yüksek görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, kripto varlıkların yıllar içindeki toplam piyasa değeri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1.2. Kripto Varlıkların Toplam Piyasa Sermaye Değeri

Tarih	Kripto Varlık Piyasa Sermaye Değeri
01.01.2016	5.660.000.000 \$
01.01.2017	16.430.000.000 \$
01.01.2018	452.210.000.000 \$
01.01.2019	106.330.000.000 \$
01.01.2020	251.520.000.000 \$
01.01.2021	977.900.000.000 \$
01.01.2022	1.730.000.000.000 \$
01.01.2023	1.000.000.000.000 \$
01.01.2024	1.580.000.000.000 \$
01.01.2025	3.450.000.000.000 \$

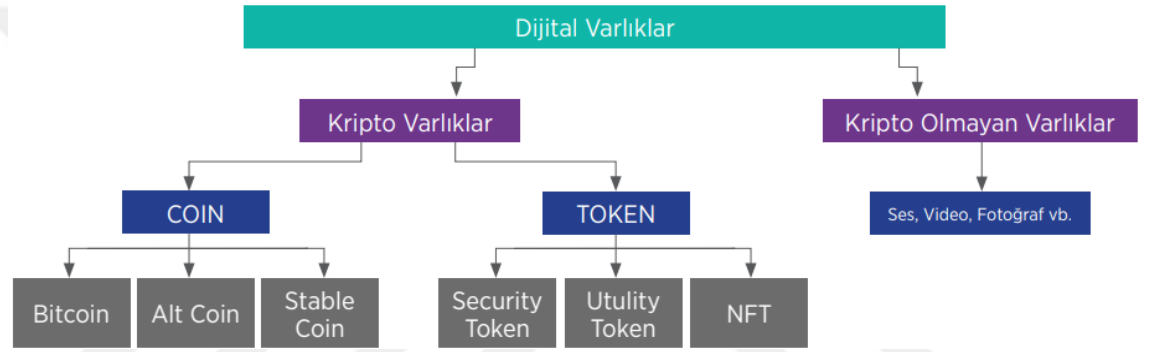
Kaynak: (www.tr.tradingview.com, Crypto Total Market Cap, 2025)

Tabloda görüldüğü gibi kripto varlık piyasasının trilyon dolarla ifade edilen toplam değerinin her geçen gün daha da artması yatırımcı ilgisindeki artışın kanıtı

niteliğindedir. Bu nedenle, gelecekte daha değerli ve güvenli olacağı düşünülen kripto varlıkların türlerini açıklamak yerinde olacaktır.

1.2. Kripto Varlık Türleri

Kripto varlık, dijital varlıkların bir alt kategorisidir ve blok zinciri teknolojisi tarafından desteklenmektedir. Kripto varlık kavramı, 2008 yılında Satoshi Nakamoto mahlası ile bilinen bir kişi ya da grup tarafından BTC'nin duyurulması ile ortaya çıkmıştır. Fakat zamanla BTC'ye alternatif olarak, farklı amaçlarla oluşturulmuş ve bazı özellikler eklenerek coin ve token isimleriyle yeni kripto varlık türleri geliştirilmiştir.



Şekil 1.1. Dijital Varlıkların Sınıflandırılması

Kaynak: Kamu Gözetimi Kurumu, 2021: 9

Kripto varlıklar özünde dijital varlıklardır. Şekil 1'de görüldüğü üzere kripto varlıklar coin ve token olarak iki ana başlığa ayrılmaktadır. Coinler; BTC, altcoin ve stable coin olarak üçe ayrılır. Tokenlar ise security token, utility token ve NFT olarak üçe ayrılmaktadır. BTC'nin altcoinler ve diğer kripto varlıklardan ayrı bir başlık olarak incelenmesinin sebebi ilk ortaya çıkan kripto varlık olması, üreticisi tarafından ortaya çıkarıldıktan sonra üretilme süreçlerinde herhangi bir değişikliğin olmaması ve en önemlisi de toplam kripto varlık piyasasında en büyük paya sahip olması sayılabilir (www.coinmarketcap.com, 2023).

1.2.1. Coin

Coin, bir blok zinciri üzerinde çeşitli şifreleme yöntemleri kullanılarak oluşturulan ve zaman içinde değer depolayan dijital paralardır. Coin değiştirilebilir, bölünebilir, kabul edilebilir, taşınabilir, dayanıklı ve sınırlı arzı olduğundan itibari paraya benzer özelliklere sahiptir. Bununla birlikte her coin kendine özgü bir blok zinciri yapısına sahiptir. Temelde dijital paranın karşılığı olan coinin en ünlü ve ilk akla gelen

örneği BTC, ücretsiz bir yazılım uygulaması aracılığıyla oluşturulabilen ve finansal kurumlar kullanılmadan İnternet üzerinden aktarılabilen bir tür dijital para birimi olarak değerlendirilmektedir. Bu para birimine ABD Doları, Euro, altın veya gümüş gibi fiziksel bir biçimi olmadığından dokunulamaz ve fiziksel olarak sahip olunamaz. Fakat yerel para birimleri (ABD Doları, Euro, Türk Lirası vb.) karşılığında satmayı veya almayı mümkün kılan kripto varlık borsalarında değiştirilebilir ve banka hesabına havale yapılabilir (Garriga, Arias ve De Renzis, 2018: 2; Rhardja ve diğerleri, 2021: 116; Taylor, 2019: 5; Türkiye Bankalar Birliği, 2022).

1.2.1.1. Bitcoin

BTC, geleneksel madeni paralar ve kağıt paralar gibi fiziksel temsili olmayan elektronik, sanal bir para birimidir. İnternet üzerinden Bitcoin protokolünü kullanarak aracısız bir şekilde birbirleriyle iletişim kuran BTC bir ekosistemdir. BTC ekosistemi ustaca tasarlanarak kullanıcılarının bu ekosisteme katılımıyla katkı sağlayabilecekleri bir ağdır. BTC protokolü, açık kaynak kodlu bir yazılım yoluyla kullanıcılar arasında mal veya hizmet alışverişleri için BTC'lerin saklanması, aktarılmasına veya BTC'lerin diğer para birimleriyle değiştirilmesine olanak tanır. BTC madenciliği adı verilen bir süreçte işlemler gerçekleştirilirken, BTC'lerin ihracı ağda gerçekleşir. BTC ağı 2009'da başlamıştır ve o zamandan beri kesintisiz, açık şeffaf ve güvenilir olarak varlığını sürdürmektedir. Bu sayede en küçüğünden en büyüğüne BTC'ye yatırım yapmak isteyen herkes BTC satın alabilir, satabilir ve başkalarına gönderebilir (Lewis, 2021: 120; Serçemeli, 2018: 49; Vranken, 2017: 1). Bu özellikleri sayesinde ilk kez Nakamoto (2008) tarafından bir makalede ortaya konduğundan ve 2009 yılında çevrimiçi hale geldiğinden günümüze kadar BTC oldukça hızlı bir şekilde değer kazanmaktadır (Urquhart, 2016: 80). BTC'nin değeri doğduğunda “0” ABD Doları iken yaklaşık 4 yıl sonunda 100 ABD Dolarına ulaşmıştır. 2021 yılında BTC fiyatı 68.997,75 ABD doları ile tarihi rekorunu kırmış ve hemen ardından 2022 yılı sonlarına doğru 15.000-16.000 ADB doları aralığına kadar düşmüştür (www.tradingview.com, 2022). Günümüzde ise BTC, 2024 yarılınması sonrasında özellikle ABD seçimleri sonucunda olumlu kripto varlık dostu politikalar benimseyen adayın kazanmasıyla birlikte (Karaahmetovic, 2024) 2024 yıl sonunda 110.000 ABD Dolarının üstünde değer kazanmıştır (www.tradingview.com, 2024).

BTC, blok zinciri üzerinde iş ispatına (Proof of Work-PoW) dayalı bir protokol aracılığıyla mutabakat oluşturur. Bu, BTC'nin getirdiği en önemli yenilik ve başarısının temel nedeni olarak düşünülebilir. Mutabakat sürecinde BTC, verileri bağlı tüm düğümler arasında hızlı bir şekilde yayımlamak için ağı kullanır. Bu süreç ağ içindeki tüm düğümlere veriler aktarılan kadar devam eder. Düğüm, bir veya daha fazla benzer düğüme bağlanarak oluşan bir ağ varlığıdır. Düğümler verileri, bağlı her düğüme ulaşana kadar benzer bir yol izleyen eşlerine aktararak dolaylı olarak diğer bağlı düğümlere yayar. Eşler, bağlı oldukları ya da eş düğümlerinden keşfettikleri diğer düğümlerin IP adreslerini, ağdaki eşlerin daha fazla düğüm keşfetmesine ve bunlara bağlanmasına olanak tanıyarak rastgele bir ağ yapısı oluşturmak için paylaşırlar. Yeni oluşturulan işlemler, oluşumlarını diğer düğümlere hızlı bir şekilde duyurmak için ağda yayımlanır. BTC ağındaki veriler arasında düğümlerin IP adresleri, yeni oluşturulan işlemler ve blok zincirini genişleten doğrulanmış işlem blokları yer alıyor (Bonneau ve diğerleri, 2015: 106-107; Chaudhry ve Yousaf, 2018: 56; Erdoğan, Ahmed ve Sarkodie, 2022: 31730; Zaghloul ve diğerleri, 2020: 10290). İşlemlerin veya dijital bilgilerin toplanması, diğer benzer bloklara zincir halinde bağlanan ve SHA-256 kriptografik karma algoritması kullanılarak güvence altına alınan bir blokta kronolojik sırayla kaydedilir. Zincirindeki her blok, önceki bloğun hash değerine sahiptir. Geçici çatallanma durumu haricinde her blok yalnızca bir alt öğeye sahip olabilir. Blok zincirindeki ilk blok, sıfır bloğu veya Genesis bloğu olarak adlandırılır. Yeni bir blok oluşturma süreci yaklaşık olarak 10 dakikadır ve 3 Ocak 2009'da oluşturulan ilk bloğa yapılan her işlemin eklenmesiyle 26 Mayıs 2024 tarihinde blok 561 gigabite boyutuna ulaşmıştır. Blok zincirindeki bir blok içine yeni bir işlem kaydı eklenmesi faaliyetine ise madencilik ismi verilir ve her yeni blok üretiminde, bloğu ekleyen madenciye belirli bir miktar BTC ödül olarak verilir. Üretilen her 210.000 blokta ödül miktarı yarıya düşmektedir. Başlangıçta madencilere verilen ödül 50 BTC iken 2024 yılındaki yarılanma sonrasında 3.125 BTC'ye kadar düşmüştür (Avunduk ve Aşan, 2018: 376; Lashkaripour, 2024: 3; Şahin ve Özkan, 2018: 242; Taş ve Kiani, 2018: 372; Thanujan, Rajapakse ve Wickramaarachchi, 2020: 317; www.statista.com, 2024; Zeren ve Esen, 2018: 434).

Blok zincirinin genel yapısına bakıldığında her eklenen düğüm tarafından onaylanan, sürekli artan veri kayıtlarının listesini kaydeden dağıtılmış bir veri tabanı

çözümü olduğu görülür. Veriler, o ana kadar tamamlanan her işleme ait bilgiler de dahil olmak üzere halka açık bir deftere kaydedilir. Blok zinciri herhangi bir aracı gerektirmeyen yani merkezi olmayan bir çözümdür. Blok zincirinde şimdiye kadar tamamlanan işlemlerle ilgili bilgilerin paylaşılıp tüm düğümlere sunulması, yapılan işlemlerin taraflarca takip edilebilmesini mümkün hale getirdiği için sistemi aracılarının dahil olduğu merkezi işlemlerden daha şeffaf hale getirir. Bununla birlikte işlemlerde geriye dönük düzeltme ve silme yapılamaması blok zincirine olan güveni artırıcı unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Blok zinciri teknolojisinin günümüzde bu kadar popüler olmasını sağlayan ilk uygulama BTC'dir (Kırbaş, 2018: 81; Yli-Huumo ve diğerleri, 2016: 2). Fakat BTC ile Blok zinciri kavramlarını birbirinden ayırmak önemlidir. BTC, katılımcıları yani madencileri ödül ile teşvik etmeye dayalı olarak mal veya hizmet satın almak, işlemleri doğrulamak ve işlem ağını en üst düzeyde kararlı hale getirmek için kullanılan elektronik bir kripto varlık birimidir. Blok zinciri ise BTC ağının açık, otonom, ademi merkeziyetçi bir modelde işlerliğini sağlayan ve güveni katılımcılara değil, kriptografiye dayandıran bir teknolojidir. Özetle blok zinciri olmasaydı BTC var olamazdı ama BTC olmadan da blok zinciri varlığını sürdürebilir ve finansal kalkınmanın yanı sıra başka amaçlar için de kullanılabilirdi (Hellani ve diğerleri, 2018: 1-2).

BTC ve onun varlığı ile gün yüzüne çıkan blok zincirinin bir başka faydası ise bankacılık sektöründe kendini göstermiştir. Geleneksel bankacılık işlemlerinin dezavantajlarından biri, bir yerdeki bir kişiden başka bir yerdeki bir kişiye para transferi yapmak için belli bir işlem ücreti ödenmesidir. Özellikle uluslararası banka havalesi işlemlerinde, göndericinin hesabından alıcının hesabına para transferinde işlem ücreti ve işlemin tamamlanma zamanı çok fazladır. Geleneksel bankacılık sistemi aracılığıyla transfer edilecek para miktarı, bazı durumlarda, belirli güvenlik onayları gerektirdiğinden transfer süresi daha da uzayabilir. Tüm bunların yanına bir de döviz kuru belirleme işlemi eklendiğinde yurtdışına para göndermek çok daha karmaşık hale gelmektedir. Bu noktada blok zinciri; yüksek koruma, hız, sınırsız ödeme ve düşük ücret avantajları sunarak eşler arası ödeme sistemi ile mevcut bankacılık sisteminin önüne geçmektedir. İşlem emri verildiğinde paranın bir cüzdandan diğerine transferi neredeyse birkaç dakika içerisinde tamamlanabilmektedir. Bu durum geleneksel bankacılık sistemi ile kıyaslandığında net bir zaman avantajı yaratmaktadır. Para aktarım süresini etkileyen tek etmen ise ağ

tarafından onaylanacak işlemin önceliğidir. Geleneksel bankacılık sistemindeki zaman kısıtlarının aksine blok zinciri aracılığıyla para transferi günün her saatinde kesintisiz olarak gerçekleştirilebilmektedir. Blok zincirinin hız, düşük transfer maliyeti, güvenlik vb. avantajlarının farkına varan Deutsche Bank gibi birçok banka blok zinciri üzerine teknolojik altyapı çalışmaları yürütmektedir (Alzahrani ve Daim, 2019: 4; Deepika ve Kaur, 2017: 6; Rajasekaran, Azees ve Al-Turjman, 2022: 9-10). Türkiye'de ise işlemlerinde blok zincirini ilk olarak İş Bankası 27 Mayıs 2020 tarihinde Şişecam, Kuraray Europe GmbH ve Commerzbank arasında kullanmıştır. Bu alanda faaliyetlerine devam eden İş Bankası ikinci pilot işlemini Marco Polo platformu üzerinden Sanko Holding – Süper Film, Brückner Group, Commerzbank ile yapmıştır (Türkiye İş Bankası, 2020). İş Bankası bir yandan blok zinciri teknolojisini iş süreçlerine dahil etme çalışmalarını devam ettirirken bir yandan da 28.04.2021 tarihinde toplam değerinin asgari %80'i olarak blok zinciri teknolojisini geliştirmeyi, araştırmayı, desteklemeyi, yenilemeyi veya kullanmayı taahhüt eden şirketlerin ve bu şirketlerin hizmet sağlayıcılarının dahil olduğu bir fon oluşturmuştur (Türkiye İş Bankası, 2023: 20).

Günümüzde en gelişmiş ülkelerden en yoksul ülkelere kadar hükümetler, para basma güçleri üzerinde etkin bir sınırlamayı kabul etmemektedirler. Esasında hükümetler kendisine bağlı ulusal merkez bankasınca uygulanacak herhangi bir para politikasını belirlemekte özgürdür. Fakat tarih, birçok ülkede hükümetlerin genelde parasal genişlemeyi önceleyerek enflasyon riskini ortaya çıkarmayı ve paranın değerini düşürmeyi seçtiklerine dair pek çok kanıt göstermektedir (Atılgan, 2009: 17). Bu şekilde hareket etmeyi seçen bir hükümetin, parayı politik amaçları için kullanma riski her zaman mevcuttur. Çünkü para basma gücüne sahip hükümetlerin davranış motivasyonlarının temeli, iktidara yeniden seçilmesini sağlayacak bir araç olarak parasal genişlemenin kolayca ve sıklıkla kullanılmasına imkan vermektedir (Aktan ve Başaran, 2019: 80). Keyfi uygulamalarla paranın arzı arttığında ortaya çıkan enflasyon ve paranın değer kaybı riski BTC'yi tasarlayanlar tarafından engellenmiştir ve sistem 21 milyon adet BTC ile sınırlanmıştır (Dizkırıncı ve Gökgöz, 2018: 95). 2025 Haziran ayı itibarıyla dolaşımdaki BTC sayısı 19.886.487'dir (www.coinbase.com, 2025) ve BTC protokolüne göre 2140 yılında toplam BTC miktarı 21 milyona ulaşacaktır. Bu tarihten sonra işlemler için gönderen tarafın, işlemi kaydedecek düğüme fatura ücreti eklemesi gibi fikirler ortaya

atılmaktadır çünkü bundan sonra her yeni blok için madenciler ücret alamayacaklar. BTC'nin yaygınlaşması, toplam arzın sabit kalması ve zaman sürecinde yapılacak arzın önceden tahmin edilebilmesi gibi nedenlerden uzun vadede değerinin arttığı görülmektedir. Bu değer artışı birçok riske rağmen hala devam etmekte (Lin, Liao ve Tsai, 2022: 3213; Sezal, 2023: 55; Yu, Lin ve Tang, 2018: 46) ve gelecekte de her para biriminde olduğu gibi arz talep kanununa uyarak daha fazla değer kazanacağı öngörülmektedir.

BTC'nin çözdüğü diğer sorun ise çoğu modern çevrimiçi bankacılık sisteminin temelinde yer alan çifte harcamadır. Çifte harcama, ödeme sistemleri için genel bir sorundur. Adından da anlaşılacağı gibi çifte harcama, bir kullanıcının aynı para birimini iki kez harcamasıdır. Bu bir sorundur çünkü yapılan tek bir harcama, harcanan para biriminin sahipliğini karşı tarafa devretmeli ve para biriminin ilk sahibi aynı para için bir daha harcama yapmamalıdır. Bu problemin aracı bir otoritenin gözetiminde çözülmesi önemsizdir çünkü aracı otorite ilk harcama girişimi dışında tüm harcama girişimlerini reddedecektir. Fakat böyle bir tasarım yapılan işlemlere üçüncü bir tarafı, yani kayıt tutucuyu ekler. Bu aracıya işlemin doğası gereği çok büyük bir yetki verilmiş olur. Aracı belirli transferleri gerçekleştirmeyi reddedebilir, işlem yapan tarafların rızası olmadan dengeleri değiştirebilir veya aracılık hizmeti karşılığında yüksek ücretler talep edebilir. Bunun aksine, merkezi bir varlığın olmadığı bir işlemde aynı sorun önemsiz hale gelir. BTC'nin çifte harcama sorununu, merkezi bir varlığı dahil etmeden tarafların işlemi gerçekleştirmesi özgürlüğüyle çözmüştür. Bunu, merkezi olmayan bir ortamda fikir birliği elde etmek için daha önce denenmemiş bir mekanizma tanımlayarak yapmıştır (Zohar, 2015: 106; John, O'Hara ve Saleh, 2022: 95).

BTC finansal ekosisteme birçok yenilik getirirse de diğer finansal işlemleri kontrol altında tutan yasalar tarafından doğrudan kapsanmadığı için kullanım riski daha fazladır. Muhatabın olmaması, hatalı işlemlerin düzeltilememesi nedeniyle oluşan zayıf tüketici koruması, varlık ile şahsın bir bağlantısının bulunmaması, arzının sınırlı olmasının getirdiği belirsizlik vb. dezavantajları nedeniyle BTC'nin genel kabul görmesinin önünde çeşitli engeller de vardır (Segendorf, 2014: 71; Parlaktuna ve Güngül, 2020: 30-31; Lee ve diğerleri, 2015: 24).

1.2.1.2. Altcoin

Altcoinler, BTC'nin yapısal sınırlılıklarına çözüm sunmak ve BTC'ye yönelik yoğun ilgi sonucunda, ondan esinlenerek geliştirilen alternatif kripto varlıklardır. Aynı BTC gibi çeşitli kripto varlık borsalarında bu altcoinler, BTC'ye veya yerel para birimlerine dönüştürülebilmektedir. Farklı altcoinler farklı özellikleri ön plana çıkartarak piyasaya çıkmıştır. Çoğunlukla BTC'ye daha iyi bir alternatif olarak konumlandırılır. BTC'ye yöneltelen eleştirilere bir çözüm sunma ve BTC'nin sunduğu fikri geliştirmeyi amaçlarlar. Bazı altcoinler düşük işlem ücreti, yeni akıllı sözleşme altyapısı, transfer hızı artışı, güvenli ve verimli bir şifreleme tekniği vb. özellikleri ile BTC'nin veliahdı olma iddiasıyla yatırımcıların dikkatini çekmeye çalışmaktadır (Frankenfield, 2022; Yıldırım, 2015: 88).

Blok zinciri teknolojisinin ortaya çıkması birçok dijital paranın doğuşuna zemin hazırlamıştır. BTC'den esinlenerek yaratılan altcoinlerin sayısı ve piyasa değerleri her geçen gün katlanarak artmaktadır. BTC'nin doğuşundan sadece 10 yıl sonra 2019 yılı itibariyle kripto varlık sayısı 2000'i aşmış ve toplam piyasa değeri 130 milyar dolara ulaşmıştır. 2023 yılında ise 22 binden fazla kripto varlığın olduğu bilinse de yalnızca sınırlı bir kısmı kripto varlık borsalarında listelenmektedir ve her geçen gün birçok kripto varlık piyasaya sürülmekte ve işlevsiz hale gelmektedir. Buna rağmen kripto varlık piyasasının toplam değeri Haziran 2025'de 3,27 trilyon dolara kadar yükselmiştir. Her ne kadar piyasada işlem gören kripto varlıkların sayılarında çok büyük bir artış yaşansa da BTC ve ETH'nin başı çektiği birkaç popüler dijital paraların dışındaki diğer paralar, toplam piyasa hacminden çok düşük bir oranda pay almaktadır (Win ve diğerleri, 2023: 2; www.tr.wikipedia.org, 2023; Yavuz, 2019: 19; www.tr.tradingview.com, 2025).

Günümüzde varlığını koruyan altcoinlerin ilk büyük örneği; 2011'de Google çalışanı Charlie Lee tarafından piyasaya sürülen LTC'dir. BTC blok zincirine kıyasla LTC'nin kullandığı blok zinciri daha hızlı blok üretme kapasitesiyle sunulmuş ve BTC'nin popülaritesinden faydalanmıştır (Vigna, 2017). Altcoin'ler arasında en çok bilinen ve öne çıkan örnek ise ETH'dir. Vitalik Buterin ile bir grup geliştirici, akıllı sözleşmelerin yürütülmesi için açık kaynaklı ve blok zinciri tabanlı bir platformu geliştirilmek amacıyla 2014 yılında ETH projesini başlatmaya karar verdi. Temmuz 2015'te ETH platformunun ilk sürümü piyasaya sürüldü (Benbachir ve Yassine, 2023: 328). LTC ve ETH gibi

altcoinlerin yanı sıra USDT, BNB, XRP, USD Coin, Dogecoin, Cardano, Solana (SOL), Tron vb. binlerce altcoin kripto varlık piyasalarında işlem görmektedir. Bu bölümde sadece ilk ortaya çıkan altcoin (LTC) ve şu anda BTC'den sonra en yüksek değere sahip altcoin olan ETH kısaca açıklanmıştır. Kripto varlıkların günümüzdeki durumuna gelmesinde önemli bir rolü olan altcoinler ile ilgili bilgiler kripto varlıkların gelişimi bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1.2.1.3. Stablecoin

Stablecoin belirli bir varlığa veya bir varlık sepetine dayanarak değer istikrarını sağlamayı amaçlayan bir kripto varlığı temsil eder. Temel alınan varlık veya varlıkların değeri genellikle stablecoinin piyasa değerini belirler. Bununla birlikte talep değişimlerine yanıt olarak arzını otomatik olarak ayarlayarak piyasa değerini istikrara kavuşturmak için algoritmik veya başka araçlardan yararlanabilir. Bu sayede geleneksel ve merkezi olmayan finans ekosistemler arasında verimli bir bağlantı kurabilir (FSB, 2020: 7; Kwon ve diğerleri, 2023: 2).

Stablecoinler hem zincirde hem de zincir dışı olabildikleri gibi ulusal bir para birimine, altın ve gümüş gibi çeşitli değerli madenlere, devlet tahvillerine vb. birçok güven sağlayıcı yatırım araçlarına teminat olarak sabitlenebilirler. Ulusal para birimine sabitlenmiş stablecoinlerin büyük çoğunluğu, teminat olarak ABD doları rezervlerini kullanmaktadır. Örneğin, USDT (ilk stablecoin olan USDT'nin geçmişi 2014'e kadar uzanıyor), TrueUSD, USD Coin ve Gemini Dollar ABD dolarına birebir sabitlendiği iddiasına sahiptir. Ancak ayrıntılı olarak incelendiğinde dolara endeksli stablecoinlerin rezervleri farklılık gösterebilmektedir. USD Coin birebir oranda USD ile Tether ise çeşitli ABD rezervleri ve varlıklarından oluşan bir sepetle desteklenmektedir. PAX Gold (Paxos Trust Company) ise zincir dışı bir referans varlığı olan değerli metallere sahip bir stablecoin örneğidir. Londra'daki profesyonel kasada saklanan bir ons London Good Delivery altını karşılığında paraya çevrilebilirlik ile desteklendiğini öne süren PAX Gold, dağıtılmış defter tabanlı kripto varlıklarının ademi merkeziyet faydalarından bazılarını tartışmalı bir şekilde azaltmaktadır. Tam tersi değerlerinin çeşitli kripto varlıklara sabitlendiğini veya bunlar tarafından desteklendiğini iddia eden stablecoinler de vardır. Kripto varlığın geleneksel varlıklar yerine akıllı sözleşmeler sistemi tarafından yönetildiği tam ademi merkeziyetçi DAI Coin, Maker Protokolü üzerinde çalışır ve sabit

bir değeri korumak için kendini Ether ile ilişkilendirir. Stablecoinleri başka bir finansal araca bağlanma çabasının arkasındaki asıl amaç; yatırımcılar için günlük işlemleri güvenli, hızlı, kolay, basit ve istikrarlı hale getirmektir. Küresel ölçekte hızlı yükselişleri kripto varlık birimlerinin eksikliklerinden, özellikle de oynaklıklarından kaynaklansa da olumlu ve olumsuz etkileri beklenenden daha geniş etkilere sahiptir. Stablecoinlerin sunduğu kolaylıklara rağmen çeşitli dezavantajlara da sahip oldukları görülmektedir. Bazıları teminat olarak kullanılan değerlerin bağlı olduğu merkezi otoritenin potansiyel iflas riskine karşı savunmasız olan, merkezi bir blok zincirini kullanmaktadır. Bazı stablecoinler geleneksel bir varlık ya da varlık sepetine açıkça sabitlenmiş olsa da bu coinlerin sahipleri ilgili varlık üzerinde net ve yasal bir hakka sahip değildir. Ayrıca stablecoin bir para veya sepet tarafından desteklendiği durumda, sistemi yönetenlerin sepetin bileşimine karar vermek gibi ek bir görevi de ortaya çıkmaktadır. Bu durum ilgili stablecoinin değerini ve bu değerlin sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Agata, 2021: 756; Fantacci ve Gobbi, 2021: 5; Grobys ve diğerleri, 2021: 209-210; Waerzeggers, Aw ve Cheng, 2023: 5-6).

Stablecoinlerin küresel finans sisteminde ana ödeme aracı olarak benimsenmesi durumunda birçok ülke ekonomisinde potansiyel riskler oluşabilir (Sood ve diğerleri, 2023: 1). 2019 yılında sosyal ağ Facebook ve bazı diğer şirketler tarafından Libra adı verilen bir stablecoin piyasaya sürmeyi amaçlayan bir konsorsiyum kurulduğı duyurulmuştur. Milyarlarca kullanıcıya sahip küresel bir sosyal ağ tarafından desteklenen stablecoin, çeşitli otoritelerin parasal egemenlik ve finansal yargı yetkisine yönelik potansiyel bir tehdit algısı nedeniyle tepkisini tetiklemiştir. Bu algı nedeniyle Libra projesi ertelenmiş ve geleneksel bir ödeme ağı şeklinde yeniden tasarlanmıştır (Popper ve Isaac, 2020: 1). Her ne kadar otoritelerce riskli algılansa da kripto varlıkların olumsuz etkilerini azaltmak için ortaya çıkan stablecoinler farklı şekillerde karşımıza çıkmaya devam edecektir. Fikir aşamasında olsa da merkezileşmeden uzak, mutlak ve görece istikrar sağlamayı amaçlayan, kolay takas edilebilir ve herhangi bir kullanıcı tarafından basılabilir. Electricity Stablecoin (E-Stablecoin) bunun bu duruma örnek teşkil etmektedir. E-stablecoin fiyatını bir KWh elektriğe sabitleyip kolayca ve istikrarlı şekilde takas edilebilmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Murialdo ve Belof, 2022: 6). Stablecoinlerin üretim teknolojilerinden kaynaklanabilecek potansiyel güvenlik açıkları,

yasal belirsizlikler ve arz edenlerden kaynaklanan sorunlar gibi birçok etken nedeniyle gelecekte faydalı olup olmayacağı şu an için tartışmalıdır. Ancak teknolojik gelişmeler, küresel ekonomik koşullar, yasal düzenlemeler ile toplumların kabulü gibi birçok faktör sürdürülebilir bir kripto varlık ekosistemini desteklerse stablecoinler bu doğrultuda istikrar sağlama gibi birçok fonksiyonu daha etkin şekilde yerine getirebilecektir.

1.2.2. Token

Token kavramı ekonomik bir değer olarak yeni bir olgu değildir. Tarihsel olarak, 1880'lerde New York okullarındaki çocuklar rozetlerle ve oyuncaklarla değiştirilebilecek biletlerle ödüllendiriliyordu. 1960'lı yıllarda ise sosyal ve akademik davranışı geliştirmeye odaklı bir anlayış ile Token programları uygulanmıştır (McLaughlin ve Williams, 1988: 471). Günümüzde ise tokenlar geçmişteki kullanım şekillerinden uzak olsalar da özünde benzer amaçlarla ortak para birimleri veya kripto varlık birimleri karşılığında satılabilen dijital kuponlar olarak üretilmektedir. Tokenlar sahiplik hakkı vermeden, yeni girişimlerde hizmetlere erişim sağlamak gibi çeşitli yatırımcı avantajları sunabilirler. Böylece, şirketler finansman sağlayabilir ve aynı zamanda özerkliklerini koruyabilirler (Santos, Silva ve Sanfins, 2021: 2). Tokenlar yalnızca finansal amaçlarla değil, dijital bir sanat eserine sahip olmak gibi farklı amaçlarla da üretilebilir. Bu noktada, coin ve token kavramları arasındaki farkların açıklanması gerekmektedir. Coinler ve tokenlar kullanım amaçları ve üretim yöntemleri bakımından farklıdır. Coinler para birimi gibi alım satım işlemlerinde kullanılırken, tokenlar daha çok belirli hizmet ve uygulamalarda kullanım amacıyla tasarlanmıştır. Hem coinler hem de tokenlar piyasalarda işlem görürler. Coinlerin kendilerine özgü blok zinciri ağları varken, tokenların kendine özgü ağ yapıları yoktur ve mevcut coin ağları üzerine inşa edilerek oluşturulurlar (Özkul ve Baş, 2020: 61; Türkiye Bankalar Birliği, 2022: 4).

1.2.2.1. Security Token (Menkul Kıymet Tokeni)

Varlıkların tokenleştirilmesi, ticareti yapılabilir bir varlığı dijital olarak temsil eden tokenin çıkarılması sürecini ifade eder. Tokenleştirme birçok açıdan geleneksel menkul kıymet oluşturma sürecine benzer. Security tokenlar, özsermaye, hizmet veya ödeme tokenları gibi farklı tokenlar üretebilen diğer ilk para arzı teklifi (ICO) türlerinden ayırmak için bazen menkul kıymet tokeni teklifi (Security Token Offering-STO) olarak

da adlandırılan bir tür ICO aracılığıyla oluşturulur. Security token tekliflerinde, şirketler hisse senedi, borç, gelir paylaşımı hakları, gayrimenkul parçasının mülkiyetini veya kriptografik token biçimindeki diğer mekanizmalar gibi tokenleştirilmiş geleneksel finansal araçları satarlar. Ancak geleneksel menkul kıymetlerle karşılaştırıldığında birtakım avantajları vardır. Token işlemleri ETH protokolündeki ERC 20 gibi standartları kullanarak akıllı sözleşmelerle tamamlandığı için değişim sürecinin belirli bölümleri otomatikleştirilmiştir. Bu otomasyon, daha az aracıyla işlemlerin daha hızlı yürütülmesine ve aynı zamanda işlem ücretlerinin de düşmesini sağlar. Security token, sahibinin haklarını ve yasal sorumluluklarını üzerinde taşıyabilme kapasitesine sahiptir. Bu özellik, token ile ilgili bilgileri sağladığı için işlemlere şeffaflık katar. Security tokenların halka arzları sonrasında ikincil piyasada alınıp satılabilir olması, daha geniş bir yatırımcı tabanına erişimi sağlar ve likiditeyi artırır (Gupta ve diğerleri, 2020: 82; Ante ve Fiedler, 2020: 609). Küçük parçalara bölünebilmesi sayesinde farklı profillerden birçok yatırımcıya ulaşabilir. Ayrıca yatırımcılar için yeni çeşitlendirme fırsatları sunar. Geleneksel borsalarının işlem saatleri kısıtlıdır. Kısıtlı işlem saatleri, yeni bilgilerin fiyatlanmasını geciktirir ve dolayısıyla borsanın verimliliğini azaltır. Aksine security tokeninin işlem gördüğü piyasalarda zaman kısıtı bulunmamaktadır. Bu durum piyasa verimliliğini artırmaktadır. Potansiyel bir dezavantaj ise sınırlandırılmamış işlem saatlerinin alım satım faaliyetini daha geniş bir zaman aralığına yayması nedeniyle, göreceli olarak likiditeyi azaltarak daha yüksek alış satış fiyat farkına yol açmasıdır. Security tokenların vaatlerine rağmen, finans alanının dijitalleştirilmesi henüz başlangıç aşamasındadır ve bu alana özgü yerel ve sınır ötesi yasaların bir an önce düzenlenmesi gereklidir (Kreppmeier ve diğerleri, 2023: 1-2; Küçükkıralı ve Afşar, 2022: 119; Momtaz, 2023: 3-7).

Security tokenların değerleri, temsil ettikleri varlığın performansına bağlı olduğundan geleneksel menkul kıymet yasalarına tabidir. Temsil edilen varlık iyi performans gösterirse token değer kazanır fakat bunun tersi de mümkündür. Bununla birlikte, bir security tokeninin mutlaka bir sahiplik payı içermesi gerekmez. Ama bir alt sınıflandırması olan hisse tokenları, kurumsal mülkiyeti ve buna karşılık gelen oy haklarını bir blok zinciri üzerinde kaydeden 21. yüzyıl hisse senetleri olarak düşünülebilir. Bu tokenlar da klasik hisse senedi alımlarındaki gibi, token sahipleri, token

veren kuruluşun belirli bir yüzdesine sahip olurlar (Momtaz, Rennertseder ve Schröder, 2019: 6-7).

1.2.2.2. Utility Token (Fayda Tokenları)

Security token olarak bilinen ve sahiplerine platformun karından pay gibi ekonomik faydalar sunan tokenların yanı sıra sahiplerine platformun ürünlerine erişim, bunları tüketme veya iş yapma yetkisi veren utility tokenlar da vardır. ICO'nun yapısı ve tokenlara atanan haklar, ihraç edilen tokenın utility veya security token olarak niteliğini belirlemektedir (Burilov, 2018: 11). Kendine özgü bir ICO aracılığıyla ihraç edilen utility tokenlar, kullanıcılara belirli haklar vererek topluluk temelli bir ekosistemi desteklemeyi ve geliştirmeyi amaçlamaktadır (Lambert, Liebau ve Roosenboom, 2021: 300). ERC 20 standardı ile akıllı sözleşmeler kullanılarak ETH blok zinciri üzerinde oluşturulan tokenlar, genellikle böyle bir özellik içermektedir. Örnek olarak, 2017 yılında en başarılı ikinci ICO'yu yapan ve 250 milyon dolardan fazla para toplayan filecoin verilebilir. Filecoin girişimi, dünya genelindeki bilgisayarlarda boşta bulunan depolama alanlarını kullanarak merkeziyetsiz bir depolama ağı kurmuştur. Token sahipleri, tokenları verileri depolamak ve almak için harcarlar. Madenciler ise verileri depolayıp sunarak token kazanmaktadırlar. Örnekten de anlaşılacağı üzere ETH hem bir kripto varlık birimi olarak hem de akıllı sözleşmeler ile üretilen diğer tokenlar için bir platform olarak hizmet etme işlevselliğini sağlamaktadır. Kullanıcılar platform üzerindeki işlemler için özel bir hesaplama yöntemiyle belirlenen Gas ücreti (Ether karşılığında) ile ödeme yapabilirler. Dolayısıyla, Eter sadece doğrudan değer aktarmak için değil, aynı zamanda ETH'nin merkezi olmayan bilgi işlem ve akıllı sözleşme platformuna (ETH Sanal Makinesi, EVM) erişim ve blok zincirindeki programların yürütülmesi haklarını sağlamak için kullanılır. Bu nedenle, Ether'in asıl değeri, ETH blok zinciri tarafından sunulan hizmetlerin ekonomik karşılığıyla ilişkilidir (Benedetti, Abarzúa, Caceres Fuentes, 2022: 80; Hacker ve Thomale, 2018: 12-13).

Utility tokenların kullanıcılar tarafından değerli görülüp satın alınması için üreticinin talep odaklı bir fiyatlandırma politikası uygulaması veya bir miktar tazminat ödemesi gerekmektedir. Üretici tarafından sunulan bu tür teşvikler, sunulan hizmetlerin indirimli olarak satıldığı anlamına gelir. Çünkü belirlenen fiyat, hizmetlerin satın alınabilmesi için geçerli olacak gerçek fiyattan daha azdır. Bu indirim, erken büyümeyi

finanse etmek için risk sermayesi yerine, ICO yoluyla finansmanın örtülü maliyetidir. Üretici, utility tokenları ihraç ederek, ürününü indirimli bir fiyatla satmayı taahhüt eder. Bu durum, ICO'ların ihraççılar için ücretsiz bir finansman kaynağı olduğu yönündeki yaygın inancı ortadan kaldırmaktadır (Prat, Danos ve Marcassa, 2021: 2-3).

Utility tokenlar tüketim odaklı bir kullanım değerine veya ticari bir amaca sahiptir. Temelde pasif bir yatırım aracı olmaları amaçlanmamıştır. Utility tokenlar, ağ etkileri nedeniyle ağı ve dolayısıyla ikincil piyasalarda tokenin değerini artırırken, işlemlere katılmak yanında ödüller kazanmak için de kullanılabilir. İlave olarak kumar çipleri, değişime uygun hediye kartı, yazılım lisansları, franchise sözleşmeleri, spor etkinliği biletleri ve daha fazlası için de kullanılabilirler. Utility token kavramı, blok zinciri teknolojisinin özüyle uyumludur. Tokenin mevcut bir para birimi gibi hareket etmesi, onun karşılıklı yarar sağlayan davranışları teşvik etmek için tasarlanmış ve dağıtılmış bir ekosistemdeki aktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Eski SEC Başkanı Jay Clayton, utility token satışı olduğu iddia edilenler de dahil olmak üzere, menkul kıymet satışı olmayan herhangi bir ICO'yu henüz görmediğini belirtmiştir (Crosser, 2018: 392-394). SEC 'in (Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu) utility tokenlara bakış açısını anlamak için Airfox'un 2017 yılında gerçekleştirdiği ICO'yu örnek verebiliriz. ICO'da kullanıcılar, Airfox'a uygulamasını geliştirdikten sonra AirToken alma vaadi karşılığında para vermişlerdir. Airfox'un hukuk danışmanları, kar payı yerine mal ve hizmet karşılığı kullanılacak utility token dağıttıkları için menkul kıymet ihraç yasalarından muaf olduklarını düşünmüşlerdir. Airfox, iki aylık bir süreçte 2.500'den fazla yatırımcıdan 15 milyon dolar toplamıştır. Fakat 16 Kasım 2018'de SEC, AirToken'in bir menkul kıymet olduğunu ve Airfox'un bunları kaydetmeyerek menkul kıymetler yasalarını ihlal ettiğini iddia etmiştir. Airfox, SEC ile yaptığı anlaşma sonucunda yatırımcılara para iadesi yapmayı, 250.000 dolar ceza ödemeyi, AirToken'i menkul kıymet olarak kaydetmeyi ve Airfox'un varlığının geri kalanı için SEC'in gerekli gördüğü tüm açıklamaları yapmayı kabul etti. Aynı gün SEC, ICO gerçekleştiren başka bir blok zinciri şirketinden de aynı kurallara uymasını talep ederek şirkete yaptırım uygulanmıştır (Maughan, 2020: 1114-1115). Görüldüğü üzere, utility tokenların menkul kıymet olarak sınıflandırılmasına yönelik düzenlemelerin varlığı ve bunlara uyulmaması durumunda yaptırımlarla karşılaşılacağı açıktır. ICO öncesi üreticilerin tabi oldukları yerel veya uluslararası

yasalara uygun hareket etmesi SEC gibi otoritelerle yaşanacak sorunları doğmadan önleyebilir.

1.2.2.3. NFT

NFT (Non-Fungible Token), ETH akıllı sözleşmelerinden üretilen bir tür kripto varlık birimidir (Wang ve diğerleri, 2021: 1). Önceki başlıklarda da açıklanan kripto varlıklar farklı yaklaşımlar çerçevesinde birçok şekilde sınıflandırılabilir. NFT de bu sınıflandırma içerisinde yer alır ve genellikle kripto varlık birimiyle aynı tür programlama yöntemleri kullanılarak oluşturulur, ancak benzerlik bu noktada sona ermektedir. Hem geleneksel merkez bankası parası hem de kripto varlıklar takas edilebilir ve değer olarak da eşittirler. Bir dolar her zaman başka bir dolara, bir BTC de her zaman başka bir BTC'ye eşdeğerdir. NFT'ler bu noktada farklıdır. NFT'lerin birbiriyle değiştirilmesini veya birbirine eşit olmasını imkansız kılan eşsiz dijital imzaları vardır. Bu sayede, tokenin sahtesinin yapılması ve çoğaltma engellenebilmektedir. NFT ile yapılacak işlemler bölünemez yani kesirli hale getirilemez yani işlemler yalnızca tokenin tamamıyla yapılabilir (Conti, 2023; Ergun ve Esenkaya, 2022: 86; Senkardes, 2021: 156-157).

NFT'ler, sanat eserleri, koleksiyon parçaları ve oyun içi öğeler gibi nesneleri temsil eden dijital varlıklardır. Kripto varlık aracılığıyla çevrimiçi olarak alınıp satılırlar ve genellikle bir blok zinciri üzerindeki akıllı sözleşmeler içinde kodlanırlar (Nadini ve diğerleri, 2021: 1). NFT ilk olarak ETH'nin ERC 721 standardı ile öne sürülmüştür. ERC 721, özellikle merkeziyetsiz uygulamaların (DApp) geliştirilmesinde kullanılan bir standarttır ve genel olarak oyun geliştirmek için kullanılmaktadır. ERC-721 standardının ardından, NFT'ler ERC-1155 standardı ile desteklenerek daha da gelişmiş özellikler kazanmıştır. Bu standartlar kullanılarak tokenin özellikleri detaylandırılabilir, sahiplik bilgisi veya veri hakkında bilgi yüklenebilir. Bu sayede mülkiyet hakkı da sağlanmış olur (Çubukcu, 2022: 261; Ergun ve Esenkaya, 2022: 86; Wang ve diğerleri, 2021: 1).

NFT'ler bugünlerde sanattan müziğe, tacodan tuvalet kağıdına kadar her yerde görülmekte, 17. yüzyılda Hollanda'da yaşanan lale çılgınlığına benzer biçimde yüksek spekülasyonla alınıp satılmaktadır. Bazı uzmanlar, bu yapıları dot-com balonu ya da Beanie Babies gibi aşırı şişirilmiş ve patlamaya yatkın varlıklar olarak değerlendirmektedir. Diğerleri ise NFT'lerin burada kalacağına ve yatırımı sonsuza kadar

değiştireceklerine inanmaktadır. Her ne kadar 2014 yılında beri var olsalar da her geçen gün ün kazanmakta çünkü dijital sanat eseri satın alma ve satmanın giderek popüler bir yolu haline gelmektedir (Conti, 2023). Ancak pazarın genel yapısı ve gelişimi hakkında hala çok az şey bilinmektedir. NFT pazarında takas edilen ürünler, çoğu durumda bazı ortak özellikleri paylaşan NFT kümeleri halinde düzenlenmektedir. Koleksiyonlar, koleksiyonluk kart setlerinden sanat şaheserleri seçimlerine ve çevrimiçi oyunlardaki ürünlere kadar doğası gereği çok farklı olabilir (Nadini ve diğerleri, 2021: 1-2). Koleksiyonlara örnek olarak; 15 Nisan 2021'de piyasaya sürülen ve 10.000 NFT'den oluşan Bored Ape verilebilir. NFT pazarlarındaki en popüler ve pahalı NFT koleksiyonlarından biri olan Bored Ape 30 Haziran 2022 itibarıyla bir milyar dolardan fazla piyasa değerine ulaşmıştır. Bununla birlikte, 12 Ocak 2022'de piyasaya sürülen Azuki ise anime temalı çizimlere dayanan 10.000 avatar NFT'sinden oluşan bir koleksiyondur. 30 Haziran 2022 itibarıyla 5.062 tanesinin sahibi vardı ve toplam piyasa değeri 118 milyon doların üzerindeydi. Ayrıca Azuki, F1 yarış arabasında yer alan ilk NFT markası olmuştur (Gherghelas, 2022; Wen ve diğerleri, 2023: 8).

Günümüzde oldukça popüler olan ve yükselişle dikkat çeken NFT pazarı oldukça yenidir. NFT pazarı, 2020 yılının ikinci yarısında Beeple The First 5000 Days isimli bir NFT'nin 69 milyon dolara satılmasıyla ani bir yükseliş yaşayarak dikkat çekmeyi başarmıştır. Bu başarı çerçevesinde 2020 yılında 2,5 milyar ABD doları değerinde NFT satılırken, 2021 yılının ilk altı ayında NFT satış hacmi 10,7 milyar ABD dolarını aşmıştır (Ante, 2022: 2; Rehman ve diğerleri, 2021: 2). 2021'de işlem hacmi açısından NFT pazaryerleri hakim durumda olsa da satış açısından 2022 NFT'lerin yaygınlaşmasında kilit bir yıl olmuştur. 2022'de tüm NFT pazaryerlerindeki toplam işlem hacminin %96'sını temsil eden 10 pazarın toplam işlem hacmi 25 milyar doların üzerine çıkmıştır. Ancak 2024 yılında 13,7 milyar dolara düşerken 2025 yılında ise dalgalı seyrini sürdürmektedir (Cointelegraph, 2025; Gherghelas, 2022).

2. KRİPTO VARLIKLARIN GELİŞİMİ

İnsanlık tarihinde göçebe toplum yapısından feodal topluma, oradan sanayi toplumuna ve nihayetinde bilgi çağına uzanan toplumsal gelişim süreci, günümüzde yapay zeka çağıyla devam etmektedir. İnsanın evrimine paralel olarak, para da tıpkı toplumsal yapılar gibi birçok aşamadan geçmiştir (Güven ve Şahinöz, 2022: 140).

Gelişim aşamaları değerlendirildiğinde paranın, kullanım yöntemlerinde ve fonksiyonlarında devamlı bir değişim olduğu görülmektedir. Geçmişte parasal değer taşıyan deniz kabukları veya boncuk gibi nesnelerin, günümüzde herhangi bir para birimini temsil etme işlevine sahip olmamaları göz önüne alındığında, paranın toplumdan topluma ve içinde bulunulan dönemlere göre değişen bir kullanım alanı olduğu anlaşılmaktadır (Macit, 2022: 107). Son yüzyılda ise teknolojinin hızlı gelişimi birçok alanda olduğu gibi para konusunda da yenilikleri beraberinde getirmiştir. Özünde, toplumsal ihtiyaçların para kavramındaki yenilikleri tetiklemesi, ihtiyaç ve yenilik arasında sürekli birbirini besleyen döngüsel bir süreç oluşturmuştur. Bu süreç bireyleri, toplumları ve kurumları gün geçtikçe daha da derinden etkilemektedir. Özellikle veri güvenliğinin artırılması, bankacılık sisteminin hantallıktan kurtulması, işlem maliyetinin azaltılması ve merkezileşmemiş ödeme sistemi gibi ihtiyaçlar gelişimi zorunlu hale getirmektedir. Belirtilen sorunlara çözüm arayışları, sanal paraların bir yenilik olarak doğmasına neden olmuş; ancak bu gelişim, ani bir süreç olmamıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere kripto varlıkların yolculuğu 1989 yılında DigiCash ile başlamış ve günümüzde ise BTC ve binlerce kripto varlık ile devam etmektedir.

Tablo 1.3. Kripto Varlıkların Çıkış Yılları ve Kurucuları

Dijital Para Adı	Çıkış Yılı	Kurucuları
DigiCash	1989	David Chaum
E-gold	1996	Douglas Jackson ve Barry Downey
Hashcash	1997	Adam Back
B-money	1998	Wei Dai
Bit Gold	1998	Nick Szabo
BTC	2009	Satoshi Nakamoto
LTC	2011	Charlie Lee
Peercoin	2012	Scott Nadal ve Sunny King
XRP	2012	Arthur Britto ve David Schwartz
USDT	2014	Brock Pierce ve Craig Sellars
ETH	2015	Vitalik Buterin ve Gavin Wood
EOS	2018	Dan Larimer
Libra	2020	Facebook

Kaynak: (Qu ve diğerleri, 2022: 196)

2.1. DigiCash

Sanal paraların tarihi daha detaylı incelendiğinde; 1989 yılında David Chaum, koşulsuz olarak takip edilemeyen kriptografi türü elektronik ödeme yöntemini tanıtmış ve ardından DigiCash şirketini kurarak türünün ilk örneği olan E-cash'i çıkarmıştır (Chaum, Fiat ve Noar, 1990: 319; Sarkar, 2013: 1; www.digi.cash, 2023). Chaum'a göre

mevcut elektronik bankacılık hizmetlerinde bir kişi tarafından yapılan her işlemin alacaklısı, tutarı, ödeme zamanı, bireyin nerede olduğu, ilişkileri ve yaşam tarzı hakkında üçüncü bir tarafın bilgisi olduğundan mahremiyet sağlanmamaktadır. Örneğın ulaşım, konaklama, yeme-içme, eğlence, konferans, yayımcılık, dini veya siyasi üyelikler gibi alanlara yapılan ödemeler üçüncü tarafın bilgisi dahilinde yapılmaktadır. Diğer yandan kâğıt ve madeni paralar gibi anonim ödeme sistemlerinde kontrol ve güvenlik açısından çeşitli eksiklikler bulunmaktadır. Yapılan ödemenin kanıtının bulunmaması veya kaybedilmesi, ödeme aracının çalınması, rüşvet, kara para aklama (ML), vergi kaçakçılığı ve karaborsa gibi sorunlarla da bu ödeme sisteminde oldukça sık karşılaşılmaktadır. Fakat kâğıt para ve madeni para gibi geleneksel ödeme yöntemleri çoğu elektronik ödeme sisteminin aksine daha iyi gizlilik sağlar. Bu özellik takip edilemeyen e-para sistemlerine esin kaynağı olsa da DigiCash 1998 yılında iflas etmiştir (Birinci, 2020: 25; Chaum, 1983: 199; Dreier, Kassem ve Lafourcade, 2015: 65).

2.2. E-gold

Digicash yoluna devam ederken Douglas Jackson ve Avukat Barry Downey tarafından 1996 yılında E-gold piyasaya çıkarılmıştır. Kullanıcılar eski takıları, bibloları ve madeni paraları karşılığında şirketten ons altın cinsinden ifade edilen dijital e-gold almışlardır. Bir E-gold kullanıcısı, varlıklarını diğer kullanıcılarla takas etmek, fiziksel altın almak veya E-goldlarını ABD doları ile değıştirmek için kullanabilmiştir (Thakur ve Banik, 2018: 39). Her bir ons, Londra Külçe Piyasası Birliğı tarafından onaylanmış depolarda tutulan gerçek külçe altınla güvence altına alınmıştır (United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit, 07-167-M-01, Mayıs 2007: 6). E-gold banka havalelerinden daha iyi performans göstermekteydi ve erişim kolaylığı sağlamaktaydı. Sadece birkaç yıl içinde ulaştığı ticari başarı, özel olarak üretilen dijital paranın devlet tarafından basılan parayla güçlü bir şekilde rekabet edebileceğini kanıtlamıştır (Mullan, 2016: 24-25). Toplam varlık değeri ve geniş kullanıcı tabanı ile elde ettiğı başarı, E-gold'u kötü amaçlı yazılımların ve kimlik avı dolandırıcılığının hedefi haline getirmiştir. Bu durum, E-gold'un piyasadan silinmesine yol açmıştır. Kullanıcılara yönelik ilk oltalama (Phishing) saldırısı 2001 yılında olmuştur. Bu saldırı yöntemi, E-gold ve benzeri dijital altın sistemleri üzerinde kullanılmış ve zamanla geliştirilmiştir. 2003 yılından sonra da diğer finans kurumlarına saldırmak için kullanılmıştır. Ayrıca, 2000'li yılların

ortalarında, E-gold işlem faaliyetlerinin büyük bir kısmı otoritelerin kontrolü altında gerçekleştirilmiştir. İzleyen yıllarda şirket üzerindeki yasal baskılar artmış ve 2009 yılında da kapatılmıştır (Thakur ve Banik, 2018: 39).

2.3. Hashcash

1997'de Adam Back, ilk olarak istenmeyen e-posta (spam) göndericileri gibi internet sistemlerinin kötüye kullanılmasını engellemek için bir mekanizma önermiş ve 2002'de güncelleyerek Hashcash isimli bu mekanizmayı sunmuştur (Back, 2002: 1). Hashcash, spam ve DoS (servis dışı bırakma saldırısı) savunması için sınırsız olasılıksal çözüm maliyetine sahip, etkileşimli olmayan, tuzak kapısı içermeyen bir PoW şemasıdır. Amaçlanan, her e-posta için bir bulmacanın gerekli kılınması ve yalnızca istenmeyen e-posta gönderenlerini caydırmakla kalmayıp, aynı zamanda önemli miktarda kaynak harcaması gerektirmesiyle, toplu postalamayı da önlemektir (Ali ve diğerleri, 2020: 11). E-posta gönderme işleminde e-posta sunucusu, önceden hesapladığı ve özet değerini bildiği bir hash fonksiyonunu (özetleme fonksiyonu) kullanıcıya hesaplatır. Tek bir kullanıcı için hesaplama işlemi birkaç saniye kadar sürse de 1 milyon e-posta gönderimi yapmak isteyen kötü niyetli bir kullanıcı, zaman (Kardaş, 2019: 485-486) ve maliyet engeli ile karşılaşacaktır. Özünde Adam Back'ın sunduğu algoritma, bilgi göndermek veya hizmeti belirli bir alıcıya sunmak isteyen göndericinin yükleneceği maliyeti belirlemekte ve caydırıcı bir etki sağlamaktadır. Adam Back'ın başlattığı yaklaşım doğrultusunda, Wei Dai, eşler arası ağ yapısını kullanarak B-money adını verdiği dijital para sistemini geliştirmiştir. Ayrıca günümüzde, BTC ve diğer kripto varlıkların üretiminde en sık kullanılan algoritma da bu PoW yapısıdır. Hatta Satoshi Nakamoto, 2008'deki BTC white paperında Adam Back tarafından geliştirilen Hashcash'e benzer bir PoW sistemini kullandığını belirtmiştir (Gajdek, 2018: 49; Nakamoto, 2008: 3; Sarmah, 2018: 23).

2.4. B-money

Adam Back'ın 1997'de Hashcash'i icat etmesinden sonra Wei Dai, 1998'de anonim ve merkezi olmayan bir ödeme sistemi olduğu düşünülen B-money'i geliştirmiştir. (Malherbe ve diğerleri, 2019: 132). B-money, hem anonimlik hem de işlem güvenliği sağlayan karma bir nakit yapısıyla ilgilenen ilk dağıtık sistemdir. Wei Dai, ilki

pratikte kullanıma uygun olmayan iki ayrı protokol önermiştir. İkinci protokolde ağdaki katılımcılar, kimlik görevi gören genel bir anahtarla tanınmış ve gönderici ile alıcının kimliğini doğrulamak için dijital imzalar kullanmışlardır. Tüm katılımcılar tarafından ortak anahtarlar kullanılarak anonimlik sağlanmıştır. Katılımcıların kimliklerini içeren veri tabanı, her biri tarafından ayrı ayrı tutulmuş ve katılımcılar bu şekilde tanınmışlardır. Her katılımcı, söz konusu veri tabanının (cüzdan) kendi cihazında bulunan bir kopyasını saklamıştır. Paranın yaratımı, belirli bir hesaplama probleminin çözülmesiyle gerçekleşmiş ve problemin zorluk düzeyi yani çözümün hesaplanması için bilgisayarın tükettiği güç ile yaratılan para orantılanmıştır. Çifte harcama sorununa bir çözüm getirmediği için B-money, hiçbir zaman tam olarak geliştirilememiştir. Yine de Satoshi Nakamoto makalesinde, Wei Dai'nin önerisini BTC'nin ilham kaynaklarından biri olarak göstermiştir (Malherbe ve diğerleri, 2019: 132; Tarmissi ve diğerleri, 2022: 157-158; Tomov, 2019: 2).

2.5. Bit Gold

Bit Gold, kullanıcıların, kriptografik olarak bütünleştirilmiş ve kamuya açık biçimde yayımlanmış bir çözüm aracılığıyla iş ispatı (PoW) işlevini tamamlamasını gerektiren bir tür elektronik para sistemidir (Hamin, 2020: 129). Bit Gold, BTC ile benzer bir fikre sahip olsa da B-money gibi uygulanmamıştır (Tarmissi ve diğerleri, 2022: 158). Teorik olarak çifte harcama sorununu çözen ilk elektronik ödeme sistemi olması sebebiyle BTC'nin en yakın atası olarak görülmektedir. Bit Gold'un temel katkısı, her çözülen problemin bir sonraki problemin temel bileşeni olduğu eş zamansız bir PoW protokolü kullanmasıdır. Bu sayede yapılan işlemler kronolojik sırayla zincire eklenmiş olmaktadır (Malherbe ve diğerleri, 2019: 133). Zincire eklenen son dizi, bir sonraki dizi için çözülecek problemin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu yöntem daha sonra BTC'de de uygulanmıştır. Ancak BitGold, sybil saldırısına karşı hassas olduğundan güvenlik açısından eksiklikleri bulunmaktaydı. Ayrıca Bizans hata toleransı sorununa da çözüm sunmamıştır (Tomov, 2019: 2).

2.6. Bitcoin

Finansal ekosistemin sorunlarına çözüm getirmek için ortaya çıkarılan birçok kripto varlık içinde Blok zinciri teknolojisine ve BTC'ye en yakın olan kripto varlıklar B-

money ve Bit Gold'dur (Tarmissi ve diğeri, 2022: 157). Bit Gold ve B-money gibi örnekler herhangi bir otoriteye ihtiyaç duymadan çalışan kripto varlıklar arasında yer alsa da BTC, geniş ölçekte toplumda kabul gören ilk kripto varlık birimidir (Jain ve diğeri, 2019: 774). 2008 yılında kendisini Satoshi Nakamoto olarak tanıtan bir kişi veya grup tarafından ortaya çıkarılan, merkezi finansal kuruluşlara bağlı olmayan ve doğrudan çevrimiçi ödemelere izin veren blok zinciri teknolojisini kullanan ilk blok zinciri tabanlı kripto varlık BTC'dir (Eren, Erek ve Akbaba, 2020: 1363; Sabry ve diğeri, 2020: 175840). Dünyanın ilk kripto varlık birimi olan ve uzun süre ilgi görmeyen bir ekonomik fenomen olarak düşünülen BTC, 2017'nin sonlarında hızla yükselen fiyatı nedeniyle herkesin bildiği bir yatırım aracı haline gelmiştir. Satoshi Nakamoto tarafından 2008 yılında yayımlanan bir teknik belge (white paper) ile duyurulan BTC, küresel mali krizin ardından geleneksel bankacılık sistemine bir alternatif olarak eşler arası elektronik nakit sağlama girişimidir. 2009 yılında piyasaya sürüldüğünde, bir BTC'nin değeri bir ABD sentinden daha azdır. 2021 yılında, sadece 12 yıl sonra, bir BTC 68.789,63 dolara ulaşmış ve kripto varlık biriminin toplam piyasa değeri trilyon dolar ile ifade edilmiştir (www.bloomberght.com, 2021; www.ntv.com.tr, 2021; Yaya ve Robinson, 2018: 1). 2022 yılı sonuna doğru fiyatında sert bir düşüş yaşansa da yatırımcılar; blok zinciri ve BTC'nin sağladığı finansal bağımsızlık, gizlilik, güvenlik, enflasyona karşı korunma gibi birçok avantaj nedeniyle yatırımlarına devam etmişlerdir. 2025 yılında ise 2024 yılı yarılması sonrasında BTC'nin değeri 110.000 ABD Dolarına ulaşmıştır (Oruç, 2025). Aslında BTC, kendinden önceki para türleri gibi bir gün yok olmaya mahkûm olsa da toplumun para algısına getirdiği devrim niteliğindeki yeniliklerle kendinden sonraki para kavramının gelişimine ışık tutmuştur. Günümüzde BTC'nin açtığı yolu takip eden binlerce kripto varlık vardır. Bunların birçoğu mevcut blok zinciri teknolojisini kullanmakta ve yaratılış amaçları çoğunlukla şaka, eğlence veya spekülasyondan öteye gitmemektedir. Fakat az da olsa önemli bir kısmı finansal sistemin daha özgür ve güvenli olması gibi amaçlarla üretilmektedir.

2.7. Litecoin

LTC, Charlie Lee tarafından 7 Ekim 2011'de GitHub üzerinden açık kaynaklı bir yazılım olarak yayımlanmıştır. Teknik özellikleri BTC ile karşılaştırılabilir nitelikte olsa da daha hızlı işlem onay süreleri sağlamaktadır. Bu özellik, BTC kullanıcılarının işlem

gecikmelerine ilişkin şikâyetlerine çözüm sunması açısından olumlu karşılanmıştır (Gosavi ve Joshi, 2021: 104; Hasan, 2023: 65; www.hurriyet.com.tr, 2017). LTC ağı, BTC'nin 10 dakikalık blok üretme süresine karşılık 2,5 dakikayı hedeflemektedir. BTC ile aynı bilgi işlem gücüne sahip olduğu varsayıldığında çifte harcama saldırısına karşı daha fazla direnç sağlaması öngörülmektedir. Ayrıca LTC ağında 84 milyon LTC üretmesi planlanmaktadır. Bu, BTC ağı tarafından çıkarılması planlanan kripto varlık miktarından dört kat daha fazladır (Gibbs ve Yordchim, 2014: 2589; Karame ve Androulaki, 2016: 164).

Merkeziyetsiz küresel bir ödeme ağı olan LTC, madencilik merkezileştirme sorununu hafifletmek amacıyla PoW için scrypt karma algoritmasını (Kuo, Rojas ve Ohno-Machado, 2019: 468) kullanır. SHA256 yerine şifre anahtarı üretme fonksiyonunu kullanır. SHA256'dan farklı olarak scrypt, bellekte tutulması ve rastgele erişilmesi için oldukça fazla miktarlarda sözde rastgele oluşturulmuş dizelere ihtiyaç duyar. Şifrelemeye yönelik yoğun bellek ihtiyacı sebebiyle, bu tür anahtar üretme işlevi için bir ASIC (uygulamaya özel entegre devreler) tasarlamak gereklidir ve bu basit SHA256'ya göre daha zordur (Mahmoud ve diğerleri, 2019: 3). Scrypt, işlemler süreçlerinde yoğun bellek isteğinde bulunarak algoritmayı gerçekleştirmek için kullanılan cihazı daha fazla çalışmaya zorlar. Bu yeni kripto varlıklar oluşturmak veya işlem gerçekleştirmek için özel donanım oluşturmayı zorlaştırır da bir kripto varlığın genel sağlığı için çok önemlidir. Yatırımcıların para birimini değerli bir değişim biçimine dönüştürmelerine yardımcı olmalarına olanak tanır (Watkins, 2022: 1). Ayrıca LTC madencilerinin, 84 milyon LTC yani 21 milyon olan toplam BTC arzının dört katı kadar LTC üretmesi planlanmaktadır (Jumaili ve Karim, 2021: 3). Bu durum ani fiyat dalgalanmalarına karşı dengeleyici bir rol oynamaktadır. Fakat fazla arz, paranın değerinin daha fazla düşmesi ve madencilerin daha düşük ödül alması gibi dezavantajlar da ortaya çıkabilir.

2.8. Peercoin

Peercoin hisse ispatı algoritmasını (Proof of Stake-PoS) uygulayan bir tür kripto varlık birimidir. PoS, ilk olarak 2012 yılında Sunny King ve Scott Nadal tarafından bir makalede BTC madenciliğinin yüksek enerji tüketimi sorununa çözüm olarak öne sürüldü (King ve Nadal, 2012: 1). Peercoin BTC'ye dayanarak oluşturuldu ve onun doğrudan devamı niteliğindedir. Ancak Peercoin'in toplam arzı, BTC'de olduğu gibi

sabitlenmemiştir (Очаков ve Ирина, 2016: 43). PoS, enerji tasarrufunu önceliklemeyen rekabet temelli bir süreç yerine doğrulayıcıların hisselerine odaklanan bir seçim sürecini kullanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, stake yapan doğrulayıcılar cüzdanlarında ne kadar çok para bulundurlarsa blok zincirine bir blok eklemek için seçilme ve ödül kazanma şansı da yüksek olmaktadır (Azbeğ ve diğerleri, 2021: 361; www.cointelegraph.com, 2017). PoW sisteminde madencilerin, PoS sistemindeki karşılığı doğrulayıcılardır. Seçim sürecinde ağ, jeton yaşı metriğini kullanmaktadır. Para miktarı ile elde tutulma süresinin çarpılması sonucu ise paranın yaşı bulunmaktadır. Örneğin toplamda 10 coin 20 gün boyunca tuttuğumuzda coin yaşı 200 olur ve oluşturulan her yeni blokta coinin yaşı sıfırlanmaktadır. Seçilen doğrulayıcı, bir miktar coin stake ederek bloğu doğrulamakta ve stake ettiği miktarla orantılı olarak ödüllendirilmektedir. Peercoin, PoS'u ilk kullanan kripto varlık olsa da paranın ilk oluşturulması sürecinde PoW'u kullanmaktadır. Bu nedenle Peercoin, iki sistemi de kullandığı için hibrit bir sistem olarak adlandırılabilir. Ayrıca Nxt ve Ouroboros gibi PoS kullanan çok sayıda kripto varlık vardır. PoS'u PoW ile birleştirmeden tamamen kullanan bir kripto varlık biriminin örneği Nxt ve IMPT verilebilir. Benzer şekilde 15 Eylül 2022'de ETH gerçekleştirdiği bir güncelleme ile PoW kullanmaktan vazgeçerek PoS fikir birliği mekanizmasına geçiş yapmıştır (Azbeğ ve diğerleri, 2021: 361; Kapengut ve Mizrach, 2023: 96; Özbucak, 2023; Saad ve Radzi, 2020: 28).

2.9. Ripple

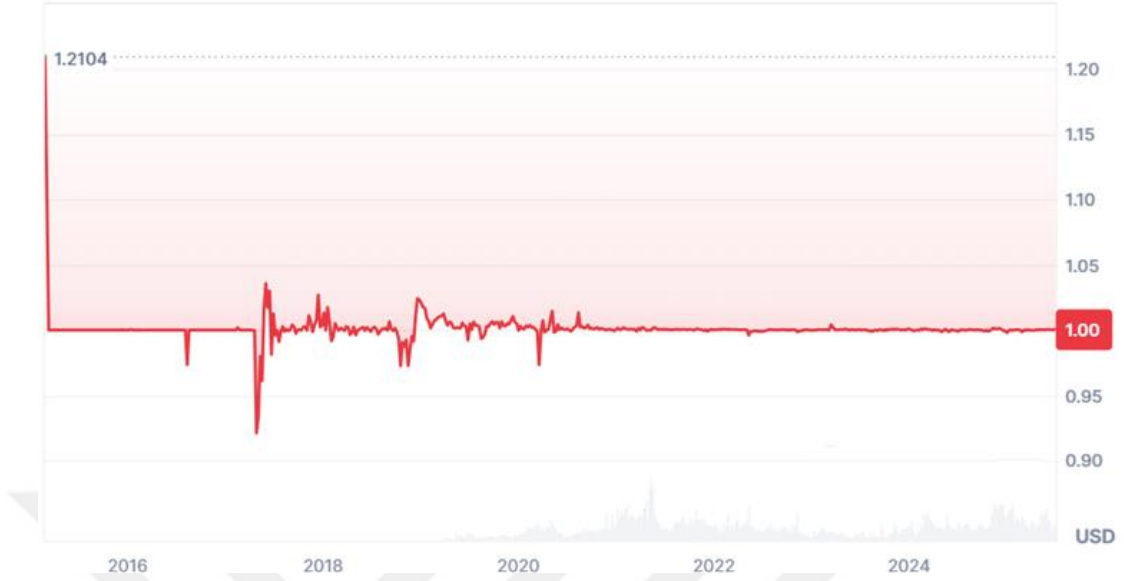
XRP blok zinciri teknolojisi aracılığıyla sürdürülebilir bir finansal sistem oluşturarak küresel erişimi ve eşitliği artırmayı amaçlayan 2012 yılında Arthur Britto, David Schwartz ve Ryan Fugger tarafından yaratılan bir ödeme ağı ve protokolüdür. XRP protokolü BTC'ninkine benzer prensiplere sahiptir. Fakat BTC'den farklı olarak XRP'nin kaynak kodu şirkete aittir. Bu da dışarıdan herhangi biri tarafından doğrulanamayacağı anlamına gelmektedir (Jani, 2018: 1; www.ripple.com, 2023). Blok zincirinin merkeziyetsiz yapısının aksine XRP, kayıt yaptıran herkesin katılımına izin verse de bazı doğrulayıcılar merkezi otorite görevi görmektedir. Bu doğrulayıcılar çoğunlukla ağda güvenilir düğüm sağlayıcıları olarak seçilmektedir. XRP ağındaki her düğümün, diğer tüm düğümlere güvenmesi gerekmez sadece her düğümün kendi düğümüne güvenmesi yeterli olmaktadır. Sonuç olarak XRP Protokolü işlemleri birkaç saniye içinde

gerçekleştirilebilmektedir. Bizans hata toleransı bakımından literatürde en güçlü protokoller arasında sayılmasa da ağ üyeliğinde hız ve esnekliğe imkan sağlamaktadır. XRP Ağı'nın güvenli, hızlı ve düşük maliyetli bir küresel ödeme ağı olarak işlev görmesi onun gelecekte finansal alanda daha da öne çıkabileceğini göstermektedir (Athanassiou, 2017: 14-15; Kuriakose ve Midhunchakkaravarthy, 2022: 3; Schwartz, Youngs ve Britto, 2014: 7-8).

2.10. Tether

USDT ortaya çıkmadan önce ilk proje olan RealCoin; Brock Pierce, Reeve Collins ve Craig Sellars tarafından piyasaya sürülmüştür. Daha sonra üç kurucu ortakten ikisi BTC protokolünün üzerinde kullanıcıların kendi dijital para birimlerini oluşturmalarına olanak tanımak amacıyla Mastercoin (sonraki ismiyle Omni) isimli bir proje üzerinde çalışmıştır. Bu proje çerçevesinde BTC'nin üzerine ek bir katman geliştirilmiştir. Bu katman ile ilk USDT Ekim 2014'te ihraç edilmiş ve Şubat 2015'te ise işlem görmeye başlamıştır. USDT, kripto varlık borsalarında USDT sembolü altında işlem görmektedir (Aria, 2021: 10; Lipton ve diğerleri, 2020: 3-4; Vyas, 2021: 79).

USDT'nin, BTC protokolü temelli blok zinciri altyapısı olan Omnilayer platformu aracılığıyla oluşturulmuş olması ve bu platform üzerinde işlemlerini gerçekleştirmesi sayesinde; her bir yeni USDT üretilmesine ilişkin şeffaflık sağlanabilmektedir. Tether Ltd., USDT'yi, blok zinciri üzerinde işlem gören, yüksek likiditeye sahip ve 1'e 1 oranında itibari para birimlerine sabitlenmiş dijital varlıklar olarak nitelendirmektedir. Şirketin iddiasına göre tüm USDT, bir para birimine (örneğin, 1 USDT = 1 USD) 1'e 1 olarak sabitlenmiştir ve USDT'nin dolaşımdaki tokenları şirketin rezervleri tarafından %100 desteklenmektedir. Şirket tamamen şeffaflık politikası gereği mevcut rezerv varlıklarının kaydını yayımlamaktadır. Kısaca belirtmek gerekirse, Tether Ltd. üretilen her USDT'nin rezervleri ile desteklenmesinin kanıtı olarak finansal raporlarını kamuoyuyla paylaşmaktadır ve Kasım 2023'te toplam varlık değerinin 90 milyar ABD dolarından fazla olduğunu beyan etmektedir (Okeke, Bans-Akutey ve Sassah-Ayensu, 2021: 4; www.tether.to, 2023).



Şekil 1.2. Yıllara Göre USDT Fiyatı

Kaynak: (www.coinmarketcap.com, Tether, 2025)

Rezervlerin açıklanması ile hem şeffaflık hem de güven açısından USDT diğer kripto varlıklardan farklı olduğunu öne sürse de açıklanan rezervlerde eksiklik olduğu yönünde çok sayıda iddia vardır. Bu iddiaların temel dayanağı, birçok kripto varlık ve kripto varlık borsasında olduğu gibi denetim sürecindeki eksikliklerdir. USDT'nin rezervlerine ilişkin şüpheler, ikincil piyasa fiyatlarındaki düşüşlerle birçok kez kendini göstermiştir. Örneğin Şekil 2'de görüldüğü gibi 2017 yılının başında USDT'nin fiyatı 0,91 dolara kadar düşmüştür. USDT, her ne kadar fiyat istikrarsızlığından diğer kripto varlıklar gibi etkilense de halen işlem hacmi açısından en fazla kullanılan stablecoindir. Hatta işlem hacmi incelendiğinde BTC ve ETH gibi diğer kripto varlıklarla rekabet edebilecek durumdadır (Lipton ve diğerleri, 2020: 3-4).

2.11. Ethereum

Son yıllarda blok zinciri ekosistemi çok zincirli bir dünyaya dönüşmüştür. Bunlardan biri de 2014 yılında Rus programcı Vitalik Buterin'in yayımladığı bir teknik inceleme ile tanıtılan ETH'dir. Buterin, İngiliz programcı Gavin Wood ve Kanadalı girişimci Joseph Lubin ile Temmuz 2015'te ETH 1.0'ı başlatmıştır. ETH, herhangi bir geliştiricinin DApp'leri çalıştırmak için kullanabileceği, sanal makinelerden (EVM) oluşan eşler arası bir ağdır. Ağ, bir sözleşme gibi belirli şartlar karşılandığında mekanik olarak yürütülen kuralları uygulamak için düzenlenmiştir. ETH, kendi merkezi olmayan

halka açık blok zinciri ile bu sözleşmeleri kriptografi kullanarak saklamakta, yürütmekte ve korumaktadır (Buterin, 2014: 13; Hamilton, 2020: 8; Jani, 2017: 1; Kabla ve diğerleri, 2022: 71635; Lee ve diğerleri, 2023: 1). Yalnızca belirli koşullar sağlandığında kilidi açılan ve otomatik olarak önceden belirlenen yükümlülükleri yerine getiren kriptografik yapılar olan akıllı sözleşmeler sayesinde ETH, BTC'den çok daha fazla alanda kullanılabilir. İşlem süreçlerinde ETH, kendine özgü para birimi olan Ether'i kullanmaktadır. Ayrıca BTC'nin 10 dakika olan blok oluşturma süresine karşılık ETH da blok oluşturma süresi yaklaşık 12 saniyedir (Alpen ve İnci, 2018: 47; Ishaq ve Khan, 2023: 15; Shailak, 2017: 1; www.etherscan.io, 2023).

ETH blok zinciri, kullanıcıların protokol düzeyindeki kripto varlık birimi Ether'i kabul edebilen ve kullanabilen DApp'ler oluşturmaya ve dağıtmasına olanak tanır. Birçok DApp ayrıca kendi özel tokenlarını da yayımlar. Bu tokenlar finansal ürünler, şirket içi para birimleri, DApp yönetimi için oylama hakları veya diğer değerli varlıklar olabilir. Diğer DApp'ler ve web uygulamaları ile çalışabilirliği teşvik etmek için ETH, ERC-20 adı verilen bir token standardını kabul etmiştir (Rahimian ve Clark, 2021: 1). İlk kez 2015 yılında hayata geçirilen ERC-20 standardı, ETH blok zincirinde bölünebilir ve değiştirilebilir tokenlar oluşturulmasını sağlar ve akıllı sözleşmeler yoluyla diğer tokenlarla takas edilmelerine olanak tanır (Konak ve Özkahveci, 2023: 100; Müşerref, 2023; Tripathy ve diğerleri, 2024: 2920). ERC-20 ilk kez, yalnızca orta düzeyde teknik yeterliliğe sahip nihai kullanıcıların, karmaşık ve platforma bağımlı cüzdan yazılımlarını yüklemelerine gerek kalmadan yeni blok zinciri girişimlerine katılabilecekleri bir ekosistem yaratmıştır. Bu, blok zinciri finansmanına katılımı demokratikleştirmiş ve yeni sermaye kaynaklarının önünü açmıştır. Bir yatırımcı için ERC-20 token standardı, ICO tokenlarının çekiciliğini artırmaktadır çünkü bu tokenlar çeşitli borsalarda ve herhangi bir uyumlu cüzdanla kolayca işlem görebildiğinden, sürekli olarak kullanılabilirlikleri umut verici görünmektedir. Bu birlikte çalışabilirlik, potansiyel alıcı havuzunu büyük ölçüde genişletmekte ve altta yatan blok zinciri teknolojisi gelişse bile ileriye dönük teknik uyumluluk sağlamaktadır (Cuffe, 2018: 3-4).

Akıllı sözleşmelerin ana standardı ERC-20'dir. Fakat zamanla çeşitli ihtiyaçlar nedeniyle ERC-721, ERC-777, ERC998 ve ERC-1155 vb. yeni standartlar ortaya çıkmıştır. ERC-223 ve ERC-777 standartları ERC-20 standardının iyileştirmeleridir.

ERC-223 işlemlerin rastgele sözleşmelere gönderilmesini engellemektedir. Bu sayede bir akıllı sözleşmenin tokenları işlemek için herhangi bir işlevi yoksa, tokenlar gönderene iade edilebilmektedir. ERC-777, uyumsuz sözleşmeler arasındaki işlemleri otomatik olarak iptal etmekte ve şüpheli görülen adresleri işaretlemektedir. Başka bir adresten token gönderme hakkına sahip adresler operatör olarak görevlendirilebilir ve işlemler daha hızlı gerçekleştirilebilir. ERC-865 ise ERC-20'ye benzer bir standarttır ancak komisyonlar için gas değil, tokenların kendisi kullanılmaktadır (Averin ve Samartsev, 2023: 2). ERC 721, NFT'lerin geliştirilmesine yönelik oluşturulan bir standarttır. ERC-20 tokenlarının aksine, ERC-721 tokenları benzersiz ve bölünmezdir ve dijital sanat, koleksiyon ve sanal gayrimenkul gibi türünün tek örneği varlıkları oluşturmaktadır. ERC-721 standardı, token sahipliğinin sorgulanmasına, sahipliğin aktarılmasına ve kullanıcılar arasında NFT ticareti yapılmasına olanak tanıyan çeşitli fonksiyonları içermektedir. Her ERC-721 tokenı, aynı sözleşmedeki diğer tüm tokenlardan ayıran benzersiz bir tanımlayıcıya sahiptir. Bu benzersizlik, blok zincirinin değişmezliği ile birleştiğinde, dijital varlık sahipliği ve ticaretinde devrim yaratan kanıtlanabilir sahiplik ve nadirlik sağlamaktadır. ERC-11559 ise tek bir akıllı sözleşme içinde hem değiştirilebilir tokenleri hem de NFT'leri destekleyen hibrit bir token standardıdır. Bu çok yönlülük, ERC-1155'i her iki token türünün bir kombinasyonunun gerekli olduğu uygulamalar için özellikle uygun hale getirmektedir. ERC-1155 ile tek bir akıllı sözleşme birden fazla değiştirilebilir tokenleri ve NFT'yi yönetebilmekte ve çoklu token projelerinin geliştirilmesini ve dağıtımını kolaylaştırmaktadır. Bu standart, geliştiricilerin çok çeşitli varlıklarla token ekosistemleri oluşturmalarına olanak tanıyarak verimliliği arttırmakta ve gas maliyetlerini azaltmaktadır (Choi, Woo ve Hong, 2024: 5).

ETH ağ üzerinde oluşabilecek güvenlik açıklarını önlemek ve Turing bütünlüğünden kaynaklanan soruları atlatmak için tüm programlanabilir hesaplamaları gas olarak adlandırdığı bir ücretle gerçekleştirmektedir. Programlanabilir hesaplamalar sözleşme oluşturmayı, mesaj aramaları yapmayı, hesap depolamayı, hesap kullanmayı, depolama alanına erişmeyi ve sanal makinede operasyonları yürütmeyi içermektedir. Gas ücretleri, genel kabul görmüş kurallar doğrultusunda hesaplanır. İşlem yapmak isteyenler istedikleri gas fiyatını belirleyebilirler fakat madencilerde sunulan gas fiyatına göre istedikleri işlemleri göz ardı etmekte özgürdürler. Bu nedenle, daha yüksek gas fiyatı daha

fazla Ether harcamak anlamına gelse de işlemin madenciler tarafından seçilme olasılığını arttıracaktır. Madencilerde genel olarak işlemleri gerçekleştirecekleri minimum gas fiyatını duyursalar da işlemciler bu gas fiyatını seçmede özgürdür (Wood, 2014: 8). Bu süreç genelde taraflar arasında mutlak dengenin kurulup maliyetin işlemin göndericisi tarafından ödenmesi ve işlemlerin gerçekleşmesiyle sonuçlanmaktadır. Her ne kadar akıllı sözleşmelerin faydaları kullanıcılara belirli bir bedel karşılığında sunulsa da geliştiriciler, akıllı sözleşmeleri kullanarak değişmezlik, kendi kendine işlem görme ve merkeziyetsiz olma gibi avantajları elde etmenin yanı sıra IoT (nesnelerin interneti), oyun, finans ve veri güvenliği gibi farklı alanlara uygulanan merkezi olmayan uygulamaları kolayca geliştirebilmektedirler (Chen ve diğerleri, 2022: 2; Werner, Pritz ve Perez, 2020: 3).

ETH projesinin doğuşuyla birlikte en çok ilgi çeken özellik, bir kopyası blok zinciri defterine girilen ve içeriği taraflar arasındaki işlemlerin yürütülmesine ilişkin kuralları temsil eden derlenmiş programlama kodu olan akıllı sözleşmeler kavramıdır (Czarnecki ve Wojdyło, 2017). Akıllı sözleşme, otomatikleştirilebilir ve uygulanabilir bir sözleşmedir. Bilgisayar tarafından otomatikleştirilebilir, ancak bazı parçalar insan girdisi ve kontrolü gerektirebilir. Hak ve yükümlülüklerin yasal olarak uygulanması veya bilgisayar kodunun değiştirilmeye karşı korumalı yürütülmesi yoluyla uygulanabilir (Clack, Bakshi ve Braine, 2017: 2). Akıllı sözleşmeler, bugün dijital varlıkların yakın gelecekte ise dijitalin yanı sıra fiziki varlıkların önceden belirlenen birtakım kurallar çerçevesinde değişimini sağlayan/sağlayacak, blok zinciri altyapısını kullanan sistemlerdir (Buterin, 2014: 2-34). Temelde kendi kendini yönetebilen sonuçlandırabilen dijital sözleşmeler olarak düşünülebilir. Blok zinciri üzerinde kullanılan bu dijital sözleşmeler aslında sisteme katılmış tüm bilgisayarların oluşturduğu ağ tarafından kontrol edilen, önceden çerçevesi ve tüm detayları belirlenmiş ve bu detayları uygun şartlarda sunmaya hazır halde bulunan bilgisayar programlarıdır (Güven ve Şahinöz, 2022: 93).

ETH 1.0 doğduğunda PoW kullanmış ancak önceden var olan bir hash algoritması yerine yaratıcıları tarafından kendi karma algoritması olan EtHash geliştirmiştir. Yeni bir algoritma oluşturmanın temel amacı, iyi niyetli olmayan madencilik gruplarının veya donanım şirketlerinin madencilik süreçlerini etkilemesini veya manipüle etmesini

engellemek ve madencilik merkezileştirme sorununu azaltmaktır. Özetle ETH için özel olarak oluşturulan EtHash çeşitli güvenlik riskleri çerçevesinde ASIC'e karşı dayanıklıdır (Mukhopadhyay ve diğerleri, 2016: 4). Bununla birlikte ETH PoW'u, bir katılımcının sistemi manipüle etmesini engellemek, ağı kendi kendine düzenlemek ve tüm katılımcıların adil katılımına izin vermek için bir Sybil koruma mekanizması olarak kullanmıştır. Bu, ağ üzerinde rekabet yoluyla güvenliğin sağlandığı açık ağlarda verimli bir şekilde çalışmaktadır. Ancak PoW algoritması Bizans hata toleransına karşı %100 etkili olmadığından ve özel ağlarda eterin herhangi bir değeri olmadığından PoW'ın güvenlik koşullarını yeterince sağladığı iddia edilemez. Bu sebeple PoW'ın alternatifi olarak tüm fikir birliği katılımcılarının bilindiği ve saygın olduğu ağlar için yetki ispatı algoritması (Proof of Authority, PoA) kullanılmaktadır. PoA, güvenilir katılımcıların bulunması halinde yoğun madencilik faaliyetine ihtiyaç olmadan, daha verimli ve Bizans hata toleransına karşı daha etkin koruma sağlamaktadır (www.academy.binance.com, 2018; www.azure.microsoft.com, 2018). PoA ağı, akıllı sözleşmeler ve ETH standartlarını geliştirmeyi kolaylaştıran açık kaynaklı bir ETH yan zinciridir. Bu ağ, akıllı sözleşmelerin, DApp'ların ve NFT'lerin PoA ağına kolayca taşınabilirliğine olanak tanıyan özel olarak tasarlanmış güçlü bir programlama dili olan Solidity ile desteklenir (Singh ve diğerleri, 2020: 8-9; www.soliditylang.org, 2023).

ETH algoritma veya programlama dili gibi özellikleri göz önüne alındığında birçok kripto varlıktan ayrışsa da onlar gibi yüksek enerji tüketimi nedeniyle yoğun eleştirilerle karşılaşmıştır. Bu nedenle ETH, The Merge (Birleşme) adı verilen bir olay aracılığıyla mevcut küresel iklim krizinin etkilerini en aza indirmek ve enerji yoğun madencilik sürecinden uzaklaşma çabasına öncü olmuştur. Bu amaçla 15 Eylül 2022'de ETH 2.0 versiyonunu yayımlayarak, PoW yerine yetkilendirilmiş hisse ispatı (DPoS) mekanizmasını hayata geçirmiştir (Vries, 2023: 2). Birleştirme sonrası ETH'nin enerji tüketimi %99,95 oranında azalmıştır (www.ethereum.org, 2023.). Geçiş sonrası ETH yürütme ve fikir birliği şeklinde iki katman olarak çalışmaktadır. Önceki PoW protokolüne benzeyen yürütme katmanı, işlemlerin doğrulanmasını ve yürütülmesini sağlamaktadır. Fikir birliği katmanı ise doğrulayıcılar arasında fikir birliği sağlamaya odaklanmıştır. Ayrıca PoW mekanizmasındaki madencilerin yerini doğrulayıcı olarak bilinen katılımcılar almıştır. ETH ağındaki blokları doğrulamaktan sorumlu olan

Doğrulayıcı olabilmek için 32 ETH stake edilmesi gerekmektedir (Grandjean, Heimbach ve Wattenhofer, 2023: 3-4). ETH 2.0'da özellikle Beacon zincirinin de içinde bulunduğu birden çok zincir vardır. Beacon zinciri, ETH'nin temel bileşenidir ve farklı parçalardaki zincirlerin koordinasyonundan sorumludur. Bununla birlikte tüm sistemin tutarlılığını sağlamak için diğer parçalardaki blok zincirlerle sıklıkla iletişim kurmaktadır (Xu, Wang ve Jia, 2023: 29).

Günümüzde BTC, hala piyasa değeri bakımından en büyük kripto varlık birimi olma özelliğini koruyor; ancak, yakın zamanda ETH, bu liderliği tehdit eden en güçlü alternatif olarak öne çıkıyor. ETH'nin ortaya çıkış amacı, merkezi olmayan bir finansal sistem sunarak dünya genelindeki herkes için daha kapsamlı bir çözüm sağlamaktır (Kozlovskiy ve diğerleri, 2021: 192). ETH'nin BTC'ye kıyasla sunduğu hizmetler ve finansal çözümler, bu amacı gerçekleştirmeye yönelik olarak önemli adımlar atmasını sağlamaktadır. Temel farklılık, BTC'nin değişmeyen yapısına karşın, ETH'nin sürekli olarak yenilikçi fikirlerle revize edilen teknolojisi tarafından ortaya konmaktadır. Bu durum, ETH'nin sadece bir kripto varlık birimi değil, aynı zamanda geleceğin finansal ekosistemine dair önemli bir öncü rolü üstlenmesine olanak tanımaktadır.

2.12. EOS

EOS 2018 yılında Brendan Blumer ve Dan Larimer tarafından oluşturulmuştur. Esasında EOS, çeşitli uygulamalar oluşturmak için kullanılan bir yazılım platformu olan EOS.IO ağında işlem yapmak için kullanılır (Keçeci, 2023). EOSIO ağı, endüstriyel ölçekte çalışan merkeziyetsiz bir işletim sistemidir ve karmaşık DApp'leri etkili bir şekilde çalıştırmak için milyonlarca işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirebilme kapasitesine sahiptir. Bu yüksek performans, platformun yetkilendirilmiş DPoS mutabakat mekanizmasını kullanmasından kaynaklanmaktadır. Geleneksel PoW sistemlerine kıyasla, EOSIO yoğun madencilik süreçlerine büyük miktarda kaynak harcamaz (He ve diğerleri, 2020: 2; Wątopek ve diğerleri, 2021: 14). Ağ üzerinde işlem gerçekleştirmek isteyen kullanıcılar, blok doğrulayıcılarından RAM satın alarak gerekli kaynaklara erişim sağlamaktadır. Geliştiriciler tarafından tek zincirde saniyede en az 1.000 işlem garantisi verilirken en fazla ise 8.000 işleme kadar performans elde edilebileceği öngörülmektedir. Zincir sayısının artışıyla beraber işlem sayısı için sınırsız performans elde edilmesine olanak tanınmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde

ETH'nin en önemli alternatiflerinden biri olarak kabul edilmektedir (Bamakan ve diğerleri, 2020: 12; Guidi, 2021: 7; Larimer, 2018).

EOSIO, C++'ı resmi dil olarak kullanarak DApp geliştiricilerine akıllı sözleşmeler yazma imkânı tanınmaktadır. Sözleşme kaynak kodu, öncelikle WebAssembly bayt koduna derlenmektedir. Ardından, bu bayt kodu EOSIO'nun WebAssembly sanal makinesinde yürütülerek EOS transferi gibi işlemler, blok zinciri üzerinde kaydedilmektedir. Ayrıca, bir hesap birden fazla akıllı sözleşmeyle ilişkilendirilemez. Yapılan en yaygın işlem ise EOSIO para birimi tokeni EOS'un aktarılmasıdır (Huang ve diğerleri, 2020: 2).

2.13. Libra

Sosyal medya devi olarak hayatımıza giren ve sonrasında da finansal dijitalleşme trendinin öncülüğünü yapmak için adım atan Facebook, Haziran 2019'da Libra (Libra 1.0) isimli bir dijital para birimi projesini duyurdu (Rrustemi ve Tuchschnid, 2020: 19). Bu proje kullanıcılara, merkezi olmayan bir blok zincir ile akıllı bir sözleşme platformu, düşük oynaklığa sahip bir kripto varlık birimi, anonim dijital cüzdanlar ve küresel ölçekte yeni bir elektronik ödeme altyapısı sunmayı hedeflemekteydi. Libra, rezervinde bir banka mevduatı ve kısa vadeli devlet tahvili sepeti bulundurarak kullanıcıları üzerinde güven oluşturmayı hedeflemiştir (www.docdroid.net, 2019: 1-3). Ancak proje, otoritelerin yoğun baskısıyla karşı karşıya kalmış ve Libra orijinal tasarımında değişiklikler yapılarak Aralık 2020'de geniş bir dijital para projesi olan Diem'e (Libra 2.0) dönüştürülmüştür. Bu tarihten sonra, proje Diem olarak geliştirilmeye devam etmiş ve hızla otoritelerin eleştirileri çerçevesinde bir yol oluşturulmuştur. Bu çerçeve, ağ genelinde finansal uyumluluk, risk yönetimi, kara para aklama ve terörizmin finansmanı (ML/TF) konularındaki standartlara uygunluğu sağlamak amacıyla kapsamlı bir şekilde oluşturulmuştur. Nisan 2020'de, Facebook bu konsept merkezinde güncellenmiş bir white paper yayımlanmıştır (Pilkington, 2022: 403-404).

Diem, bir blok zincir ödeme sistemidir. Sistem hesap modelini kullanıcılar, roller ve haklar temelinde inşa etmektedir. Sadece önceden yetkilendirilmiş bilgisayarlar, işlem yapma yetkisine sahiptir. Bu bilgisayarlar, Bizans Hata Toleransı uzlaşma protokollerine dayalı bir konsensüs mekanizmasına katılırlar (Pierro ve Tonelli, 2022: 34). Diem ABD

doları, euro ve İngiliz sterlini gibi ulusal para birimlerine sabitlenmiştir. Esasında sabit bir coin yerine sabit nominal ağırlıklı sanal bir para sepetidir. Farklı para birimlerine sabitlenen her bir stablecoin, uluslararası ödemelerde kullanılabilir. Ayrıca stablecoinlere sahip olmayan ülkelerdeki ekonomik aktörler için düşük oynaklığa sahip cazip bir alternatiftir. Facebook, küresel düzenleyiciler, merkez bankaları ve finansal kurumlar gibi aktörlerle iş birliği yaparak ağdaki stablecoin sayısını zamanla artırmayı planlamaktadır (Pilkington, 2022: 403-404).

2.14. Binance Coin

Binance Coin (BNB), Binance adlı bir kripto varlık borsası tarafından oluşturulan ve kullanılan bir kripto varlık birimidir. 2017 yılında yatırımcıların Binance'teki işlem ücretlerinde indirim almalarını sağlayan bir yardımcı token olarak yaratılmıştır. İlk olarak ETH blok zincirinde üretilmiş bir ERC-20 tokenidir. Ancak Binance, Binance Chain (BSC) adlı kendi blok zincirine geçiş yapmış ve bu kripto varlık birimini ETH'den bağımsız hale getirmiştir, fakat BNB zinciri ETH ekosistemi ile uyumluluğunu korumaktadır (Bholane, 2021: 74; Coşar, 2023; <https://docs.bnbchain.org>, 2025).

BNB, Binance borsasında işlem ücretlerini ödemenin yanı sıra; hizmetler ve ürünler satın almak, Binance Launchpad'deki token satışlarına önceden erişim elde etmek, ICO'lara katılmak, Binance üzerinde alışveriş yapmak, oyun ve etkinliklere katılmak gibi işlemler için kullanılabilir. Ayrıca BSC üzerindeki akıllı sözleşmelerin ve DeFi (Decentralized Finance) uygulamalarının çalıştırılmasını sağlamaktadır. BNB, bu platformda da işlem ücretleri ödemek için kullanılabilir (Coşar, 2023; www.bnbchain.org, 2025).

Binance, belirli aralıklarla coinlerin bir kısmını geri satın almakta ve yakmaktadır. Bu işlemlerle Binance, toplam BNB arzını azaltmayı ve böylece zaman içinde coinin değerini arttırmayı amaçlamaktadır. BNB token yakma işlemi, kripto varlık alanında en bilinen ve etkili örneklerden biridir (Bholane, 2021: 74; Gregory ve Mini, 2025: 4).

2.15. Cardano

Cardano, kripto varlıkların tasarlanma ve geliştirilme biçimini değiştirme çabası olarak 2015 yılında başlayan ve 2017 yılında hayata geçiren üçüncü nesil bir blok zinciri

platformudur. Kripto varlık biriminin adı ADA'dır (Bholane, 2021: 74; Krause, 2024: 5; Saikia, 2022: 254; www.why.cardano.org, 2025).

Cardano, Ouroboros isimli iş kanıtının güvenlik garantilerini düşük enerji tüketimiyle sağlayan ve daha iyi hale getiren bir çeşit PoS protokolü kullanmaktadır. Protokol, BTC gibi madencilik işlemleri için gerekli olan karmaşık PoW hesaplamalarına ve yüksek elektrik tüketimine ihtiyaç duymamaktadır. Bu da potansiyel olarak ağı daha verimli ve sürdürülebilir kılmaktadır. Ouroboros, protokolün ve ona bağlı olan dağıtılmış ağların bütünlüğünü, sürdürülebilirliğini ve performansını garanti altına almak için kriptografi, kombinatorik ve matematiksel oyun teorisini kullanmaktadır. Protokol, ADA'nın %51'inin dürüst katılımcılar tarafından tutulduğu sürece güvenliği sağlamaktadır (Bholane, 2021: 74; www.cardano.org, 2025).

Cardano blok zincirinde madenciler ya da daha doğru bir ifadeyle hissedarlar, temel kripto varlık biriminin hisselerini yani ADA'yı yatırır ve ardından Ouroboros sistemi, blok zincirinde bir sonraki bloğu oluşturmak için rastgele bir süreç aracılığıyla bir hissedarı lider olarak seçer. Ancak, hissedarlar seçildiklerinde yeni bir blok oluşturmak için gerekli beceriye sahip olmayabilirler. Bu nedenle paydaşlar, hisselerini hisse havuzu operatörleri tarafından işletilen özel hisse havuzlarında birleştirirler. Ödüller daha sonra hisse havuzu üyeleri arasında paylaştırılır. Yani özünde ADA kripto varlık sahipleri ya bir hisse havuzu işleterek ya da paylarını bir hisse havuzuna devrederek ödül kazanabilirler (King ve diğerleri, 2021: 127). Bu ödül sistemiyle Ouroboros, mevcut blok zincirlerinin karşılaştığı en büyük zorluk olan giderek daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulması sorununa çözüm üretmektedir. Cardano, Ouroboros'u kullanarak BTC'nin enerji verimliliğinin dört milyon katına kadar güvenli, sürdürülebilir ve etik bir şekilde ölçeklendirebilmektedir (www.cardano.org, 2025).

Ouroboros protokolü enerji verimliliği ve güvenlik açısından avantaj yaratsa da kripto varlık ekosisteminde sıkça karşılaşılan siber saldırı girişimleriyle de karşılaşmıştır. Blok zinciri, genel olarak güvenli kabul edilse de siber tehditlere karşı tamamen bağışıklık sunmamaktadır. Cardano, diğer büyük blok zincirlerine kıyasla daha az sayıda saldırıya maruz kalmış olsa da geçmişte ağı istismar etmeye yönelik çeşitli girişimlerle uğraşmıştır. Ancak, ağın güvenlik protokollerinin aktif olarak güncelleştirilmesi Cardano'yu olası saldırılara karşı daha da sağlam hale getirmektedir (Masrani, 2024).

2.16. Solana

SOL, özellikle ETH gibi çok bilinen blok zincirlerine rakip olarak üretilen, geliştiriciler ve kullanıcılar için işlem hızı ve düşük ücretler sunan yüksek performanslı bir blok zinciri platformudur. SOL blok zinciri PoS ve PoH algoritmalarını birlikte kullanmaktadır ve özellikle NFT ve DeFi açısından da güçlü bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Jung, 2022: 5; Kapron, 2025; Yakovenko, 2018: 1).

SOL ağı, günümüzde öne çıkan blok zinciri platformlarından biri haline gelmiştir. İşlemleri benzeri görülmemiş oranlarda yüksek işlem kapasitesi, ETH'nin sıkışık ve pahalı ağına alternatifler arayan proje geliştiricilerinin ilgisini çekmiştir. Teoride saniye başına 65.000 TPS (Saniye Başına İşlem) kapasitesini desteklemesi bu ilginin önde gelen sebeplerinden biri olmuştur (Hardiyanto, Rafdinal ve Juniarti, 2023: 74; Kapron, 2025; Yakovenk, 2025).

İKİNCİ BÖLÜM

KRİPTO VARLIK PİYASALARINDA OTORİTELER VE EMTİA PİYASALARI

1. KRİPTO VARLIKLARIN YASAL STATÜSÜ VE DEVLETLERİN BAKIŞI

Kripto varlıklarla ilgili düzenlemeler dünya genelinde uluslararası kuruluşlar ve ülkeler tarafından incelenmekte ve geliştirilmektedir. Birçok ülke politika ve yasalar oluştururken, bazıları çeşitli sebeplerle bu konuda gecikmektedir. Bazı ülkelerde kısmi düzenlemeler mevcutken, diğerleri ise sektörün geneline yönelik düzenlemeler yapmak için adımlar atmaktadır. Kripto varlık birimleri 2009'dan bu yana var olmasına rağmen, dünya genelindeki hükümetler ve düzenleyiciler hala kullanımlarını nasıl yöneteceklerini araştırmaktadırlar. Tüketicilerin ve işletmelerin, dolandırıcılık faaliyetlerinden korunması ve yasa dışı kripto kullanımlarıyla mücadele etmek için önleyici tedbirler almada birçok ülkede ilerleme kaydedilmektedir. Ancak bu sürecin oldukça yavaş ilerlediği söylenebilir (George, 2024).

Kripto varlıklarla ilgili düzenlemelere ülkelerle beraber uluslararası kuruluşlar da katkıda bulunmaktadır. Örneğin G-20 Ülkeleri, yatırımcının korunması, kara para aklanması, vergi kaçakçılığı ve terörizm finansmanı ile mücadele çerçevesinde birçok uluslararası kuruluşla beraber Mali Eylem Görev Gücü'nü (FATF) görevlendirmiştir (İmal, 2021). Ekim 2021'de FATF, Sanal Varlıklara (VA) ve Sanal Varlık Hizmet Sağlayıcılarına (VASP) Risk Tabanlı Yaklaşım için 2019 Kılavuzunu güncellemiştir. Bu güncellenmiş kılavuz, FATF'nin VA ve VASP üzerinde devam eden gözetiminin bir parçasını oluşturmaktadır (FATF, 2021). Aralık 2022'de ise Basel Bankacılık Denetim Komitesi (BCBS), bankaların kripto varlıklara olan riskleri için ihtiyati gereklilikleri ortaya koyan kuralları yayımlamıştır (Basel Committee on Banking Supervision, 2022: 1). Benzer şekilde Avrupa Birliği tarafından, üye ülkelerde kripto varlıklar için tek tip, birleştirici ve kapsamlı kurallar sunmak amacıyla MiCA hazırlanmıştır (EUR-Lex, 2023).

Finansal İstikrar Kurulu (FSB), ulusal mali otoritelerin ve uluslararası standart belirleyici kurumların çalışmalarını uluslararası düzeyde koordine eden ve mali istikrar adına etkili, düzenleyici, denetleyici ve diğer mali sektör politikalarının uygulanmasını

geliştiren ve teşvik eden uluslararası bir kuruluştur. FSB Şubat 2022'de, stablecoinler ve DeFi dahil olmak üzere kripto varlık piyasalarındaki gelişmeleri ve ilgili güvenlik açıklarını inceleyen Kripto Varlıklardan Kaynaklanan Finansal İstikrara Yönelik Risklerin Değerlendirmesi raporunu yayımlamıştır. Ekim 2022'de ise 15 Aralık 2022'ye kadar sürecektir bir kamu istişaresi için kripto varlık faaliyetlerinin uluslararası düzenlenmesi hususunda iki ayrı öneri setinden oluşan bir düzenleme çerçevesi yayımlamıştır (FSB, 2023a). Uluslararası Para Fonu (IMF) ve FSB, G20 için hazırladıkları ortak raporda kripto varlıklarla ilişkili makroekonomik ve finansal istikrar risklerini belirlemek ve bunlara tepki vermek için politikalar ve düzenleyici öneriler ortaya koymuştur (FSB ve IMF, 2023: 1). Bu gibi birçok uluslararası kuruluş, kendi yetki alanları çerçevesinde, kripto varlıklar, kripto varlık ihraççıları ve kripto varlık servis sağlayıcıları gibi ilgili tarafların yasal statüsünü belirlemek için çalışmalar yürütmektedir.

1.1. Devletlerin Kripto Varlıklara Bakışları

Devletler, kripto varlıklara yönelik temelde üç farklı yaklaşım benimsemektedir. Bunlar; tamamen yasaklama, denetleme yoluyla kontrollü gelişmelere izin verme ve herhangi bir düzenleme veya yasaklama getirmeden tarafsız kalma eğilimidir (Arıkan, 2021: 1). Her ülke kendine özgü uygulamalar geliştirme eğiliminde olduğundan; Asya, Avustralya, Avrupa, Amerika ve Afrika kıtalarındaki öne çıkan bazı ülkelerdeki düzenlemelere ve politikalara yer verilmiştir. Asya kıtasından Hindistan, Çin, Japonya, Singapur, Birleşik Arap Emirlikleri ile Avustralya kıtasında olan Avustralya devletinin, kripto varlıklarla ilgili yasal düzenlemeleri ve çeşitli uygulamaları aşağıda kısaca özetlenmiştir. Asya'da bulunan Güney Kore ise daha detaylı olarak ayrı bir başlıkta açıklanmıştır.

1.1.1. Hindistan

Hindistan'da kripto varlıklar, ilk kez 2012'de küçük çaplı işlemlerle kullanılmaya başlanmış ve 2013'ten itibaren popülerlik kazanmıştır. BtctIndia, Unocoin ve Coinsecure gibi borsaların ortaya çıkmasıyla birlikte kripto varlık borsaları da finans alanında dikkat çekmeye başlamıştır. Ancak, Hindistan Merkez Bankası (RBI) tarafından yapılan uyarılar ve 2018'de yayımlanan bir kararnameyle, dijital para birimleriyle iş yapmak yasaklanmıştır. Daha sonra Hindistan Yüksek Mahkemesi, dijital para birimlerinin RBI

tarafından düzenlenen bankalara belirgin bir zarar vermediğini açıklamış ve bu kararı iptal etmiştir. Ancak, hükümet 2019'da hazırladığı bir yasa tasarısıyla kripto varlık işlemlerini yapanlara cezalar getireceğini ve bunlara sahip olmanın bile bir suç teşkil edeceğini duyurmuştur (Arora ve Kaur, 2024: 39-40).

1.1.2. Çin

2017'de Çin, yerel kripto varlık borsalarını kapatma kararı alarak küresel BTC ticaretinin %90'ını oluşturan spekülatif bir piyasayı engellemeye çalışmıştır. Haziran 2019'da Çin Halk Bankası, yerli ve yabancı tüm kripto varlık borsalarına ve ICO'ların web sitelerine erişimi engelleyeceğini duyurarak kripto varlık ticaretini kısıtlamayı amaçlamıştır. Duyuruda, sanal para birimlerinin gerçek değerle desteklenmediği, fiyatlarının kolayca manipüle edilebildiği ve alım satım sözleşmelerinin Çin yasaları tarafından korunmadığı belirtilerek kripto varlık ticaretinin riskleri vurgulanmıştır. 2021'de ülkede, finans sektörü ve ödeme sağlayıcı şirketlerin kripto varlık işlemleriyle ilgili hizmet vermesi yasaklandı fakat bireylerin kripto varlık bulundurması yasaklanmamıştır (www.reuters.com, 2021). Bu karar nedeniyle o dönemde kripto varlıklar yaklaşık olarak yüzde 5,5 değer kaybetmiştir (www.bbc.com, 2021). Çin, kripto varlıklara karşı sergilediği bu olumsuz tutuma rağmen kendi ulusal dijital para birimi olan e-yuanı piyasaya sürmüş ve kullanımını artırmak için büyük çaba sarf etmiştir (Caymaz, 2022). Hong Kong Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Komisyonunun (SFC) 22 Aralık 2023 tarihinde yayımladığı bir genelge (SFC, 2023) sonrası en az 10 fon yöneticisinin kripto tabanlı ETF'ler için başvuru hazırlığı yaptığı duyurulmuştur (Partz, 2024). Kısa bir süre sonra ise Çin'in en büyük fon yöneticilerinden Harvest Hong Kong ilk spot BTC Borsa Yatırım Fonu başvurusunu yapmıştır. SFC'nin, Amerika Birleşik Devletleri Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC) gibi yapılan başvuruları aynı anda onaylamayı tercih edeceği varsayılmaktadır (Jha, 2024). Bu gelişmeler, Çin yönetiminin kripto varlıkların finans sistemindeki varlığını daha fazla benimseyeceğine yönelik bir işaret olarak değerlendirilmektedir (Akbıyık, 2023).

1.1.3. Japonya

Japonya'da BTC ve ETH benzeri kripto varlık birimleri ile tokenlar, Ödeme Hizmetleri Yasası (PSA) kapsamında düzenlenmektedir. Bu varlıklarla iş yapan

işletmeler, kripto varlık değişim hizmetleri sağlayıcısı olarak kayıt yaptırmalıdırlar. Döviz cinsinden sabit coinler ise elektronik ödeme araçları (EPI) olarak düzenlenmekte ve bu tür faaliyetlerde bulunanlar, elektronik ödeme araçları değişim hizmeti sağlayıcısı (EPIESP) olarak kayıt yaptırmaktadırlar. Ancak, itibari para birimiyle desteklenmeyen algoritmik sabit coinler EPI kategorisine girmemekte fakat bir blok zinciri üzerinde belirtilmemiş taraflara karşı devredilebilir veya alınıp satılabilir olmaları durumunda kripto varlıklar olarak kabul edilmektedir. Menkul kıymet tokenları ise Finansal Araçlar ve Borsa Kanunu (FIEA) kapsamında ele alınmakta ve iş yapanlar I. Tip Finansal Araç İşletmecileri olarak kayıt yaptırmaktadırlar. NFT'ler gibi ödeme aracı olarak işlevi olmayan tokenlar ise mevcut düzenleyici çerçeve kapsamında kripto varlık olarak değerlendirilmemektedir (Nagase, Fukui ve Hatano, 2024).

1.1.4. Singapur

Singapur'da Ağustos 2017'de Singapur Para Otoritesi (MAS), dijital tokenların Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Yasası (SFA) kapsamında olduğunu açıklanmıştır. Bu açıklama, Singapur'da fon toplama aracı olarak ICO'ların artması üzerine yapılmıştır. ICO'ların, anonimlik ve hızlı fon toplama gibi nedenlerle Kara Para Aklama ve Terörün Finansmanı (ML/TF) gibi riskleri barındırdığı açıklanmıştır. MAS, bu tür riskleri düzenleme yetkisinin kendisinde olduğunu belirtmiştir. MAS, dijital tokenların sadece sanal para birimleri olmadığını ve çeşitli işlevlere sahip olabileceğini belirtmiştir. Örneğin, bir ihraççının varlıklarını veya mülklerini temsil edebilirler ve bu durumda Menkul Kıymetler ve Vadeli İşlemler Yasası'na göre bir kolektif yatırım planı hissesi olarak değerlendirilebilirler. İhraççılar, bu tür tokenleri teklif etmeden önce MAS'a bir izahname sunmalı ve kaydettirmelidir. Ayrıca, bu tokenleri ihraç edenlerin veya aracılının lisans gerekliliklerine ve ML/TF ile mücadele gerekliliklerine uymaları gerekmektedir. Dijital token türleri geniş ölçüde çeşitlilik gösterdiğinden bazı ICO'lar SFA'ya tabi olabilirken diğerleri olmayabilir. Bu nedenle token ihraççıları, yasalara uymak için bağımsız hukuki tavsiye almalı ve uygun olduğunda MAS'a danışmalıdır (Monetary Authority of Singapore, 2017). Ülkede sonraki süreçte, dijital varlık reklamlarının kısıtlanması ve tokenların faiz karşılığında kamuya ödünç verilmesinin yasaklanması gibi uygulamalar gerçekteştirilmiştir. Diğer yandan Singapur, hem finans sektörünü geliştirmeyi amaçlayan blok zinciri projelerini desteklemeye devam ediyor hem de dijital

varlık merkezi kurma kararlılığının altını çizen bir hareketle Coinbase ve Crypto.com gibi birçok kripto varlık borsalarına lisans vermektedir (Aishwarya, 2023).

1.1.5. Birleşik Arap Emirlikleri

Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), kripto varlık faaliyetleri için güvenli ve yenilikçi bir ortamı teşvik etmeyi amaçlayan ileri görüşlü bir yaklaşımı yansıtmak için özellikle Dubai’de düzenlemeler yapmaktadır. Bu ortam, yatırımcıların korunmasını sağlarken ve potansiyel riskleri azaltırken işletmeler için netlik sağlayan stratejik bir denge kurmayı kolaylaştırmaktadır. Kripto varlık lisansları almak için Dubai Muhtelif Emtia Merkezi (DMCC), Uluslararası Serbest Bölge Otoritesi (IFZA), Abu Dabi Küresel Pazarı (ADGM), Dubai Dünya Ticaret Merkezi (DWTC) ve Dubai Havalimanı Serbest Bölgesi (DAFZA) gibi çeşitli ekonomik bölgeler sunmaktadır. Her bölgenin kendine özgü gereksinimleri, koşulları ve fırsatları vardır ve işletmelerin kendi özel hedeflerine ve faaliyetlerine uygun bir bölge seçmelerine imkan vermektedir. Bununla birlikte BAE, Kara Para Aklamanın Önlenmesi (AML) ve Terörizmin Finansmanıya Mücadele (CFT) için güçlü bir yasal çerçeveye sahiptir ve uluslararası standartlara uyumludur. Ülke, yasadışı finansal faaliyetleri önlemek ve finansal sistemi güvence altına almak için kapsamlı bir mevzuat geliştirmiştir. BAE Merkez Bankası, Finansal Hizmetler Düzenleme Kurumu (FSRA) ve diğer kurumlar, bu düzenlemelerin uygulanmasında önemli rol oynamaktadır. Sektörde faaliyet gösteren işletmeler, sıkı AML/CFT önlemlerine uymak zorundadır, bunlar arasında KYC prosedürleri, müşteri durumunun belirlenmesi ve şüpheli işlemlerin bildirilmesi yer almaktadır. BAE, ulusal ve uluslararası düzeyde AML/CFT konusundaki kararlılığını göstermektedir, bu da uluslararası iş birlikleri ve küresel çabalarla güçlendirilmiştir (Şamilli, 2024).

1.1.6. Avustralya

Avustralya’da kripto varlıklar farklı durumlarda vergilendirilebilir. Genellikle kripto varlıklar, vergi bağlamında düzenlenmektedirler. Kripto işlemlerinin vergilendirilmesi, işlem türüne göre çoğunlukla sermaye kazancı, zararı veya olağan gelir olarak kabul edilmektedir. Genelde, kripto varlık elden çıkartıldığında kişisel gelir vergisi beyannamesinde bu işlemin bildirilmesi gerekmektedir (www.crypto.com, 2024). Avustralya Vergi Dairesi resmi internet sitesinde, kripto varlık işlemlerinin bazılarının

sermaye kazançları vergisi meydana getirdiğini belirtilmiştir. Buna göre bir kripto varlığı satmak, hediye etmek, başka bir kripto varlıkla takas etmek, Avustralya veya yabancı para birimine dönüştürmek ve kripto varlıkla mal veya hizmet satın almak gibi işlemler sermaye kazançları vergisi ortaya çıkarmaktadır (Australian Taxation Office, 2023). Avustralya’da kripto varlıklarla ilgili vergi uygulamaları belirlenmiş olsa da tüm kripto varlıkları kapsayacak bir yasa henüz mevcut değildir. Son olarak Dijital Varlıklar (Piyasa Düzenleme) Yasa Tasarısı Avustralya Senatosu Ekonomi Mevzuatı Komitesi tarafından reddedilmiştir. Komite, Avustralya hükümetine dijital varlıkların düzenlenmesi konusunda yasa tasarısı hazırlamak yerine sektöre danışmaya devam etmesini önermiştir (www.tr.tradingview.com, 2023).

1.1.7. Türkiye

Avrupa kıtasındaki devletlerin kripto varlıklara ilişkin düzenlemeleri AB üyesi devletler ve diğer kıta devletleri olarak iki kısımda incelenecektir. AB çerçevesinde kurucu üye ülkelerin (Almanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika, Lüksemburg) kripto varlıklar ilişkin düzenlemeleri genel hatlarıyla açıklanmıştır. AB üyesi olmayan kıta devletlerinden ise Türkiye, Rusya ve Birleşik Krallık kripto varlıklara ilişkin düzenlemeler kapsamında incelenmiştir.

Avrupa Parlamentosu tarafından hazırlanan ve 31 Mayıs 2023 tarihinde Avrupa Konseyi’nce onaylanan Kripto Varlık Piyasaları Düzenlemesi (MiCA), AB özelinde kripto varlıklara ilişkin hazırlanan en önemli eylem planıdır (EUR-Lex, 2023). MiCA, kripto varlıkları ve AB’deki kripto hizmet sağlayıcılarını düzenlemeye yardımcı olmayı amaçlamakta ve tüm üye devletler arasında 2024’e kadar tek bir lisanslama rejimi belirlemeyi hedeflemektedir (Yüce, 2022). Kripto varlıklarla ilgili hukuki çerçeveyi oluşturmak, tüketici koruması sağlamak, rekabet ortamını desteklemek, çeşitli tedbirler olarak finansal istikrarı korumak MiCA’nın dört temel hedefini oluşturmaktadır (Cantürk, 2024: 9). AB finansal hizmetler mevzuatı kapsamında olmayan kripto varlıklar için kuralların yokluğu, tüketicileri ve yatırımcıları önemli risklere maruz bırakmaktadır ve bu riskler için üye devletler farklı uygulamalara gitmektedir. Örneğin uygulanan kurallar, Fransa’da isteğe bağlı iken Almanya’da zorunludur. AB düzeyinde kabul edilecek ortak bir eylem planı, ulusal düzeydeki eylemlere kıyasla daha fazla avantaj sağlayacağından

MiCA hazırlanmıştır (EUR-Lex, 2020). Bu düzenlemeler AB üyesi ülkeler kadar AB üyelik sürecindeki ülkeleri de yakından ilgilendirmektedir.

Son yıllarda Türkiye’de kripto varlıklar hızlı bir gelişim göstermektedir. Özellikle halkın yoğun ilgisi, otoritelerin kripto varlıkları yasal çerçeveye oturtması için ana motivasyon unsuru olmuştur. Bu nedenle 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanununda değişiklikler yapan 2 Temmuz 2024 yürürlük tarihli 7518 sayılı Kanun çıkarılmıştır. Bu kanun, kripto varlık ekosisteminin resmi otoriteler tarafından tanındığına ilişkin en güçlü adımdır. Kanunda; cüzdan, kripto varlık, kripto varlık hizmet sağlayıcı, kripto varlık saklama hizmeti ve platform gibi kavramlar tanımlanmıştır. Bununla birlikte kripto varlıkların ihracı, saklanması, transferi ve alım-satımı SPK denetimine alınmıştır. Kripto varlık hizmet sağlayıcılarının faaliyete başlamadan önce SPK’dan izin alması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca kanunda, bilgi sistemleri için TÜBİTAK kriterlerine uygunluk şartı getirilmiştir. (T.C. Resmi Gazetesi, 2024). Bu yasal çerçevenin oluşturulmasının ardından 2025 yılı itibarıyla Türkiye’de, kripto varlık piyasasında kara para aklama ve yasa dışı finansman risklerine karşı daha sıkı önlemler alınmaya başlanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Hazine ve Maliye Bakanı Mehmet Şimşek’in açıklamasına göre, yasa dışı bahis ve dolandırıcılıktan elde edilen gelirlerin kripto varlıklar aracılığıyla aklanmasını önlemek amacıyla transfer limitleri, çekimlerde bekleme süreleri ve kimlik doğrulama şartları gibi düzenlemeler de hayata geçirilecek ve bu konu hakkında denetimler arttırılacaktır (Erkoyun, 2025). Diğer bir önemli konu ise kripto varlıkların vergilendirilmesidir. Kripto varlı işlemlerinden elde edilen gelirler vergilendirme açısından farklı kategorilerde değerlendirilmektedir. Şirketlerin ve diğer tüzel kişiliklerin kripto varlıklardan elde ettikleri gelirler kurumlar vergisi kapsamındadır. Gerçek kişiler için vergilendirmede ise kamu otoriteleri farklı uygulamaları değerlendirmektedir. Kazancın uzun ya da kısa vadeli olmasının veya ticari faaliyet kapsamına girecek kadar büyük hacimde olmasının vergi oranlarını etkileyeceği varsayılmaktadır. 2025 yılı ve sonrasında, kripto varlıkların vergilendirme kriterlerinin düzenlenmiş bir yapıya kavuşması beklenmektedir.

Ülkede resmi kurumlar, bir yandan kripto varlıklara ilişkin yasal düzenlemeler yaparken diğer yandan da Dijital Türk Lirası projesini devam ettirmektedirler. 2023 yılında yayımlanan birinci faz raporunda; Dijital Türk Lirasının, blokzincir ve dağıtık

defter teknolojileri kullanacağı, Türk lirasının itibari değerini taşıyacağı ve merkez bankası garantisi altında olduğu açıklanmıştır (TCMB, 2023). Henüz ikinci faz aşamasında olan Dijital Türk Lirasının, ilerleyen süreçte toplumun kullanımına açılıp yaygınlaştırılması da planlanmaktadır (Aşkaroğlu ve diğerleri, 2025).

Toplum nezdinde kripto varlıklara olan ilgi ise bu yasal gelişmelerle birlikte artarak devam etmektedir. 2023 yılında yayımlanan bir araştırmaya göre, Türkiye’de 18-60 yaş arası yetişkinlerin %52’si kripto varlıklara yatırım yapmaktadır. Özellikle gençlerin ve kadınların kripto varlık piyasasına ilgisinin arttığı görülmüştür. Uzun vadeli zenginlik, değer saklama ve transfer kolaylığı ile hızlı kar ve heyecan yatırımcıların motivasyonları olarak öne çıkmıştır. Ayrıca araştırmada, Türk toplumunun kripto varlıkları hızlı benimsemesinde sosyal çevre ve dijital toplulukların da önemli etkileyiciler olduğu belirtilmiştir (Kucoin, 2023).

Türkiye’de faaliyet gösteren kripto varlık borsaları, hızla büyüyen hacimleriyle finansal ekosistemde önemli bir yer edinmişlerdir. Özellikle Paribu ve BtcTurk, yerel pazarda toplam işlem hacminin %87’sini kontrol ederek lider konumda yer almaktadırlar. 2024 itibarıyla Türkiye, yıllık yaklaşık 106,9 milyar USD spot kripto işlemiyle, küresel kripto varlık piyasalarında işlem hacim açısından dördüncü büyük pazar haline gelmiştir (Potur, 2025). Bu gelişmeler doğrultusunda, Türkiye’deki kripto varlık borsaları hem yerel hem küresel ölçekli işlem hacimleriyle finansal sistemdeki rollerini büyütmüşlerdir.

1.1.8. Almanya

Almanya’da sanal para birimi düzenlemesi halihazırda mevcuttur ve gerekli düzenlemeler Alman Bankacılık Kanunu dikkate alınarak uygulanmaktadır. Kanuna göre, Almanya’da ticari amaçlarla bankacılık faaliyeti veya finansal hizmet yürüten herhangi bir kişi ya da işletme Alman Federal Finansal Denetleme Kurumu’ndan (GFFSA) yazılı izin alması zorunludur. Buna ek olarak, kurum ve bazı bölgesel mahkemeler şirketlerin iş yerlerinin Almanya’da olması gerekmeyeceği ancak Alman müşterilere hizmet vermek için lisans alınması gerektiğini açıklamıştır. Lisans almadan finansal hizmetler yürütenlere hapis veya para cezası uygulanmaktadır (Boehm ve Pesch, 2014: 2). Almanya’da, nüfusun yaklaşık %87’si kripto varlıklar hakkında bilgi sahibi olup, yetişkinlerin %18’i kripto varlıkları alışverişte kullanmaktadır ve en popüler kripto varlık

BTC'dir. Kripto varlıkları kullananların çoğunluğu, daha iyi eğitimli ve kullanmayanlara kıyasla daha yüksek gelire sahipler (www.blockchainresearchlab.org, 2019: 1). Kripto varlık kullanıcıları 600 eurodan düşük kazançlar ve bir yıldan uzun süre elde tutulan kripto varlıklardan elde edilen kazançlar vergiden muaftır. Ancak bir yıllık sürede 600 eurodan fazla elde edilen gelirler vergilendirilir (Akbulak, 2022b).

1.1.9. Fransa

Fransa'da kripto varlıkların statüleri 2019 Ticari Büyüme ve Dönüşüm için Eylem Planı yasa tasarısı (PACTE) ile belirlenmiştir. Yasa yürürlüğe girdiğinde, ICO'ların ve dijital varlık hizmet sağlayıcılarının (DASP) kaynak toplama işlemleri için bir çerçeve oluşturulmuştur. Yasa ile ICO'lar için belirli şartları yerine getirmeleri koşuluyla isteğe bağlı vize olanağı getirilmiştir. Aslında vize başvurusu yapılmadan da ICO başlatmak mümkündür. Vize almak isteyen kurumlar ise Fransa'da kurulmuş veya tescil edilmiş bir tüzel kişilik olarak kurulma, finanse edilecek proje ve şirket hakkında tüm ilgili bilgileri sağlayacak bilgi belgeleri sağlanma, arz sırasında toplanan varlıkların izlenmesi ve korunması için bir sistem kurma ve ML/TF ile mücadele kurallarına uygunluğu sağlama gibi belirli şartları yerine getirmek zorundadırlar. Kurumlar ancak bu şartları sağladıklarında Finansal Piyasalar Otoritesi'nden (AMF) vize hakkını elde edecekler ve vizesini alan ICO'ların listesi yayımlayacaktır. DASP'lar da isteğe bağlı olarak AMF tarafından lisanslandırılıp, kurumun denetimi altına girebilmektedirler. Lisanslanmak isteyenler sigorta, iç kontrol prosedürleri, güvenli bilgi teknolojileri sistemi, şeffaf fiyatlandırma politikası vb. bir dizi temel kurala tabi olacaklardır. Bununla birlikte isteğe bağlı vize ya da lisanslamayı seçsinler ya da seçmesinler bu işlemleri yapan taraflar AMF'ye kayıt yaptırmak zorundadırlar. AMF, vizesiz ICO'lara ve lisanssız dijital varlık hizmet sağlayıcılarına kurallara uymamaları durumunda sponsorluk, reklam vb. yasaklar getirme, web sitelerine erişimi engelleme ve kara listeye alma gibi yaptırımları uygulama yetkisine sahiptir (AMF, 2019).

1.1.10. İtalya

İtalya'da finans piyasaları ve bankacılık düzenleyicileri, kripto varlıklara ilişkin düzenlemelerin nasıl düzenleneceğine karar verirken İtalyan ailelerin %35'inin bu varlıklara yatırım yaptığını göz önüne almışlardır. Nihayetinde diğer AB ülkelerinin

aksine, İtalya'daki otoriteler herhangi bir kripto varlık düzenlemesi yapmamayı tercih etmişlerdir. İtalya sadece, kripto borsalarının ve kripto cüzdanları işleten veya kripto varlıklarla bağlantılı başka hizmetler sunan firmaların, ML ile mücadele amacıyla Acenteler ve Brokerler Organizasyonu (OAM) siciline kaydolmasını zorunlu tutmakla yetinmişlerdir. Elbette, kripto borsalarının yatırım hizmetleri veya faaliyetleri tanımına giren ek ürünler veya hizmetler sunmaları halinde, İtalya'da Sermaye Piyasası Kanunu'nun (TUF) değiştirilmesi yoluyla esas olarak aktarılan Finansal Araçlar Piyasaları Direktifi II'ye (MiFID II) tabi olmaları gerekmektedir. İtalya, bu arada yerel bir kripto varlıkları rejimi benimsemeden MiCA'nın yürürlüğe girmesini beklemeyi seçmiştir. Fakat diğer yandan da İtalya'da, blok zinciri ve akıllı sözleşmelerin yasal bir tanımını getirmeyi amaçlayan 135/2018 sayılı Kanun Hükmünde Kararname çıkarılmıştır. Daha sonra 6663 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin çıkarılmasıyla tanımsal çerçeve genişletilmiştir. AB'nin FinTech Kararnamesine uyum sağlamak amacıyla 17 Mart 2023 tarih ve 25 Sayılı Kanun ile de tamamen kanunlaştırılmıştır (Donna ve Bianchi, 2024).

1.1.11. Hollanda

Ocak 2018'de Hollanda Merkez Bankası (DNB), kripto varlık birimlerinin para rolünü yerine getirmediğini, ödeme için neredeyse hiç kullanılmadığını ve para politikası üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını belirten bir pozisyon belgesi yayımlanmıştır. Bununla birlikte banka, kripto varlıkları para olarak görmese de BTC'nin altında yatan blok zinciri teknolojisini yakından takip etmektedir. Ayrıca bu teknolojinin uzun vadede, finans dünyasında çeşitli fırsatlar sunabileceğinin farkındadır (De Nederlandsche Bank, 2018: 1-2). Esasında Hollanda para politikası Avrupa Merkez Bankası tarafından yönetilmekte ve bu nedenle eşgüdümlü bir şekilde kripto varlık düzenlemelerini sıkılaştırmaktadır. Hollanda, kripto varlık şirketlerinin 5. Kara Para Aklamayı Önleme Direktifi'ne (5AMLD) uymasını zorunlu kılan ilk AB üye devletidir. Düzenlemeler, VASP'ların kendileri ve müşterileri hakkında tanımlayıcı bilgiler sağlamasını gerektirmektedir. Örneğin Hollanda, Kasım 2020'de VASP'ların bir işlemi tamamlamadan önce bir BTC cüzdanının intifa hakkı sahipliğini kanıtlamak için bilgilerin toplamasını zorunlu kılmaktadır. Bu önlem daha sonra Mayıs 2020'de yürürlükten kaldırılmış ve kripto düzenleyicisi DNB'nin Kara Para Aklama

Yükümlülüğü uyumuna daha risk temelli bir yaklaşım uygulama ihtiyacını kabul ettiğini bildirmiştir. DNB'nin denemeye istekli olması, Hollanda'nın piyasayı alt üst etmeyen veya küçük oyunculara zarar vermeyen yönetilebilir bir denetim ilişkisi aradığını göstermektedir (Notabene, 2024). Bu politikayı destekler şekilde Hollanda Maliye Bakanı, Hollanda parlamentosuna kripto varlık birimlerinin yasaklanmasının arzu edilmediğini, ancak kripto varlık ticaretinin Avrupa veya uluslararası düzeyde düzenlenmesinin faydalı olacağını belirten bir mektup yazmıştır (www.freemanlaw.com, 2024c).

1.1.12. Belçika

Belçika, Kara Para Aklamayı Önleme ve Terörizmin Finansmanı Anlaşması çerçevesinde kripto varlık ihraççıları denetlemektedir. Yasaya uymamanın sonuçları arasında ağır para cezaları bulunmaktadır. Belçika yasalarına göre dijital para birimleri yasal ödeme araçları olarak kabul edilmeseler de para olarak değerlendirilmektedirler (Aras, 2022; Gitmez, 2023: 13). Belçika'da kripto varlık ticaretini meslek olarak yapan bir kişinin karını, serbest meslek geliri olarak kabul edebilmekte ve %25 ila %50 arasında artan oranlarda gelir vergisi uygulanmaktadır. Gelirlerin mesleki faaliyetler haricinde kazanılması durumunda, kişinin kripto varlığı hangi amaçla tuttuğuna bakılmaktadır. Eğer kripto varlık işlemleri servetin olağan yönetimi niteliğindeyse vergilendirilmemekte ancak spekülasyon amaçlarıyla yapılıyorsa bu gelir muhtelif gelir sayılmakta ve %33 oranında vergi uygulanmaktadır (Yüce, 2022). Vergi uygulamaları dışında kapsayıcı ve net bir yasal çerçeve bulunmamaktadır. Yine de Belçika Merkez Bankası (BNB) ve Finansal Hizmetler ve Piyasalar Otoritesi (FSMA), sanal para birimlerinin yasal ödeme aracı olmadığı ve kullanımlarından kaynaklanan çeşitli risklere karşı dikkatli olunması gerektiği uyarısında bulunmuştur (www.freemanlaw.com, 2024a).

1.1.13. Lüksemburg

Lüksemburg'da hükümet 1 Mart 2019 tarihinde, tokenleştirilmiş menkul kıymetlerin geleneksel menkul kıymetlerle aynı yasal statüye sahip olduğunu resmen tanıyan ve dağıtılmış defter teknolojisi aracılığıyla menkul kıymetlerin transferine izin veren bir yasayı yürürlüğe koymuştur (www.freemanlaw.com, 2024b). Blok Zinciri I Kanunu olarak bilinen bu yasa ile blok zincirini geleneksel işlemlere benzer şekilde

tanımlayan, menkul kıymet hesap kayıt ve menkul kıymetlerin devir işlemlerinin gerçekleştirilmesi için dağıtılmış defter teknolojisinin (DLT) kullanılmasına izin veren bir yasayı kabul eden ilk AB üye devletlerinden biri olmuştur. 22 Ocak 2021 tarihli Kanunu Blok Zinciri II Kanunu ise özellikle menkul kıymetleri ihraç etmek için güvenli elektronik kayıt mekanizmalarını kullanma olasılığını tanıyarak ve tüm kredi kurumları ve yatırım firmaları için erişimi genişletmiş, menkul kıymetlerle ilgili hukuki altyapıyı güçlendirmiştir. Son olarak 9 Mart 2023 tarihinde, menkul kıymet hesaplarına kayıtlı finansal araçlar üzerindeki teminatlarda elektronik DLT kullanımına izin vermek için finansal teminat düzenlemelerine ilişkin 5 Ağustos 2005 tarihli Finansal Teminat Kanunu güncellenmiştir. Lüksemburg hükümeti bu yasayı onaylayarak, teknolojik bir aksaklık durumunda bile alacaklıların yasal olarak korunmasını güvence altına almaktadır. Blok Zinciri III Yasası olarak bilinen bu yeni yasa tasarısı, yasaların ilk iki versiyonunu tamamlamakta ve DTL'ye (Dağıtılmış Defter Teknolojisi) dayalı piyasa altyapıları için bir pilot düzenlemeye ilişkin AB Yönetmeliğini uygulamaya koymaktadır (Deloitte, 2023). Lüksemburg mevzuatı vergisel açıdan incelendiğinde kripto varlıkların vergilendirilmesi için özel bir uygulama bulunmamaktadır ve genel vergi kuralları geçerli olmaktadır. Bu yüzden Lüksemburg, doğrudan vergi makamları tarafından sanal para birimlerinin niteliğini ve vergi işlemlerini açıklığa kavuşturmayı amaçlayan 26 Temmuz 2018 tarihli özel bir genelge yayımlanmıştır (Cms Law, 2023). Genelgeye göre bir kişi yatırımcı olarak hareket ettiğinde, herhangi bir kazanç yalnızca spekülatif bir kazanç ise yani kripto varlık biriminin satışı, satın alınmasından sonraki 6 ay içinde gerçekleşecekse ve toplam kar en az 500 euro ise vergilendirilecektir. Bu durumda kazanç, maksimum yüzde 45,78'e kadar standart bireysel gelir vergisi oranlarına tabi olacaktır (Simmons ve Simmons, 2024).

1.1.14. Rusya

Blok zinciri gibi merkezi olmayan teknolojilerin kullanımı, Rusya gibi ekonomik yaptırımlara tabi olan ülkelerin kripto varlıkları kullanarak ve geleneksel finansal sistem dışında işlemler gerçekleştirerek bu yaptırımlardan kaçmasına imkân sağlayabilir (Hamouda, Yousaf ve Naeem, 2024: 3557). Bu doğrultuda uygulanan yaptırımlar karşısında Rusya, stratejik bir manevra ile finansal açıklık sağlayan bir ekonomi politikası uygulamaya karar vermiştir. 2022 Eylül ayında bankacılık sektörü ve Maliye Bakanlığı

kripto varlıklar yoluyla sınır ötesi ödemeler konusunda anlaşmıştır. Bu anlaşma çerçevesinde, büyük finans kuruluşlarının uluslararası ticarette kripto varlıkları kullanmaları ve bu yolla ödemeler için kripto varlıkların meşrulaştırılması amaçlanmıştır. 14.6 milyon Rus kripto varlık sahibi arasında ETH en popüler (%32) ve onu BTC (%30,8) takip edilmektedir. Ayrıca her beş kişiden biri XRP, Dogecoin ve SOL gibi altcoinleri satın almaktadır (Ullah, 2024: 110-111). Ülkede kripto varlıklara olan bu ilgi karşısında Rusya'nın en büyük bankası olan Sber, 26 Aralık 2022 tarihinde altın destekli dijital finansal varlıkların ilk satışını gerçekleştirmiştir (Taşlı, 2022). Kripto varlıkları ulusallaştırma çabasının bir uzantısı olarak görülebilecek diğer bir stratejik hamle, Rusya Merkez Bankası 2020 yılından beri dijital ruble ile ilgili yaptığı çalışmalardır. Dijital rublenin 2025 yılından itibaren kullanılmaya başlanacağı planlansa da Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin imzaladığı yasa ile dijital rubleyi vergi kanununa eklemiştir (Kartlaşmış, 2023). Fakat son dönemde yerel kripto varlık borsası Beribit'te yaşanan olumsuzluklar sonrasında Rusya Federal Meclisi'nin alt kanadı olan Duma, ülkedeki kripto varlık borsalarını yasaklamaya yönelik bir yasa tasarısını değerlendirmektedir. Tasarıda, hükümete kayıtlı kripto varlık işlemlerine ve madencilik firmalarının yasaklanmayacağı fakat kripto varlık reklamlarının engelleneceği belirtilmektedir (www.binance.com, 2024). Bir yandan bu yasaklama çabaları sürerken diğer yandan Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin, Para Birimi Düzenleme Kanunu ile mal ve hizmetlerin ithalat ve ihracatında dijital finansal varlıklarla ödemelere izin veren bir kararname imzalamıştır (Abay, 2024a). Görüleceği üzere birçok devlette olduğu gibi Rusya'da da kripto varlıklarla ilgili geniş çaplı bir düzenleme bulunmamaktadır. Kripto varlıklarla ilgili düzenleyici yasa veya kararname ekonomik ve siyasi konjonktürdeki anlık gelişmelere göre şekil almaktadır.

1.1.15. Birleşik Krallık

Birleşik Krallık kripto varlık düzenlemelerini net hale getirmeye ve daha düzenlenmiş bir kripto endüstrisine doğru ilerlemeye çalışmaktadır. Bu süreçte ana düzenleyici olan Finansal Davranış Otoritesi (FCA), kripto varlık sağlayıcılarının etkili ML/TF ile mücadele politikalarını ve prosedürlerini uygulama konusunda doğrudan sorumludur. Bu amaçla, kripto varlık sağlayıcılarının bir kaydını tutmakta ve kılavuzlar yayımlamaktadır. Fakat kripto varlıklar söz konusu olduğunda, security tokenlar FCA

tarafından düzenlenen tek varlıklardır ve security tokenlar ile işlem yapan şirketlerin FCA'ya kaydolması zorunludur. Kripto varlıklarla ilgili düzenleme yetisine sahip diğer Birleşik Krallık kurumları ise HM Treasury (Majestelerinin Hazinesi, Ekonomi ve Maliye Bakanlığı) ve İngiltere Merkez Bankası'dır (Kereibayev, 2023). Ayrıca hükümet, kolluk kuvvetlerinin terörizm de dahil olmak üzere suç vakalarında kripto varlıklara el koyma kabiliyetinin artırılması amacıyla 2023 yılında Ekonomik Suç ve Kurumsal Şeffaflık Yasası'nda değişiklik yapmıştır. 2024 yılında uygulamaya alınacak yasa (Shumba, 2024), kolluk kuvvetlerine suç için kullanılan kripto varlıkları doğrudan borsalar ve cüzdan sağlayıcıları üzerinden el koyma yetkisi vermektedir. Ayrıca Hazine, dijital varlıklar ve blok zinciri teknolojisinde yerel inovasyonu teşvik etmek amacıyla Temmuz 2024'e kadar kripto varlıkları ve stablecoinler için düzenleyici bir çerçeve hazırlamaktadır (www.dig.watch, 2024).

Aşağıda Amerika kıtasından Kanada, Brezilya ve El Salvador; Afrika kıtasından Orta Afrika Cumhuriyeti ve Nijerya devletlerinin uyguladığı kripto varlık düzenlemeleri açıklanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'ne ilişkin bilgiler ise ayrı bir başlıkta detaylı olarak açıklanmıştır.

1.1.16. Kanada

Kanada, kripto varlıkları mülk olarak kabul etmektedir ve elde edilen gelirler ticari kazanç veya sermaye kazancı olarak vergilendirmektedir. Yatırımcı işlemlerinin bir işletme faaliyeti sayılıp sayılmadığını belirlemek önemlidir. Belirlenen durum sonrasında sermaye kazançlarına ve işletme kazançlarına farklı vergi oranı uygulanır. Kanada'da sermaye kazancında kısa veya uzun vade ayrımı yoktur. Bunun yerine, kripto varlık sermaye kazançları Federal Gelir Vergisi ve Eyalet Gelir Vergisi ile aynı oranda vergilendirilir. Bireysel olarak kripto varlık sahibi olduğunda, toplam sermaye kazancınızın yalnızca %50'si üzerinden vergi ödersiniz. Profesyonel yatırımcılar ise kazançlarının %100'ü üzerinden vergi öderler. Kripto varlıklar sahiplerine anonimlik sağlasa da Kanada hükümeti kripto varlık işlemlerini takip edebilirler. Uyumluluğu sağlamak için, kripto borsalarının 10.000 doları aşan işlemleri Kanada Gelir İdaresi'ne (CRA) bildirmesi zorunludur. İşlemler bu sınırı aşmıyorsa, borsalar müşteri bilgilerini toplamakla yükümlüdür ve bu verileri talep üzerine CRA'ya verebilirler (McClure, 2024). Kanada'da kripto varlıklarla ilgili diğer bir düzenleyici kurum olan Menkul Kıymet

İdaresi (CSA), 5 Ekim 2023 tarihinde 21-333 sayılı Personel Bildirimi yayımlamıştır. Bu bildirim, CSA'nın kayıtlı kripto varlık alım satım platformlarına veya tescil öncesi taahhütte bulunanlara, müşterilerinin kripto varlıkları satın almalarına, yatırımlarına veya kripto sözleşmelerine girmelerine izin vermeye devam etmeleri için izin vereceği geçici hüküm ve koşulları açıklamaktadır (Kelemen ve Vecsi, 2024).

1.1.17. Brezilya

Brezilya Aralık 2022'de, Brezilya'daki Sanal Varlıklara İlişkin Yasal Çerçeve olarak tanımlanan 14.478 Sayılı Kanun'u yayımladı. Kanun 20 Haziran 2023'te yürürlüğe girdiştir (Castilhejo ve Assis, 2023). Yasa, kripto kullanımında suç teşkil eden uygulamaları tanımlamakta ve kripto varlığın dolandırıcılık veya kara para aklama amacıyla kullanılması durumunda uygulanacak cezaların ana hatlarını çizmektedir (Shine, 2024). Brezilya Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (CVM) menkul kıymet olan kripto varlıklar için geçerli olan kurallar konusunda rehberlik sağlamaktan sorumlu düzenleyici kurumdur. Kurum, kripto varlıkların hisse senetleri ve borç senetleri gibi ortak bir menkul kıymetin dijital temsili olduğunda, bu varlıkları menkul kıymet olarak kabul etmektedir. Vergi makamları hem yatırımcılara hem de işlemlere aracılık eden borsalar için raporlama yükümlülükleri getirmiştir. Fakat, kripto varlıklar için özel bir vergi bulunmamaktadır. Kripto varlıkların elden çıkarılması yalnızca sermaye kazançları üzerinden gelir vergisine tabidir. Bireyler için 5 milyon Brezilya realine kadar olan kazançlar kazancın miktarına göre %15 ile %25 arasında vergiye tabidir. Tüzel kişilikler için ise tüzel kişilik tarafından seçilen vergi sistemine uygun olan kurumlar vergisi oranları uygulanır (Castilhejo ve Assis, 2023).

1.1.18. El Salvador

El Salvador, 2021 yılında finansal katılımı ve istihdamı teşvik etmek ve para transferlerini kolaylaştırmak amacıyla BTC'yi yasal bir para olarak kabul eden ilk ülke olmuştur. Ülke aynı zamanda, erişilebilirlik ve hem ABD doları (ülkenin resmi para birimi) hem de BTC cinsinden eşlere ve firmalara ödeme yapma, para yatırma ve çekme yeteneği gibi birçok avantaj sunan Chivo Wallet adlı bir uygulamayı başlatmıştır (Argente ve Patten, 2024). Kullanımını yaygınlaştırmak için yapılan büyük teşviklere rağmen BTC ve Chivo Wallet çok az kişi tarafından benimsenmiştir (Alvarez ve diğerleri,

2023: 1375). Bununla birlikte ekonomik sıkıntılar yaşıyan ülke, talep ettiği mali destek karşısında IMF'nin BTC yasasını tekrar gözden geçirme baskısı altındadır. IMF, Eylül 2021'den bu yana El Salvador'un BTC'yi parayı yasal bir para olarak kullanmasına karşı çıkmaktadır. Finans kurumu, bu önde gelen kripto varlık biriminin kullanımının son derece değişken yapısı sebebiyle finansal istikrar ve ekonomilerin sağlıklı olması için bir tehdit oluşturduğuna inanmaktadır. 2022 yılında El Salvador, finans kurumundan, BTC'nin yüksek finansal riskleri nedeniyle ülkede yasal ödeme aracı olarak kullanılmasının durdurulmasını isteyen bir tavsiye almıştır. Fakat hükümet kararlı bir şekilde BTC stratejisine bağlı kalmaya devam etmektedir (Benjamin, 2024).

1.1.19. Orta Afrika Cumhuriyeti

El Salvador'dan sonra Orta Afrika Cumhuriyeti (CAR), kripto varlık birimi BTC'yi yasal ödeme aracı olarak kabul eden dünyadaki ikinci ülke olmuştur. Ülke ekonomisi yıllarca süren ambargolar nedeniyle zor durumdadır. Bu kötü durumdan kurtulmanın bir yolu olarak ülke, Sango Coin adında bir dijital para birimini (Kavas, 2022) çıkarmıştır. Sango Coin, yabancı yatırımcılara yatırım yoluyla vatandaşlık ve nihayetinde bir CAR pasaportunun yanı sıra yönetim avantajları da dahil olmak üzere cazip teşvikler sunmaktadır. Bir anlamda, Sango satın almak, devlet tarafından çıkarılan fiat para birimlerine dokunmadan ülkede ikamet satın almanın bir yoludur (Hall, 2023). Ayrıca Sango Coin projesinde, ulusal doğal kaynaklarının tokenleştirilmesi yani ülkenin doğal kaynakları tarafından desteklenen bir metaverse yaratma planı da yer almaktadır (Adamowski, 2024).

1.1.20. Nijerya

2024 Mayıs ayında Nijerya Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu Genel Müdürü Emomotimi Agama, kripto borsalarını, dijital varlık saklama kuruluşlarını ve sektörün diğer unsurlarını kapsayan düzenleyici kuralların uygulamaya alınacağını açıkladı. Kurum, bu yeni kurallar ile Nijerya nairasını P2P alanından çıkararak manipülatif hareketlerden etkilenmesini önlemeyi amaçlamaktadır. Nijerya hükümeti kripto varlıklara karşı engelleyici bir politika oluşturmuştur. Ülkede kripto varlık borsası Binance yasaklanmıştır. Hatta ülkeyi ziyarete gelen iki Binance yöneticisi tutuklanmış, bir yönetici kaçarken diğeri vergi kaçakçılığı, döviz spekülasyonu ve kara para aklamayla

suçlanmıştır (Onu, 2024). IMF yayımladığı bir raporda, 2023 yılında Binance Nijerya üzerinden kimliği belirsiz kaynaklardan 26 milyar doların aktarıldığını iddia etmiş ve Nijerya hükümetini uyarmıştır. Ayrıca IMF, Nijerya'nın büyüyen kripto varlık piyasasını denetlemek, finansal istikrarı sağlamak ve yatırımcıları korumak için sağlam bir düzenleyici çerçeve oluşturması gerektiğini vurgulamıştır. Bu uyarıların ardından Nijerya Merkez Bankası, ülkede faaliyet gösteren FinTech şirketlerini kripto varlık işlemleriyle uğraşan müşterilerin hesaplarını bloke etmeye ve bu işlemleri kolluk kuvvetlerine bildirmeye yönelik talimat vermiştir (www.channelstv.com, 2024).

Aşağıda çalışma kapsamında analizlerde borsa endeks verileri kullanılacak olan devletlere ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Bu amaçla, Amerika Birleşik Devletleri ve Güney Kore hükümetleri veya devlet kurumlarının kripto varlıklar ile ilgili çıkardıkları yasalar, aldıkları kararlar, raporlar, duyurular ve önemli olaylar açıklanmıştır.

1.1.21. Amerika Birleşik Devletleri

Blok zinciri teknolojisi ve akıllı sözleşmeler gibi unsurlar, Amerika Birleşik Devletleri'nde kripto varlıkların kullanımını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu teknolojilerin giderek daha yaygın hale gelmesiyle birlikte, devlet kurumlarının ABD'de kripto varlıkların yasal statüsünü belirleme çabaları artmıştır (Örnek ve Güneş, 2022). Aslında devlet kurumlarının kripto varlıklara olan ilgisi ilk kez, 2007 yılında federal hükümetin E-gold Ltd. ve sahiplerini para transferine ilişkin federal ve eyalet yasalarını ihlal etmekle suçlamasıyla ortaya çıkmıştır (Middlebrook ve Hughes, 2014: 10). Devam eden süreçte kara para aklama, vergi kaçakçılığı, iflas eden kripto varlık borsaları gibi riskler farklı devlet kurumlarını kripto varlıklara ilişkin düzenlemeler yapmaya teşvik etmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Hazine Bakanlığı tarafından kurulan Mali Suçları Engelleme Ağı (FinCEN); 2013 yılında Banka Gizlilik Yasası'nı düzenleyen yönetmeliklerin sanal para kullanıcıları, aracıları ve yöneticileri için uygulanabilirliğini açıklığa kavuşturmak amacıyla bir kılavuz yayımlamıştır. Ayrıca bu kılavuzda sanal para işlemleri yapan taraflar detaylı bir şekilde tanımlanmıştır (www.fincen.gov, 2013: 2).

ABD Gelir İdaresince (IRS) çıkarılan 2014-21 sayılı kılavuz ile federal vergi yasalarının sanal para birimi kullanılan işlemlere nasıl uygulanacağını açıklanmıştır. IRS,

söz konusu kılavuzda, sanal para biriminin mal veya hizmetler için ödeme yapmak veya yatırım yapmak amacıyla kullanılabileceğinin ve dijital bir değer temsili olarak işlev gördüğünün farkında olduğunu örnek olarak göstermiştir. Sanal para biriminin, bir değişim aracı, bir hesap birimi ve/veya bir değer deposu olarak işlev görebileceği belirtilmiştir. Bu tanımın, bir ülkenin yasal ödeme aracı olarak belirlenen ve geleneksel para birimi gibi işlev görebileceği bazı durumlarda geçerli olabileceğini belirtilmiştir. Sanal para birimlerinin herhangi bir yargı alanında yasal ödeme aracı statüsüne sahip olmadığına dikkat çekmiştir. Dönüştürülebilir sanal para birimini, gerçek para biriminde eşdeğer bir değere sahip veya onun yerine geçebilen bir sanal para birimi olarak tanımlamıştır. BTC'nin dönüştürülebilir sanal para birimine bir örnek olduğunu belirtmiştir. Dönüştürülebilir sanal para biriminin satışı veya takası, mal veya hizmetler için ödeme yapmak amacıyla kullanılması vergi yükümlülüklerine neden olabileceği vurgulanmıştır. IRS'ye göre federal vergi kuralları çerçevesinde, sanal para birimleri genellikle emtia olarak kabul edilir. Dolayısıyla, sanal para birimi kullanılan işlemler için genel vergi ilkeleri geçerlidir. Ayrıca sanal para birimlerinin vergilendirilmesinde, vergi mükellefinin elinde sermaye varlığı olan sanal para birimi (hisse senetleri, tahviller ve diğer yatırım malları gibi) belirleyici olmaktadır. Bir vergi mükellefi, sermaye varlığı olan bir sanal para biriminin satışıyla sermaye kazancı veya zararı elde edebilir. Ancak, sermaye varlığı olmayan bir sanal para biriminin (işletmelerde müşterilere satılmak üzere tutulan stoklar ve diğer mallar gibi) satışı genellikle olağan kazanç veya zarar olarak kabul edilir. Yani IRS'ye göre bir sanal para biriminin vergilendirilmesinde kullanılacak yöntemin tespiti için öncelikle, o sanal para biriminin sermaye varlığı niteliği taşıyıp taşımadığı belirlenmelidir (Aqui, 2014: 1).

Temmuz 2013'te SEC'in Yatırımcı Eğitimi ve Savunuculuğu Ofisi, bireysel yatırımcıları BTC ve diğer sanal para birimlerini içerebilecek sahte yatırım planları (Ponzi şemaları) konusunda uyarmak için bir yatırımcı uyarısı yayımlamıştır (SEC, 2013). Mayıs 2014'te de yatırımcıları BTC ve diğer sanal para birimlerini içeren yatırımların potansiyel riskleri konusunda bilinçlendirmek için bir yatırımcı uyarısı daha yayımlamıştır (SEC, 2014). Ofis, Temmuz 2017'de ise yatırımcıları ilk madeni para arzlarına katılmanın potansiyel riskleri hakkında bilinçlendirmek amacıyla bir yatırımcı bülteni yayımlanmıştır. Bültende blok zinciri, sanal para birimi, token ve coin gibi

kavramlara dair açıklamalar yapılmış ve yatırımcılara risk potansiyeli barındıran işlem ve hareketlerden kaçınmaları için uyarılarda bulunulmuştur. Ayrıca yatırımcıların bir ICO'ya katılım kararı almadan önce dikkat etmeleri gereken önemli noktalar da açıklanmıştır (SEC, 2017).

2017 Aralık ayında eski SEC Başkanı Jay Clayton yaptığı açıklamada; bazı çevrelerin kripto varlık birimlerinin menkul kıymet olmadığı görüşünde olduğunu ve bu nedenle kripto varlıkların SEC'in yetki alanı dışında olduğunu iddia ettiklerini vurgulamıştır. Fakat Clayton bu iddianın doğruluğunun, ilgili dijital varlığın özelliklerine ve kullanım amacına bağlı olduğunu belirtmiştir. Clayton'a göre her durumda SEC, ulusal para birimi işlemlerinin menkul kıymet piyasalarını nasıl etkilediğine dikkatle odaklandığı gibi kripto varlık birimleri içinde aynı sorumluluğa sahiptir. Ayrıca ICO'ların yapılarının, genellikle menkul kıymetlerin teklifini ve satışını içerdiğini ve federal menkul kıymetler yasalarının kayıt gereklilikleri ile diğer yatırımcı koruma hükümlerini doğrudan etkilediğini de belirtmiştir. Bununla beraber SEC'in 2017-227 sayılı basın bültenine atıfta bulunulmuştur. Bültende blok zinciri tabanlı gıda inceleme hizmeti için sermaye toplamak amacıyla yatırımcılara dijital tokenlar satan Kaliforniya merkezli bir şirketin ICO'sunun durdurulduğu duyurulmuştur. Bu duyurunun yayımlanmasının ardından bazı piyasa uzmanlarının, token veya coinlerin menkul kıymet olmadığını iddia ettiğini ve bu amaçla ilk coin arzlarında fayda kavramını vurgulamaya çalıştıklarını eleştirmiştir. Bir tokenin yalnızca fayda tokeni olarak adlandırılması veya bir fayda sağlayacak şekilde yapılandırılması, onun menkul kıymet sayılmasını engellememektedir. Clayton'a göre girişimcilik veya yönetsel çabalara dayalı, kâr potansiyelini öne çıkaran ve pazarlama çabaları içeren tokenlar ile ilk para teklifleri, ABD yasaları kapsamında bir menkul kıymetin özelliklerini içermeye devam etmektedir (Clayton, 2017).

14 Haziran 2018 Perşembe günü, SEC Kurumsal Finans Direktörü William Hinman, kripto varlıklarla ilgili bir açıklama yapmıştır. Açıklamada, BTC gibi Ether'in mevcut durumu, ETH ağı ve merkezi olmayan yapısı nedeniyle Ether'in alış ve satışlarının menkul kıymet işlemleri olmadığı görüşünü dile getirmiştir. Fakat bir işlemi ilk para teklifini, ICO veya token satışı olarak adlandırmak, o işlemi ABD Menkul Kıymetler Yasası kapsamının dışına çıkarmayacağını ve birçok durumda ekonomik

içeriğin geleneksel menkul kıymet arzıyla aynı olduğu belirtilmiştir. Açıklamada özellikle tedarik zinciri yönetimi, fikri mülkiyet hakları lisansı, hisse senedi sahipliği transferleri ve birçok uygulama alanına sahip dağıtılmış defter teknolojisinin değerli olduğu vurgulanmıştır. Fakat bu teknolojinin daha yeni olduğuna ve dolandırıcılık vakalarıyla karşılaşıldığına dikkat çekilmiştir. Merkezi olmayan bir ağda yalnızca bir değişim aracı olarak işlev gören fayda sağlayan dijital varlıkların bile, menkul kıymet olabilecek bir yatırım stratejisi olarak paketlenip satılabileceğini belirtmiştir. Buna göre BTC'nin bir yatırım fonuna dâhil edilmesi ve bu fonun hisselerinin satılması durumunda bunun yeni bir menkul kıymet yaratacağı açıklanmıştır (Hinman, 2018).

2018 yılına gelindiğinde ABD Emtia Vadeli İşlemler Komisyonu (Commodity Futures Trading Commission-CFTC) yayımladığı bir rehberde; akıllı sözleşmelerin niteliği, finansal piyasa operasyonlarındaki potansiyel kullanımları, uygulamalarına veya ürün özelliklerine bağlı olarak çeşitli yasal çerçevelere tabi olabileceği ve CFTC'ye kayıtlı kuruluşların akıllı sözleşmelerden faydalanabileceği gibi konuları açıklamıştır (Commodity Futures Trading Commission, 2018).

ABD Gelir İdaresi tarafından çıkarılan 2019-24 sayılı yönetmelik ile hard fork (çatallanma) sonrasında airdrop ile elde edilen yeni kripto varlıkların vergilendirilmesinde kullanılacak matrahın tespiti için çerçeve oluşturmuştur. Yönetmeliğe göre eğer bir vergi mükellefi airdrop sonrasında elde ettiği kripto varlık birimini devretme, satma, takas etme veya başka şekilde elden çıkarma olanağına sahip ise vergi mükellefi kripto varlığı o anda almış sayılacak ve vergi yükümlülüğü doğacaktır (Sinno, 2019: 4-5).

Kripto varlıkların tanımlanmasında önemli bir aşama olarak görülebilecek bir diğer gelişme ise SEC tarafından Haziran 2021'de yayımlanan bültendir. Bültende BTC'nin dolayısıyla da BTC vadeli işlem sözleşmelerinin emtia olduğu ve işlemlerin CFTC tarafından düzenlenen ve denetlenen vadeli işlem borsalarında gerçekleştirilmesi gerektiği uyarısında bulunulmuştur. Ayrıca yatırımcılara; aldıkları risk düzeyine odaklanmaları, BTC ile vadeli BTC işlemlerinin yüksek oynaklığa sahip olduğundan dolandırıcılık veya manipülasyon sebebiyle finansal kayıp riskini dikkate alınmasını ve BTC fiyatındaki değişikliklerin aynı şekilde vadeli işlem fonlarına yansımayacağı konularında da uyarılarda bulunulmuştur (SEC, 2021).

2021 yılında Altyapı yatırımlarına finansman sağlamak amacıyla yayımlanan Altyapı Yatırım ve İstihdam Yasası'nda, raporlamaya tabi olmayan dijital varlıkların belirli transfer işlemlerinde aracılardan, transferlerle ilgili olarak beyanda bulunmalarına yönelik yükümlülükleri açıklanmıştır (www.congress.gov, 2021: 912).

ABD'nin ilk BTC vadeli işlem ETF'si Bitcoin Strategy SEC Başkanı Gary Gensler'in stablecoinleri poker fişlerine benzettiği açıklamadan (Ignatius, 2021) kısa bir süre sonra 16 Ekim 2021 tarihinde onaylanması ile başlamıştır (Parmar, 2021). ProShare'in BTC vadeli işlemler tabanlı ETF'si BITO, 19 Ekim'de New York Menkul Kıymetler Borsası'nda (NYSE) 40,88 dolar açılış fiyatıyla listelenmiş ve kapanış zili çaldığında 1 milyar doları geçen bir hacme ulaşmıştır (Quarmby, 2021). ProShares'in İcra Kurulu Başkanı Michael Sapir'e göre SEC'in bu kararı; ABD'de de 1993'teki ilk hisse senedi ETF'si, 2002'deki ilk sabit getirili ETF ve 2004'teki ilk altın ETF'si gibi ETF'ler için önemli bir kilometre taşıdır (Johnson, 2021). Fakat SEC'in bu ETF'ler için yüksek oynaklığa ve piyasa manipülasyonu uyarılarının yatırımcılar için yüksek risk potansiyeli taşıdığına dair uyarısı (Imisthos, 2021) 2025 yılı itibarıyla dahi geçerliliğini korumaktadır. Şekil 4'te görüldüğü üzere BTC vadeli işlem ETF'si açılışta yüksek bir işlem hacmi yakalasa da kısa bir süre içerisinde ciddi değer kayıpları yaşamış ve neredeyse bir yıl boyunca yatırımcısına kayıplar yaşatmıştır. ETF açılıştaki fiyatına ancak Aralık 2023'te ulaşabilmiştir. Bu da SEC'in kripto varlık ETF'lerine şüpheli yaklaşımını destekler niteliktedir.



Şekil 2.1. Yıllara Göre BITO ETF Fiyatı

Kaynak: (www.proshares.com, BITO BTC ETF, 2025)

Ocak 2022’de ABD Merkez Bankası (FED) yayımladığı bir raporda, kripto varlıkların ABD’de bir ödeme aracı olarak geniş çapta benimsenmediğini açıklamıştır. Söz konusu raporda FED, kripto varlıkların aşırı fiyat dalgalanmalarına maruz kalmaya devam ettiğine, işlem yapmada hizmet sağlayıcılarına bağımlı olduğundan kullanım zorluklarına yol açtığına ve işlem hacminde ciddi sınırlamaların olduğuna dikkat çekmiştir. Birçok kripto varlığın yüksek enerji ayak izine sahip olduğuna ve tüketicileri kayıp, hırsızlık ve dolandırıcılığa karşı savunmasız hale geldiği eleştirilerine yer verilmiştir. Fakat raporda yeni bir kripto varlık versiyonu olan stablecoinlerin ise ulusal para birimi veya emtia gibi varlıklar olduğu değerlendirilmiştir (FED, 2022: 11).

BTC vadeli işlem ETF’lerinin onaylanmasından yaklaşık olarak iki yıl sonra Valkyrie Investments şirketi, ABD’deki ilk ETH vadeli işlem ETF’sini başlatmak için SEC’ten onay almıştır (Bacina ve Misthos, 2023). ETH vadeli işlem ETF’leri onay aldıktan sonraki ilk pazartesi günü işlem görmeye başlamıştır. Valkyrie Investments, VanEck, Proshares ve Bitwise Asset Management ETH vadeli işlemlerini içeren fonları piyasaya sürmüştür. ProShares ve Bitwise ise çeşitli versiyonlara sahip fonlarını piyasaya sürmüştürler. Bu süreçte Volatility Shares ve Kelly Strategic Management isimli iki firma da ETH vadeli işlem ETF’leri için onay almıştır (Brewster, 2023). İşlem gören fonların ilk işlem günündeki toplam işlem hacmi 1,92 milyon dolara ve en büyük fon olan ProShares Ether Stratejisi ETF, 878.560 dolarlık işlem hacmine ulaşmıştır. İlk BTC vadeli işlem ETF’si olan ProShares Bitcoin Stratejisi ETF’nin ilk gün hacmi ise 130 milyon dolardan fazla değere sahiptir (McGee ve Kamdar, 2023). Bu durum yeni ETF’ler için olağan kabul edilse de ilk BTC vadeli işlem ETF’si olan ProShares Bitcoin Stratejisi ETF’si ile karşılaştırıldığında oldukça düşük işlem hacmine ulaşmaları dikkat çekicidir (Dalton, 2023).

SEC, Başkan Jay Clayton’un döneminden (2018) başlayarak Mart 2023 tarihine kadar spot BTC ETF’leri ile ilgili tüm (Akbulak, 2024) başvuruları ya reddetmiş ya da ertelemiştir (Brewster, 2023). Yapılan bu başvurulardan biri olan Grayscale’in Bitcoin Trust’ı SEC tarafından, varlık yöneticisinin piyasa manipülasyonu endişeleri hakkındaki soruları cevaplamadaki başarısızlığı gerekçe gösterilerek reddedilmiştir. Grayscale, bu karara ABD Columbia Bölgesi Temyiz Mahkemesi’ne bir dilekçe ile itiraz etmiştir (Barrak, 2022). Mahkeme; SEC’in, Grayscale’nin ürünün kotasyonu ile alım satımını

onaylamama gerekçesini yeterince açıklayamadığı için SEC'in Grayscale Kararını iptal etmiş ve tekrar gözden geçirilmesi amacıyla dosyayı SEC'e geri göndermiştir (Akbulak, 2024). İlk spot BTC ETF başvurusunun yapılmasından on yıldan fazla bir süre sonra SEC Başkanı Gary Gensler komisyonun 10 Ocak 2024 tarihinde bir dizi spot BTC borsa yatırım fonunun listelenmesini ve ticaretini onayladığını açıklamıştır. Gensler açıklamasında güvenlik dışı bir emtia olan BTC'nin ve kripto varlıkların büyük çoğunluğu yatırım sözleşmesi kapsamında değerlendirildiğini ve dolayısıyla federal menkul kıymetler yasalarına tabi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca komisyon kararının yatırımcılar açısından şu önemli korumaları sağlayacağını belirtmiştir; öncelikle BTC ETF sponsorlarının ürünleri hakkında tam, adil ve doğru açıklamalarda bulunmaları gerekecektir. Bu açıklamalardan yararlanacak olanlar, listelenen ve ticareti yapılan herhangi bir BTC ETF'sine yatırım yapanlar, kamu kayıt beyanlarında ve gerekli periyodik başvurularda yer alan bilgilerden faydalanacaklar. Aynı zamanda, onaylanmış ETF'lerin alım ve satımında kurallar ve davranış standartlarına uyulması zorunlu olacaktır. Fakat Gensler alınan kararların, genellikle federal menkul kıymet yasalarına uymayan ve çıkar çatışmalarına sıkça maruz kalan kripto ticaret platformları veya aracılara karşı komisyonun yaklaşım değiştirdiği anlamına gelmediğini ve dolayısıyla bunlara onay verilmediğini belirtmiştir. Ayrıca her ne kadar komisyon tarafsız olsa da EFT'lerdeki temel varlıkların tüketici ve endüstriyel kullanımlara sahip olduğunu, buna karşın BTC'nin özellikle fidye yazılımı, kara para aklama, yaptırımlardan kaçınma gibi yasa dışı faaliyetler için de kullanılan spekülatif, değişken bir varlık olduğunu da belirtmiştir. Bu sebeple yatırımcıların, BTC ve değeri kriptoya bağlı ürünlerle ilgili riskler hakkında dikkatli olmaları gerektiği uyarısında bulunmuştur (Gensler, 2024; Peirce, 2024). Bu açıklamaların hemen ardından New York Menkul Kıymetler Borsası'nda (NYSE) Bitwise, Hashdex ve Grayscale şirketlerinin BTC ETF'leri, Nasdaq'ta Valkyrie ve iShares'in ETF'leri, Chicago Opsiyon Borsası'nda (CBOE) ise ARK 21 Shares, Fidelity, Wisdomtree, Invesco, VanEck ve Franklin'in ETF'leri işlem görmeye başlamıştır (Erşin, 2024).

BTC'de olduğu gibi ETH ETF'leri de yatırımcılara kripto varlıklara dolaylı yatırım yapma olanağı tanıyan bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikle kripto varlıklara direkt olarak yatırım yapmaktan çekinen ancak bu yeni varlık sınıfının

yükselişinden faydalanmak isteyen geleneksel yatırımcılar için önemli bir fırsat sunmaktadır. Spot BTC ETF'leri ve vadeli ETH ETF'lerinden sonra spot ETH ETF'lerinin de onaylanması, kripto varlık piyasalarında önemli bir kilometre taşı olarak değerlendirilebilir. Çünkü ETH, kripto varlıklar içinde BTC'den sonra gelen en değerli kripto varlıktır ve blok zinciri teknolojisi ile akıllı sözleşmeler yoluyla kullanıcılarına geniş imkanlar sunması nedeniyle kripto varlık yatırımcıları açısından önemli bir değere sahiptir (Küçükay, 2024). 2023 yılında ETH vadeli işlemlerine yönelik ETF'lerin onaylanmasından sonra beklenti spot ETH ETF'lerinin onaylanması yönünde olsa da SEC, Invesco, Galaxy Digital, Grayscale, BlackRock (SEC, 2023) ve Fidelity gibi birçok şirketin yaptığı spot ETH ETF başvurularını spot BTC ETF'lerinde olduğu gibi bir süreliğine ertelemiştir. Vadeli ETH ETF'lerinin onaylanması SEC'in ETH'yi dolaylı yoldan bir emtia olarak kabul ettiğini göstermektedir (Caymaz, 2024a; Erdem, 2024; Haywood, 2024; Toppa, 2024). Nitekim kısa bir süre sonra SEC, başvuru formlarını onaylamıştır. Bununla birlikte, SEC başvuru yapan şirketlerin kayıt formlarını sunmalarını isteyerek spot ETH ETF'lerinin onaylanacağı yönünde bir sinyal vermiştir (www.tr.investing.com, 2024a). Bu gelişme, kripto varlık piyasasında önemli bir adım olarak görülmektedir. Bu gelişme, kripto piyasasının olgunlaşmasına ve daha geniş bir yatırımcı kitlesine hitap etmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.

1.1.22. Güney Kore

2017 yılı Dünya'nın dört bir yanındaki teknoloji tutkunları için kripto varlıkların yılı olduğu söylenebilir (Ramirez, 2017). Güney Kore'de de kripto varlıklara yönelik yoğun bir ilgi görülmüştür. Ülke küresel BTC çılgınlığının bir tür sıfır noktası olarak anılmaktaydı. Aralık 2017 itibarıyla, Dünya'daki BTC ticaretinin yaklaşık yüzde 21'i Güney Kore'de yapılırken, ülkenin küresel ekonomideki payı sadece yüzde 1,9'du. Halkın yoğun ilgisi neticesinde kurulan internet toplulukları, BTC yatırım bilgileri ve deneyimlerini tartışan gönderiler ve başlıklarla doluydu. Bununla birlikte çok sayıda BTC ticaret kulübü çevrimiçi ve çevrimdışı olarak ortaya çıkmıştır. İnternet veya akıllı telefon kullanmakta zorlanan yaşlılar gibi kişiler için bir dizi çevrimdışı BTC borsası kurulmuştur. Birçok lise, öğrencilerinin okul bilgisayarlarını madencilik yapmak ve BTC'ye yatırım yapmak için kullanmalarını yasaklamıştır. Öyle ki Güney Koreli her üç

işçiden birinin kripto varlık birimlerine yatırım yaptığı tahmin edilmektedir (Lee, 2022: 7; Pavesic, 2018).

Güney Koreli yatırımcıların BTC'ye ve Ether'e olan ilgisi, BTC'nin 8 Aralık'ta 25 milyon wona (24.000 ABD doları) ulaşmasıyla birlikte daha da artmıştır. Kripto varlıklara yatırım yapan 2 milyon kişi ile won, dolar ve yenin ardından BTC işlemlerinde kullanılan üçüncü en yüksek ulusal para birimi olmuştur. Bu süreçte Güney Kore, muhafazakâr düzenleyiciler ile risk iştahı yüksek yatırımcılar arasındaki çekişmelerle sık sık gündeme gelmiştir (Ramirez, 2017). Düzenleyicilerin baskısına rağmen Dünya'nın hiçbir yerinde talep, teknoloji meraklısı ve trendlere duyarlı bir nüfusun kitlesel olarak BTC'ye yöneldiği Güney Kore'deki kadar şiddetli olmamıştır (Jung-a ve Harris, 2017).

Güney Koreli FinTech şirketi Blockchain OS, Mayıs 2017'de ülkenin ilk ICO'yu gerçekleştirmiştir. İsviçre merkezli bir vakıf vasıtasıyla 50 milyon BOScoin'lik bu ICO, 6.900 BTC karşılığında sadece dokuz dakika içinde tamamlanmıştır. Bu hızlı satış, Güney Koreli yatırımcıların ICO'ya olan yoğun ilgisini göstermiştir. Kısa bir süre sonra ICON, Güney Kore'yi geniş çapta kapsayacak şekilde bağlamayı amaçlayan bir blok zincirine güç sağlamak için Eylül ayında İsviçre merkezli bir vakıf aracılığıyla ICX token'ını piyasaya sürmüş ve ön satışında 150.000 Ether toplanmıştır. Bir başka startup olan Glosfer ise 25 Eylül'deki ICO'da 13 milyon dolar değerinde 15 milyar won toplanmıştır. ICO'larla birlikte halkın ilgisi artmıştır (Ramirez, 2017). Bu durum, Güney Kore'deki kripto varlık borsalarındaki kripto varlıkların yabancı borsalara göre sürekli olarak daha yüksek fiyatlandırılmasına neden olmuştur. Bu fiyat farkına Kimchi Primi olarak adlandırılmaktadır (Jeong, 2018) ve diğer finansal piyasalarda nadiren gözlemlenebilen bir olgudur (Seo, Koo ve Yang, 2024: 1). Karşılaştırıldığında, kripto varlıkların manevi evi ve önemli bir kripto varlık pazar olan Japonya'da bile aynı dönemde BTC %7-9 arasında bir primle işlem görmüştü (Jung-a ve Harris, 2017). Bu durum, Güney Kore'deki fiyat farklılıklarının bölgedeki diğer piyasalara kıyasla ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Güney Kore, Asya'daki en büyük kripto pazarlarından biri olduğundan; Kimchi Primi, kıtada kripto talebini yansıtan önemli bir veri olarak takip edilmektedir (Caymaz, 2024b).

Kimchi Primi, zirve noktasında %50 seviyelerine kadar yükselmiştir. Bu durum karşısında Güney Kore hükümeti düzensiz spekülatif çılgınlığı bastırmak amacıyla

herhangi bir yasal düzenleme olmaksızın Eylül 2017’de ICO’ları baskı ile engelleme yoluna gitmiştir. Aralık ayına gelindiğinde ise hükümetin tutumu netleşti (Ghoshal, 2018). Güney Kore Başbakanı Lee Nak-yeon acil bir kabine toplantısı düzenlemiş ve kripto varlık ticaretinin kontrol altına alınmadığı takdirde ciddi çarpıklıklara veya sosyal patolojik olaylara neden olabileceği uyarısını dile getirmiştir (Lee ve Popper, 2017). Kripto varlık ticaretini yasaklayan bir yasa tasarısı hazırlandığı, düzenlemelerin sıkılaştırıldığı ve anonim ticaret hesaplarına son verildiği gibi birçok duyuru yapılmıştır. Bu gibi açıklamalar neticesinde kripto varlık piyasaları geri çekilmiştir ve BTC fiyatı Güney Kore borsalarında iki saat içinde %16’dan fazla düşmüştür . Hükümetin planına karşı 200.000’den fazla vatandaş, BTC düzenlemesini durdurmak için dilekçe vermiştir (Ghoshal, 2018; Jeong, 2018; Lee, 2022: 9; Pavesic, 2018).

Güney Kore, kara aklama ile mücadele ve vergi uygulamalarını düzenlemek amacıyla 30 Ocak 2018’den itibaren, kripto varlık işlemlerinin anonim banka hesapları üzerinden yapılmasını yasaklamış ve sadece gerçek kişi banka hesapları üzerinden yapılacak işlemlere izin vermiştir. Kripto varlık ihraççılarına bankalarla anlaşma yapma zorunluluğu getirilmiştir. Bu sayede kripto varlık ihraççılarının kimlikleri ve sundukları sistemlerin güvenlik yeterlilikleri bankalar tarafından denetlenebilmektedir. Diğer taraftan Güney Kore finans otoriteleri, borsadaki işlemleri kontrol etmek amacıyla yeni düzenlemeler uygulamaya koymuştur. Bu sayede küçük işletmelerin faydalandığı vergi avantajlarından kripto varlık borsalarının faydalanması engellenmiştir (www.bctr.org, 2019).

Güney Kore’de kripto varlıkların değer kaybetmesiyle beraber blok zincirine olan ilgi artmıştır. Güçlü yerel işletmeler tarafından desteklenen blok zinciri tabanlı hizmetlerin, her Korelinin hayatına ulaşabilmesini öngören projeler üretilmiştir. Özel sektörle birlikte devlet kurumları da blok zinciri teknolojisini benimsenmiştir (Ghoshal, 2018). Öyle ki hükümet blok zinciri teknolojisini geliştirilmesi ve uygulanması amacıyla yüz milyonlarca dolar yatırım yapma planını kamuoyuyla paylaşmıştır. Plan kapsamında hayvancılık geçmişi yönetimi, kişisel gümrükleme, basit gayrimenkul işlemleri, çevrimiçi oylama, uluslararası elektronik belge dağıtımı ve deniz lojistiği gibi projeler yer almıştır (Wang ve diğerleri, 2019: 9). Bu projelere ilave olarak, kamu güvenliği ve ulaşım alanlarında kullanılacak blok zinciri çözümleri de geliştirilmektedir (Vokerla ve diğerleri,

2019: 4). Çevrimiçi oylama uygulamasının ilk örneklerinden biri Gyeonggi-do Eyaletinde blok zincir teknolojisi kullanılarak yapılan Mart 2018 seçimleridir. Uygulama, bütçede ilk olarak hangi topluluk projesinin gerçekleştirileceğini belirlemek için kullanılmıştır. Her ne kadar bu girişim, nispeten küçük bir katılımcı grubuyla yapılmış olsa da yetkililer bunun, çevrimiçi oylama için blok zinciri teknolojisinin potansiyelini gösterdiğini düşünmektedir (Krishnamurthy, Rathee ve Jaglan, 2020: 2393). Ayrıca hükümet, inovasyon yoluyla büyümeyi hızlandırmak için şirketlerin blok zinciri gibi yeni teknolojileri geliştirmesini motive edecek vergi düzenlemeleri yapacağını da duyurmuştur (Wang ve diğerleri, 2019: 9).

Güney Kore hükümeti başta NFT'ler olmak üzere, uzunca bir süre kripto varlıklara karşı temkinli bir tavır sergilemiştir. NFT'lerin sanal varlıklar olarak sınıflandırılmasının yerel finansal düzenleyicilere bu tür tokenler üzerinde yargı yetkisi verebileceği ve bu tokenlerin ihraççıları ile dağıtıcılarının katı düzenlemelerle karşı karşıya kalabileceği de düşünülmektedir. Ülkenin kripto varlık borsalarına yönelik belirlediği gereksinimleri Eylül 2021'de yayımlandığında yaklaşık olarak 70 kripto varlık borsası kapanmıştır (Ligon, 2023; Park, 2024). Ülkede halen Elektronik Finansal İşlemler Yasası ile Belirli Finansal Bilgilerin Raporlanması ve Kullanılması Yasası yoluyla kripto varlıkların kullanımına yönelik düzenlemeler yapılmaktadır (Kaur, 2023). Mevcut yasal düzenlemeleri yetersiz gören Güney Kore Finansal Hizmetler Komisyonu, Kripto Para Kullanıcılarını Koruma Yasası'nı 19 Temmuz 2024'te yürürlüğe almıştır. Yasa, kripto varlık piyasasının daha şeffaf ve adil hale gelmesini amaçlamaktadır. Yasa ile manipülasyon, illegal ticaret ve kripto varlıklarla ilgili önemli bilgilerin kötüye kullanılmasının engellenmesi amaçlanmaktadır. Bu yasa kapsamında kurallara uymayan yatırımcılar, ömür boyu hapis cezası gibi ciddi cezalarla da karşı karşıya kalabileceklerdir (Lif, 2024).

ABD'de kripto varlık fonlarının borsalarda işlem görmesi bazı Asya ülkelerini, özellikle de dönemsel sanal varlık çılgınlığıyla bilinen Güney Kore otoritelerinde endişelere neden olmuştur. Güney Kore Başkanlık Ofisi, yatırımcıların kripto varlık ticareti yapmasına izin vermeleri halinde aracılardan yasaları çiğneyip çiğnemeyeceği konusundaki riskler nedeniyle, ülkenin mali düzenleyicisinden spot BTC ETF'leri konusunda belirli bir duruş sergilemekten kaçınmasını istemiştir (Droulers, 2024). Fakat

genel seçimler için siyasi partilerin kripto varlıklarla ilgili vergi erteleme ve ETF'lere izin verme gibi taahhütlerde bulunması, spot kripto ETF'lerine nihayetinde izin verileceğine dair beklentileri arttırmış ve kripto pazarının Güney Kore'de daha yaygın bir yatırım varlığı olacağı beklentisinin önünü açmıştır (Eom ve Lee, 2024). ABD'nin spot BTC ETF'lerini onaylamasından kısa bir süre sonra, Güney Kore Mali Denetleme Hizmeti Başkanı Lee Bok-hyun'un SEC Başkanı Gary Gensler ile spot BTC ETF'lerinin ve NFT'lerin geleceğini tartışmak üzere bir araya gelme planı bu beklentileri daha da pekiştirmiştir (연두, 2024). Ayrıca Mart 2024'te Mali Denetleme Hizmeti Başkanı Lee Bok-hyun, verdiği bir röportajda BTC ETF'lerinin satışına izin verilip verilmeyeceğinin yetkililer arasında tartışıldığını ve kendisinin sanal varlıklara olumlu yaklaştığını açıklamıştır (Lee, 2024a).

1.2. Kripto Varlık İhraççıları ve İhraç Yöntemleri

BTC'nin white paperi ile başlayan ve paranın geleceği hakkında tartışmaları başlatan süreç, bugün binlerce farklı kripto varlığının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Hükümetler, yetkili düzenleyici kurumlar ve merkez bankaları gibi kendi ulusal paralarının garantörü konumundaki karar vericiler arasında, kripto varlıkların oldukça spekülatif olduğu konusunda genel bir mutabakat olsa da günümüzde finansal istikrara ciddi bir tehdit oluşturmadığı, para politikası üzerinde önemli etkilerinin olmadığı veya finansal piyasa altyapısını bozmadığı gibi düşünceler nedeniyle birçok devlet ve kurum düzenleyici rolünü ertelemektedir ya da bu yeni teknolojinin verimli bir şekilde düzenlenmesi için birbirlerini takip etmektedir (Blemus, 2017: 15; Bullmann ve diğerleri, 2019: 7). Halbuki günümüzde kripto varlık borsaları, yüzyıllardır var olan büyük borsalarla rekabet edecek düzeyde, milyarlarca dolarlık işlem hacmine ulaşmıştır (Polat ve Akbıyık, 2019: 445). Bu durum kripto varlıkların geleneksel varlıklar kadar finans sistemleri üzerinde etkili olabileceğini ve benzer riskler taşıyabileceğini göstermektedir. Üstelik yeni bir teknoloji olması gerçeği göz önüne alındığında kripto varlıkların geleneksel varlıklara oranla fazla risk taşıması olasıdır (Karaarslan, 2022: 259).

Kripto varlıkların kendine özgü yüksek risk profili birçok nedene dayanmaktadır. Bunlardan biri, kripto varlıkların ihraççılarına karşı somut bir hak talebi sağlamamasıdır (Bullmann ve diğerleri, 2019: 7). BTC gibi kamuya açık ve bir ihraççının olmadığı blok zinciri türleri hariç tutulduğunda, kripto varlıklar bir ihraççı tarafından ICO, İlk Borsa

Arzı (IEO), İlk Dex Arzı (IDO), STO veya Merkezi Olmayan Otonom İlk Madeni Para Arzı (DAICO) gibi yöntemlerinden biriyle ihraç edilmektedir (Çekin, 2022: 101; Myalo, 2019: 1). İhraççısı J. R. Willett tarafından 2013 yılında başlatılan ilk ICO, daha sonra Omni olarak adlandırılan Mastercoin projesidir (Shin, 2017). Bir ICO, ihraççının blok zinciri projesinin hedeflerini, teknik ayrıntılarını ve tokenomiklerini özetleyen bir teknik inceleme oluşturulmasının ardından, yatırımcıların BTC veya ETH gibi kripto varlık birimleri kullanarak projeye fon sağladıkları ve karşılığında projenin yerel tokenlarını aldıkları, proje ekibi ve danışmanlarının güven kazandırmada kritik rol oynadığı, geniş çaplı bir pazarlama kampanyasıyla ilgi ve farkındalık yaratılarak gerçekleştirilen bir fon toplama sürecidir. Başarılı bir süreç sonrasında dağıtılan tokenlar, potansiyel olarak ikincil bir piyasada alınıp satılabilir. Ayrıca kripto varlıklar sadece bir kuruluş tarafından ihraç edilerek değil BTC'de olduğu gibi başka tür ödüller (örneğin madencilik modeli) yoluyla ihraç edilerek bir ICO süreci olmadan oluşturulabilmektedir (Belemus ve Guegan, 2020: 7-8).

ICO'lar ihraççının sermayeye erişimini ve küresel yatırımcı havuzundan yararlanmasını kolaylaştırır, sermaye maliyetlerini önemli ölçüde azaltır, bağış toplama kampanyası sonrasında kripto varlık borsalarında tokenlerin alınıp satılmasıyla yüksek likidite imkanı sağlar, teklif sürecinin hızını artırır ve ihraççılar için piyasaya girişi kolaylaştırır. Ayrıca gerekli teknoloji nispeten basit ve erişilebilirdir, temsil ettiği projenin amaçları doğrultusunda tokenlara değer katar ve blok zinciri alanında yenilikleri teşvik etmektedir. Diğer yandan ihraççılar ve yatırımcılar, ülkeler arasındaki yasal farklılıklar, dolandırıcılık, piyasa değişkenliği nedeniyle yaşanan sermaye kayıpları, yatırımcı koruması eksikliği, proje vaatlerinin gerçekleşmeme olasılığı ve spekülasyon hareketlere karşı korumasızlık gibi riskler ile karşılaşabilmektedir (Maume ve Fromberger, 2019: 560-561; www.solulab.com, 2024).

Yasal bir düzenlemenin bulunmadığı ICO sistemlerinde güç dinamikleri, girişimciler ve proje sahipleri gibi ICO destekleyicileri lehine dengesiz bir biçimde şekillenmektedir ve finansmana birincil katkıda bulunan token sahiplerini ihraççılar karşısında dezavantajlı hale getirmektedir. Bir ICO'nun başarıyla tamamlanmasının ardından, ihraççılar toplanan fonlar üzerinde tam kontrol sahibi olmakta ve bu da bir güç dengesizliği yaratmaktadır (Chen ve diğerleri, 2023: 2). Ayrıca ihraççılar, izahname

gereklilikleri, açıklama ve raporlama yükümlülükleri de dahil olmak üzere finansal piyasa düzenlemeleri kapsamında olmadıklarına inanma eğiliminde olabilmektedir (Maume ve Fromberger, 2019: 560-561). İhraççıların lehine olan bu durum yatırımcılar için çoğu zaman sermaye kaybıyla sonuçlanmaktadır. ICO'ların başarısı üzerine Satis Grup tarafından yapılan bir araştırmaya göre, 2017 yılında yapılan ICO'ların yaklaşık %78'inin dolandırıcılık amaçlı olduğu ve sadece %15'inin bir borsada işlem görmeye devam ettiği bulunmuştur (www.research.bloomberg.com, 2018).

IEO, bir kripto varlık borsası platformunun proje ekibi ve yatırımcılar üzerinde müşteri tanıma (KYC) ve kara para aklamayı önleme (AML) kontrollerini gerçekleştirdiği bir fon toplama yöntemidir (Ramadoss, 2022: 10). Bu yöntemle, yeni bir madeni paranın piyasaya sürülme başarısını güvence altına almak için kripto varlığın hız, likidite veya değer saklama gibi nitelikleri ön plana çıkmaktadır. Ancak ihraççı, yatırımcıların kripto varlık ile ilişkili arz kalitesi konusundaki endişelerini gidermek için istikrarlı ve güvenli bir borsa platformu seçimine önem vermelidir. Bu, kullanıcı benimsemesini artırmak için bilgisayar korsanlığı faaliyetlerini ve istenmeyen teknik hataları engellemeyi amaçlayan tutarlı güncellemeler ve sıkı güvenlik protokolleri ile sağlam bir güvenlik duvarı sistemi ve ağının bakımını da kapsamalıdır (Wong, Melissa ve Angeline, 2022: 11). Ayrıca IEO'lar, borsaların KYC ve AML gibi güvenlik faktörlerini sunması nedeniyle, ICO'lara kıyasla potansiyel yatırımcılar için daha güvenli bir alternatiftir (www.cleartax.in, 2022).

IEO'da projeyi denetleyen ve token satışını gerçekleştiren taraf kripto varlık borsasıdır. IDO'da ise token satışının kendisi biraz merkeziyetsiz bir şekilde gerçekleşirken projeyi denetleyen üçüncü taraf bir platformdur (Georgiev, 2024). Kullanıcılar doğrudan bir kripto cüzdanı kullanarak IDO'ya katılabilirler. Merkezi bir aracıya gerek yoktur (www.academy.binance.com, 2024). IDO, fon toplamayı ve bir projeyi hayata geçirmeyi amaçladığı için ICO'ların ve IEO'ların devamı niteliğindedir. Bununla birlikte, tokenların listelemeden önce satıldığı ICO'lar ve IEO'ların aksine, IDO'larda tokenlar merkeziyetsiz bir borsada (DEX) doğrudan listelenir. İlk IDO olan Raven Protokolü'nün ihraççısı, Binance'in merkeziyetsiz borsası olan Binance DEX'i kullanmayı seçmiştir. Tokenı belirli bir fiyattan borsada listelenmiş ve yatırımcılar üst limite ulaşılan kadar tokenı satın alabilmişlerdir. İlk birkaç IDO, platformların çoğunda

bu şekilde gerçekleşmiştir. Bu özel fon toplama yönteminin teoride hızlı alım satım, anında likidite ile açık ve adil kaynak yaratma gibi birkaç faydası ön plana çıkmaktadır. Ancak yatırımcılar süreçten memnun değildir. Bunun nedeni, bu token satışlarının esasen birkaç saniye içinde tamamlanması ve ortalama bir yatırımcının token alması için çok az şansa sahip olmasıdır. Otomatik alım yapabilen bilgisayar programları ve şirket içindeki kişiler tarafından öncelikli alım yapıldığı düşüncesi yaygınlaşmış ve sektör artan talebi karşılamak amacıyla uyum sağlamak durumunda kalmıştır. Bu durum, 2020 sonu ve 2021'in en sıcak konularından biri olan IDO lansman platformlarının doğmasına yol açmıştır. (Georgiev, 2024). Ancak diğer kripto varlık arzları gibi IDO'ya katılmanın da bazı riskleri de vardır. Her türlü yatırımda olduğu gibi, tokenlerin değeri borsada listelendiğinde düşebilir ve hatta tamamen değersiz hale gelebilir. Ayrıca, bazı projeler IDO aracılığıyla piyasaya sürüldüğünde henüz tamamlanmamış olabilir ve bu projelerden bazıları dolandırıcılık amacı taşıyabilir (www.academy.binance.com, 2024).

ICO veya IEO kapsamında ihraç edilen her token, ihraççı tarafından konumlandırılmaz ve düzenleyici tarafından bir menkul kıymet olarak nitelendirilemez. Bu bağlamda, ICO'nun evrimi sürecinde, STO ismiyle fon toplamak için özel bir mekanizma geliştirilmiştir. Bir security token, bir blok zincirine kaydedilen ve menkul kıymetler yasalarının kapsamına giren bir yatırım ürününün dijital bir temsilidir. Yatırımcıların security tokenleri satın almalarının ana nedeni temettü veya oy hakkıdır (Kochergin, 2022: 89-90; Lambert, Liebau ve Roosenboom, 2021: 1; Myalo, 2019: 14). STO ile sunulan security tokenler, dijital menkul kıymetler olarak nitelendirilir ve ihraççıları, finansal araçların ihracı için zorunlu olan bir veya daha fazla yargı alanındaki menkul kıymet yasalarına uymak zorundadır (Kochergin, 2022: 89-90; Ramadoss, 2022: 10). STO çok yavaş bir prosedürdür fakat KYC ve AML gereksinimlerini karşılamalarının bir sonucu olarak beyaz ve kara yatırımcı listeleri oluşturma olanağı sağlamaktadır. STO oluşturma sürecindeki bilgi şeffaflığı gereklilikleri kurumsal sorumluluğu artırmakta, dolandırıcılık riskini azaltmakta ve iflas durumunda yatırımcıları korumaktadır. Bu da STO'yu geleneksel piyasalardaki halka arzlara benzerlik göstermektedir (Myalo, 2019: 16).

Halka arz, kuruluşun yerel veya yabancı menkul kıymetler borsası kuralları çerçevesinde borç veya öz sermaye menkul kıymetlerini halka arz etme yoludur. Bu tür

bir arz, yatırım bankacıları ve brokerler gibi aracılar tarafından gerçekleştirilir ve işlem öncesi borsa yetkilileri tarafından onaylanmaktadır. Fiyat, ihraççıların ve dayanak varlığın temel özelliklerine göre belirlenmektedir. Bazı ihraçlar tüm yatırımcılar için uygun olmayabilmektedir. Bu nedenle, bazı yatırımcıları korumak için sadece asgari servet kriterlerine sahip yatırımcıların katılımına izin verilmektedir. İhraççılar tarafından, halka arzın ayrıntılarını ve ne tür bir mülkiyete sahip olunacağını yanı sıra fiyat, getiri ve ilgili riskleri açıklamak için kullanılan izahname yayımlanmaktadır. Menkul kıymetler (örneğin hisse senetleri veya tahviller) halka satıldıktan sonra çeşitli borsalarda alınıp satılmakta ve fiyat, hacim, satıcı ve alıcı dahil olmak üzere yapılan tüm işlemlerin kayıtları piyasalar tarafından saklanmakta ve kontrol edilmektedir. STO ve ICO durumunda, teklif dijitalleştirilir ve teklifi kolaylaştırmak için kullanılan teknoloji blok zinciri teknolojisidir. Genel olarak ihraççı, kullanım durumunu ve ihtiyaç duyulan sermayeyi belirleyen, satış fiyatını ve projeyi tanımlayan izahname benzeri bir white paper hazırlar. Yatırımcı, token elde etmek için ihraççıya kripto varlıkla veya itibari parayla ödeme yapmaktadır. Yatırımcılara verilen menkul kıymet dijitaldir ve yatırımcı tarafından ya işletme tarafından sunulan hizmetlerden faydalanmak (ICO) ya da temel işletme veya varlıkta (STO) sahiplik payını kanıtlamak için kullanılmaktadır. Bu, ICO ve STO arasındaki farkın, birincisinin sahibinin ihraççı hizmetlerinden yararlanarak fayda elde etmeye hak kazandığı bir yardımcı araç olduğu, STO'nun ise varlıklara veya nakit hareketlerine yönelik haklar veren bir yatırım aracı olduğu göstermektedir (Sarhan, 2020: 12-13).

Blok zinciri ile ilgili girişimler için bir sermaye toplama yöntemi olarak ICO'lar nispeten yeni bir finansal araçtır. 2013 yılına dayanan bu yöntem, 2017 yılında ETH blok zincirinin yaygın olarak benimsenmesiyle popülerlik kazanmıştır (Amsden ve Schweizer, 2018: 3). Ancak, olumlu özelliklerinin yanında birçok sorunu da beraberinde getiren bu yeni yöntemi geliştirmek için, ETH'nin kurucusu Vitalik Buterin 2018'de Merkezi Olmayan Otonom İlk Para Arzı (DAICO) adı verilen yeni bir merkezi olmayan fon toplama yöntemi önermiştir (Myalo, 2019: 1). Bu yöntem, Merkezi Olmayan Otonom Organizasyonların (DAO) avantajlarını ICO fon toplama modeliyle bir araya getirmiştir. Geleneksel ICO'ların yalnızca tokenlar karşılığında fon girişini düzenleyen akıllı sözleşmelerinin aksine, DAICO sözleşmesi musluk modu olarak bilinen bir sistemle

çalışmaktadır. Bu mod, fonların bir emanet hesabında tutulduğu ve ilk iş planında belirtilen kilometre taşlarına göre aşamalı olarak serbest bırakıldığı risk sermayesine özgü kademeli finansman modeline benzer şekilde çalışmaktadır. Katkıda bulunanlar, ihraççının veya yönetim ekibinin davranışlarını onaylamaz veya projenin performansından memnun kalmazlarsa, DAICO'yu kapatma ve yatırdıkları kripto varlıkları geri alma amacıyla oy kullanabilirler. Bu durumda sözleşme otomatik olarak sonlandırılmaktadır. DAICO'lar, ihraççılar üzerinde güçlü bir denetim imkanı sunarak yatırımcıları güçlendirir. Yatırımcıların projeyi istedikleri zaman bağımsız olarak sonlandırabilmeleri, yönetim ekibini sürekli olarak yatırımcılarla etkileşimde bulunmaya ve ICO'nun başlangıcında öne sürülen yol haritasına uymaya veya yeni planlar için onay almaya zorlar. Benzer şekilde, ICO'nun güvenlik özelliğini pekiştirmek için İspanya'da Coin Governance System (CGS) adında bir yöntem geliştirilmiştir. Genellikle ICO sonrası ortaya çıkan ahlaki tehlike sorununu ele almak için geliştirilmiş yenilikçi bir çözümdür. CGS, ICO şirketleri için yönetsel bir araç olarak hizmet ederken ICO yatırımcılarını korumayı hedeflemektedir. CGS destekli bir ICO'nun tamamlanmasının ardından, toplanan sermaye DAICO modeline benzer şekilde emanet olarak tutulmaktadır. CGS, ardından fonları ICO ihraççıya kademeli olarak serbest bırakır. Bir token sahibi, projenin vaat edildiği gibi yürütülmediğinden şüphelenirse, belirli sayıda token yatırarak CGS'ye bir talepte bulunabilir. Talep diğer yatırımcılardan yeterli destek alırsa, merkezi olmayan bir CGS Hakem topluluğu tarafından incelenmekte ve oylanmaktadır (Chen ve diğerleri, 2023: 3).

ICO'lar ilk kez tanıtıldığında, finans piyasaları, akademisyenler ve girişimciler bu teknolojinin sunduğu fırsatların cazibesine kapılmıştır. ICO'lar kısa sürede finans piyasalarındaki en popüler konulardan biri haline gelmiş ve ICO çılgınlığı yeni bir altına hücum olarak nitelendirilmiştir (Maume ve Fromberger, 2019: 548). Düzenleyici denetimi olmadan hızla yayılan bu kripto varlık halka arzlarının birçoğu dolandırıcılıkla ilişkilendirilmiştir. Projelerin bir kısmı amacına ulaşmadan yok olurken ancak küçük bir kısmı hayatını sürdürebilmiştir. Kripto varlık sahipleri genellikle platformla ilişkilendirilen fikrin gelecek vaadine yatırım yapmaktadır. Bu durum ETH gibi temel altyapı ürünlerinde işe yararken, diğer platformların çoğu bu vaatleri gerçekleştirmekte zorlanmıştır (Kaal ve Dell'Erba, 2017: 15) ve bu durum yatırımcılar için yüksek risk

anlamına gelmektedir. Örneğin 2020-2021 boğa koşusu sırasında başlatılan 11.000'den fazla kripto varlığın %70'i (7.530 adet) günümüze kadar yok olmuştur. Benzer şekilde 2017-2018 boğa koşusu sırasında başlatılan 3.000'den fazla kripto varlığın 1450 tanesi zaman içinde yok olmuştur. 2020-2021 döneminde bu sayının yüksek olması, token ihracının kolay olmasına ve memecoinlerin popüleritesindeki artışa bağlanabilir. Bununla birlikte, birçok memecoin projesi bir ürün olmadan başlatılmakta ve çoğunluğu kısa bir süre sonra yok olmaktadır. 2021'de piyasaya sürülen kripto varlık birimlerinin, Ocak 2024 itibarıyla 5.724'ünün (%70) yok olması nedeniyle 2021 yılı kripto varlık projelerinin başarı oranı açısından en kötü yıldır. Bunu 3.520 (%60) kripto varlık projesinin yok olmasıyla 2022 yılı izlemektedir. 2023 yılında listelenen kripto varlık projelerinin sadece 289 (%10) tanesinin yok olması önceki yıllara göre keskin bir düşüşü ifade etmektedir (Lee, 2024b).

Dünya genelinde yüksek risklerine rağmen kripto varlıklar için kapsayıcı bir yasal çerçevenin bulunmaması, birçok kripto varlığın ya dolandırıcılık amaçlı piyasaya sürülmesine ya da kısa ömürlü olmasına neden olmuştur. Bu gibi sorunları engellemek için AB, 2020 dijital finans stratejisi doğrultusunda, kripto varlıkların ihracı ve kripto varlıklarla ilgili hizmetlerin düzenlenmesi için kapsamlı bir yasal çerçeve olan MiCA'yı kabul etmiştir. Kripto varlık piyasalarına yönelik bu özel ve uyumlaştırılmış çerçeve, inovasyonu desteklemek, kripto varlık ihraççılarına ve hizmet sağlayıcılarına sınır ötesi işlerini ölçeklendirmeleri için uygun işlem yapılmasını sağlamak ve daha ucuz, daha hızlı ve daha güvenli finansal hizmetler ile varlık yönetimi açısından önemli faydalar sunmak amacıyla oluşturulmuştur (European Commission, 2024; Maume ve Fromberger, 2019: 548). MiCA, varlık referanslı tokenlar veya E-para tokenları dışındaki kripto varlıklar için kripto varlıkların alım satımı konusunda ihraççıların ve ilgili kişilerin yükümlülüklerini detaylı bir düzenlemeye tabi tutmuştur. İlk olarak, bu kişilerin dürüst, adil ve profesyonel bir şekilde hareket etmeleri, kripto varlık sahipleri ve potansiyel sahipleri ile adil, açık ve yanıltıcı olmayan bir şekilde iletişim kurmaları gerekmektedir. Bununla birlikte tüzel kişilik olarak kaydolmaları ve çerçevesi belirlenmiş bir white paper yayımlamaları zorunludur. Ayrıca, olası çıkar çatışmalarını tespit edip önlemek, yönetmek ve açıklamak zorundadırlar. Tüm sistem ve güvenlik erişim protokollerinin AB standartlarına uygun olarak sürdürülmesi de bir yükümlülüktür. Bu standartlar Avrupa

Menkul Kıymetler ve Piyasalar Otoritesi (ESMA) ve Avrupa Bankacılık Otoritesi (EBA) iş birliği ile 30 Aralık 2024 tarihine kadar belirlenecektir. İhraççılar, hazırladıkları white paper’da belirli kişi veya gruplara ayrıcalık tanıyorlarsa, bu durumu ve gerekçelerini açıkça belirtmek zorundadır. Aksi halde, tüm yatırımcılara eşit uygulama yapılmalıdır. Ayrıca, bir kripto varlığın halka arzının iptali durumunda, ihraççılar toplanan fonların en geç 25 takvim günü içinde yatırımcılara iade edilmesini sağlamakla yükümlüdür (EUR-Lex, 2023: 36-37).

Düzenleyici, denetleyici ve diğer finansal sektör politikalarının geliştirilmesi ve uygulanmasının etkin bir şekilde teşvik edilmesi amacıyla ulusal finansal otoritelerin ve uluslararası standart belirleyici kuruluşların çalışmalarını uluslararası düzeyde koordine eden FSB, Temmuz 2023’te yayımladığı raporda kripto varlık ihraççısını, yeni kripto varlıkları yaratan bir kurum, kişi veya başka bir yapı olarak tanımlamaktadır. FSB yetkisi doğrultusunda, güvenli inovasyonu teşvik etmeye yardımcı olmak için kripto varlıklarla ilgili düzenleme, denetleme ve gözetim konularına odaklanmıştır. Bu nedenle FSB raporu, kripto varlık faaliyetleriyle ilgili tüm özel risk kategorilerini kapsamlı bir şekilde ele almamıştır. Rapor yalnızca otoritelere, kripto varlık ihraççıları ve hizmet sağlayıcıları hakkında sınır ötesi iş birliği, koordinasyon, bilgi paylaşımı, risk yönetimi, veri toplama, kayıt, raporlama vb. konularda nihai öneriler sunmaktadır. Rapora göre otoriteler, kripto varlık ihraççıları ve hizmet sağlayıcılarının, faaliyetlerini, işlem yöntemlerini, ürün risk özelliklerini ve potansiyel riskleri nasıl yönettiklerini kullanıcılar ve ilgili paydaşlara anlaşılabilir şekilde sunmalarını şart koşmalıdır. Bu bilgiler, ana faaliyetlerin yönetim yapısı ve prosedürleri ile önemli çıkar çatışmalarını da içermelidir. Ayrıca, ürün yapısı ve faaliyetlerin işleyişiyle ilgili detayların, örneğin bir izahname veya eşdeğer bir belge aracılığıyla yeterince açıklanması gerekmektedir. Kripto varlık ihraççılarının ve hizmet sağlayıcılarının, siber güvenlik, çevresel ve iklimsel riskler gibi temel teknolojilere ilişkin önemli riskleri de uygun yasal çerçeveler içinde açıklamaları zorunlu olmalıdır (FSB, 2023b).

Ödemelerde ve sınır ötesi işlemlerde yeni fırsatlar sunan stablecoinler, kripto varlıklarla ilgili çevrelerin dikkatini çekmektedir. Mevcut stablecoinlerin yanı sıra birçok ihraççı yeni stablecoinleri piyasaya sürmek için çalışmalar yürütmektedir. AB'deki stablecoin ihraççılarına yönelik yeni gereksinimler, AB'nin MiCA düzenlemesi

kapsamında tutulmaktadır. Ayrıca Hong Kong, Singapur ve Birleşik Krallık gibi diğer ülkelerde bu alanda ilgili yasama ve düzenleme çalışmalarını sürdürmektedir. Bu yasaların hayata geçirilmesi, stablecoin ihraççılarına sıkı bir denetim rejimine tabi tutacaktır. Düzenleyiciler, diğer yükümlülüklerin yanı sıra, ihraççıların yeterli rezerv varlığına sahip olup olmadıklarını, yatırımcıları korumak için adımlar atıp atmadıklarını ve yeterince güvence altına alıp ayırmadıklarını doğrulamaya çalışacaklardır. Bu önlemler, küresel olarak stablecoin ihraççıları arasında daha fazla hesap verebilirlik, şeffaflık ve daha sağlam bir düzenleyici çerçeve sağlayacaktır. Aynı zamanda kurumsal ihraççılar için stablecoin alanına girme konusunda daha fazla güven verecektir. Stablecoinlerin mali suç riskleri de uluslararası alanda giderek artan bir öneme kavuşacaktır. Örneğin ABD Hazinesi, ABD dışında bulunan ABD doları karşılığı sabit coin ihraççılarının denetiminin genişletilmesi için yetki talep etme niyetini açıklamıştır. Sonuç olarak gelecekte stablecoin ihraççıları, riskleri tanımlayıp yönetebileceklerini gösterme konusunda artan düzenleyici baskısına daha fazla maruz kalacaktır (Carlisle, 2024).

Gelişmekte olan ekonomilerin çoğu etkili yasal ve düzenleyici denetimden yoksundur. Bu ekonomilerde aynı zamanda kripto varlık ihraç eden kişi ya da kurumların iflasına ilişkin yasal hükümler de bulunmamaktadır. Bu, ihraççının veya iştiraklerinin iflas etmesi durumunda rezerv varlıklarının yatırımcı zararını karşılayamayacağı, dolayısıyla yeterli teminat garantisinin sağlanamayacağı anlamına gelmektedir. Fakat gelişmiş ekonomilerde, kripto varlık ihraççılarının rezerv varlıkları yerleşik ve nispeten daha güvenli saklama kuruluşları tarafından desteklenmektedir. Özellikle döviz mevduatlarından döviz bazlı stablecoinlere geçiş, gelişmekte olan ülkelerdeki yerel bankalardan, gelişmiş ülkelerdeki saklayıcılar tarafından yönetilen rezerv varlıklarına sermaye çıkışına neden olmaktadır. Bu tür sermaye çıkışları, yerel para biriminde artan dalgalanmalara yol açabilmekte ve makroekonomik büyümeye baskı yapabilmektedir. Sadece kripto varlık ihraççılarının ve hizmet sağlayıcılarının düzenlenmesi ve denetlenmesi, makroekonomik ve finansal istikrar sorunları doğrudan çözmemektedir. Fakat hem kripto varlıklar hem de genel ekonomi politikaları alanlarında IMF, FSB ve dünya çapındaki diğer standart belirleyici kurumlar tavsiye içeren raporlar yayımlamaktadır. Bu raporlar dikkate alındığında, ülkelerin düzenleme ve denetim mekanizmalarının oluşturulması, etkin bir şekilde uygulanması, daha iyi veri toplanması,

etkin sermaye akışı önlemleri ile maliye ve vergi politikaları oluşturulması için yol gösterici olmaktadır. Bu nedenle ülkelerin, IMF ve FSB'nin yanı sıra dünya çapındaki diğer standart belirleyici kurumlar ve düzenleyici otoritelerle olan iş birliklerini derinleştirmektedir (Adrian, 2024).

1.3. Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcıları

Kripto varlık borsaları (CEX), kripto varlıkların itibari paralar veya diğer kripto varlıklar karşılığında alınıp satıldığı çevrim içi platformlardır. Yatırımcıların kripto varlıklarla işlem yapmasına ve bu varlıkları saklamasına imkan vererek kripto varlık ekosisteminde kritik bir rol oynamaktadır. Büyük kripto varlık alım satım borsalarında, kripto varlıklara ek olarak bu varlıklara bağlı türev ürünlerin de ticareti yapılabilmektedir (İçten ve diğerleri, 2022: 110-111). Güven sıralamasına göre bu borsaların en önde gelen örnekleri, Binance, OKX, Bitget, Bybit, Coinbase Exchange, Kraken, BackpackExchange, Binance US ve Arkham'dır (www.coingecko.com, 2025).

Dijital varlıkların ticareti son yıllarda önemli ölçüde artmıştır ve CEX'ler kripto varlıkların değişimi için birincil platform olarak hizmet vermektedir. Kripto varlık piyasalarındaki CEX'ler, likidite sağlama ve fiyatlama sürecini destekleyen benzer protokoller ve işlem kurallarını kapsayan bir yapıyla, geleneksel hisse senedi piyasalarına benzer bir altyapıya sahiptir. Ancak, kripto varlık piyasalarının ve kripto varlıkların doğasından gelen riskler birleştiğinde yatırımcılar, sıklıkla siber saldırı riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Aspris ve diğerleri, 2021: 2; Aytekin, 2024).

CEX'lerin yanı sıra merkezi olmayan borsalarda (DEX) bulunmaktadır. DEX'ler, kullanıcıların kripto varlıklarını takas etmelerine olanak tanımakta ve merkezi olmayan ve gözetimsiz işlem yapılmasını sağlamaktadır (Wang ve diğerleri, 2022b: 1). DEX, halk arasında hem blok zinciri tabanlı borsa protokollerini hem de bu protokollerden yararlanan uygulamalar olarak bilinmektedir. Esasında bir veya daha fazla dağıtılmış defterde barındırılan veya bu deftere entegre edilen ve dağıtılmış defterde otomatik olarak sonuçlandırılan eşler arası işlemleri mümkün kılan bir yazılım programını ifade etmektedir (Lin, 2019: 59-60). DEX'ler, herhangi bir aracı borsaya ihtiyaç duymadan kripto varlıkların değişimini kolaylaştırmakta ve gözetimsiz işlem yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, kripto varlık ekosistemine daha aktif katılımı teşvik etmektedir

(Aspris ve diğ erleri, 2021: 2). Ancak CEX'lerde olduğu gibi DEX'ler de siber saldırı riskini barındırmaktadır. Ayrıca bir aracı ya da denetim mekanizmasından uzak olmaları nedeniyle suç amaçlı kullanım riskini taşımaktadır (Akartuna ve Madelin, 2022: 13).

FATF 2019 yılında yayımladığı rehberde kripto varlık hizmet sağlayıcısını, başka bir yerde herhangi bir kapsamda yer almayan ve bir işletme olarak başka bir gerçek veya tüzel kişi için veya onun adına aşağıdaki faaliyetlerden veya işlemlerden bir veya daha fazlasını yürüten herhangi bir gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlamaktadır. Bu faaliyet ve işlemler; sanal varlıklar ve fiat para birimleri arasında yapılan değişim, bir veya daha fazla sanal varlık türü arasında yapılan değişim, sanal varlıkların transferi, sanal varlıkların veya sanal varlıklar üzerinde kontrol sağlayan araçların saklanması ve/veya idaresi ve bir ihra ının sanal varlık teklifi ve/veya satışı ile ilgili finansal hizmetlere katılım ve bunların sağlanmasıdır (FATF, 2019: 57). Aynı yıl, FinCEN yayımladığı kılavuzda d n    r lebilir sanal para birimi (CVC) kiosk işletmecileri, cüzdan saklama hizmeti veren kurumlar ve cüzdan saklama hizmeti veren madencilik havuzu işletmeleri ile bulut madenciler ve en önemlisi de kripto varlık borsalarının VASP kapsamına girdiğini belirtmiştir (FinCEN, 2019).

Kripto varlık borsaları haricinde NFT'lere özgü pazar yerleri de vardır. Bu pazarların ana faaliyeti, NFT'lerin itibari ya da kripto varlıklar karşılığında alım satımını mümkün kılmaktır. Bu platformlar, temel işlevleri açısından kripto varlık borsalarından farklıdır. Kripto varlık borsaları VASP niteliğindedir ve kripto varlıkların el değiştirmesi kolaydır. NFT pazar yerleri ise özünde bir e-ticaret platformu işlevi görmektedir. NFT pazaryerleri, i leyi leri, kullandıkları teknolojiler ve ticareti yapılan NFT'lerin özellikleri bakımından regüle edilen ve edilmeyen pazar yerleri, müzayede alanı, global pazarlar ve özel pazar yerleri olarak sınıflandırılabilir. NFT'lerin kripto borsalarında alınıp satılması mümkün olmakla birlikte, bu duruma çok sık rastlanmamaktadır (Avcı, 2022; İçten ve diğ erleri, 2022: 110-111).

Kripto varlıklar ortaya çıktığından beri dalgalı bir büyüme sergilemiş ve bazı yükselen piyasalarda ve gelişmekte olan ülkelerde finansal istikrar risklerini artırmıştır. Kripto varlıkların toplam değeri, Kasım 2021'de neredeyse 3 trilyon dolara ula mı ken, Temmuz 2022'de 1 trilyon doların altına düşerek yüksek bir oynaklık sergilemiştir. Piyasanın büyüklüğü tek başına bir finansal istikrar riski olu turmasa da düzenlenmiş

finansal hizmetlerle artan bağlantılar ve düzenleme eksikliği risk teşkil edebilir. Ekim 2021 Küresel Finansal İstikrar Raporu, bazı yükselen piyasalarda ve gelişmekte olan ekonomilerde faaliyet gösteren kripto varlık borsalarının, yerel borsalar ve bankalar arası döviz piyasaları ile karşılaştırılabilir işlem hacimlerine ulaştığını belirtmiştir. Bu duruma rağmen, birçok düzenleyici kurumun davranışsal veya ihtiyati düzenlemeleri ya da ödeme gözetimi bulunmamaktadır (Bains ve diğerleri 2022: 4).

Dünya genelinde herkesin kolayca kripto varlık alıp satabileceği birçok kripto varlık borsası mevcuttur, bu borsalardan bazıları genel hesap, doğrulanmış hesap, premium hesap gibi kendi hesap seviyeleri doğrulamasına sahiptir ve bu seviyeler bir kullanıcı için günlük para çekme limitini belirler (Yadava, 2018: 565). KYC doğrulaması uygulanmadığında bir kullanıcının yasadışı faaliyetleri nedeniyle kripto varlık borsası suçtan da sorumlu tutulabilir. Yasal uyumluluğu sağlamanın yanında kullanıcı güvenliğini de arttırdığından, kripto varlık borsaları tarafından KYC doğrulaması yapılmalıdır (Erten, 2024). Fakat yasal mevzuatın henüz tam anlamıyla oturmadığı durumlarda, mevcut mevzuat aracılığı ile kontrol altına alınmaya çalışılan kripto varlık platformlarının önemli riskler taşıdığı da bilinmektedir (Tecim, Yılmaz ve Karakoyunlu, 2023: 274). Geçtiğimiz birkaç yıl içinde kripto varlık borsalarının siber saldırıya uğraması ya da iflas etmesi, yatırımcıların kripto varlıkların ana riskinin esas olarak kripto borsalarıyla ilgili olduğu düşüncesini oluşturmuştur. Geçmişte en güvenilir kripto borsalarından olan Mt. Gox ve FTX'in iflası bu riskli yapının en bilinen örnekleridir (Yadava, 2018: 565).

Mt. Gox, müşterilere ve kendisi için elinde tuttuğu çok sayıda BTC'nin çalınmasının ardından iflas eden bir Japon BTC borsasıydı. Borsa iflas etmeden önce küresel BTC işlemlerinin %70'ini gerçekleştirmekteydi. Müşterilerinin hesaplarında bulunan 750 bin BTC ile borsaya ait 100 bin BTC siber korsanlar tarafından çalınmıştır ve bunun sonucunda borsa, 16 Nisan 2014 tarihinde iflas işlemlerini başlatmıştır (Görgü, 2022; Gullifer, Hara ve Mooney, 2019). Siber saldırı sırasında BTC fiyatı 0,01 dolara kadar düşmüştür. Bilgisayar korsanları tarafından BTC'ler bu düşük fiyattan satın alınmış ve daha sonra BTC-e isimli kripto varlık borsası yoluyla aklanmıştır (Ülker, 2024). Devam eden süreçte Amerika Birleşik Devletleri Adalet Bakanlığı her ikisi de Rus vatandaşı olan Alexei Viktorovich Biluchenko ve Aleksander Vinnik'i, Mt. Gox'a karşı

yaptıkları eylemler nedeniyle, kara para aklamaya yönelik komplo kurmak ve lisanssız para hizmetleri işi yürütmekle suçlamıştır. İddianamede, BTC-e kripto varlık borsasının FinCEN'e kayıtlı olmayan, temel kara para aklama ve KYC politikalarından yoksun olan paravan şirketlere ve bağlı kuruluşlara dayanarak hareket ettiği belirtilmiştir. ABD Adalet Bakanlığı, Mt. Gox'tan çalınan BTC'lerin izini sürmeye başladığında, bu coinlerin bir kısmının BTC-e üzerinden nakde çevrildiğini veya aklandığını ortaya çıkarmıştır. Bu kuruluşların çevrimiçi ve dünya çapında bir müşteri tabanına hitap ettiği ve BTC-e'ye elektronik olarak fiat para birimi gönderdikleri de iddianameye eklenmiştir (DOJ, 2023; Indictment of the United States Attorney's Office for the Northern District of California, 2022: 1-3). Bu süreçte Mt. Gox'a atanan kayyım heyeti, yaşanan siber saldırıdan etkilenenlere ödeme yapılması için bir geri ödeme planı hazırlamıştır. 2024 yılının temmuz ve ağustos aylarında yapılan ödemelerin sonrasında 2025 yılı ve sonrasında da ödemeler yapılacağı açıklanmıştır (Kobayashi, 2025).

FTX, 2019 yılında kurulan ve Bahamalar merkezli bir kripto varlık borsasıdır. 2021 yılında 1 milyondan fazla kullanıcıya sahip olan FTX, hacmine göre dünyanın üçüncü büyük kripto varlık borsası konumundaydı (Akbulak, 2022a). Şirket uzun süre önemli bir büyüme gösterdi ve kripto varlık borsaları arasında güçlü bir konum elde etti. Kripto varlık yatırımlarının artmasıyla FTX'in popülaritesi de artmıştır. Müşteriler, kripto varlıklarını güvenle saklamak için kişisel bir cüzdana sahip olabilmekteydi. Alternatif olarak, borsa dışında ayrı yazılım ve donanım kullanarak cüzdanlarını oluşturabiliyorlardı. Bu başarı, diğer şirketlerin dikkatini çekmiş ve yatırım almaya başlamıştır. Ancak, Kasım 2022'de FTX, CEO'su Sam Bankman-Fried'in (SBF) düzenlediği dolandırıcılık skandalı yüzünden müşteriler ve yatırımcılar milyarlarca dolar kaybetmiştir. İlk başta bir hesap hatası gibi görünen bu olay, milyarlarca dolarlık bir dolandırıcılık olayı olarak ortaya çıkmıştır (Kapoor, 2023). FTX kripto varlık borsasının ve Alameda Research kripto varlık ticaret şirketinin kurucusu olan SBF, FTX'teki yatırımcıları yaklaşık olarak 1,7 milyar dolar ve Alameda'ya kredi verenleri de 1,3 milyar dolar dolandırmıştı. SBF, ABD'de yapılan yargılamanın ardından iki kez bilişim dolandırıcılığından, iki kez bilişim dolandırıcılığı için komplo kurmaktan, bir kez menkul kıymet dolandırıcılığı için komplo kurmaktan, bir kez emtia dolandırıcılığı için komplo kurmaktan ve bir kez de kara para aklama için komplo kurmaktan suçlu bulunarak 25 yıl

hapis ve üç yıl denetimli serbestlik cezasına çarptırılmıştır. Ayrıca birden fazla dolandırıcılık planı düzenlediği için 11 milyar dolar para cezası ödemesine karar verilmiştir (DOJ, 2024).

Güney Koreli girişimci Do Kwon, 2018 yılında Terraform Labs'ı isimli şirketi kurmuştur. Bu şirket, algoritmik stablecoinlerin kullanımıyla daha etkili ve kullanıcı dostu bir finansal sistem sunmayı hedefleyen Terra blok zincirini oluşturmuştur. Firmanın kripto varlık biriminin adı Luna ve stablecoini ise TerraUSD'dir (Stanger, 2023: 515; Tidy, 2022). Kripto varlık TerraUSD'nin tek bir amacı bulunmaktadır: Değerini her zaman 1 dolar olarak korumaktır. 2020'de piyasaya sürülmesinden bu yana, TerraUSD büyük ölçüde bu amacını başarmış ve hedeflenen fiyatından nadiren bir centten fazla sapmıştır. Bu da onu, tüccarlar ve yatırımcılar için çalkantılı kripto piyasasında güvenli bir liman haline getirmiştir (Osipovich ve Ostrof, 2022: 1). Fakat 31 Mayıs 2022'de TerraUSD'nin değeri 0,025 dolara düşmüştür. TerraUSD ve ilişkili kripto varlık birimi Luna'nın çöküşü, yaklaşık 60 milyar dolarlık bir piyasa değerinin yok olmasına yol açmıştır (Gechev, 2022: 1). Bu kayıp, diğer kripto varlıklara da yansarak BTC ve altcoinlerin fiyatlarının düşmesine yol açmıştır. Bir diğer stablecoin olan USDT, dolara olan sabitliğini yeniden kazanamadan önce 96 sente kadar düşmüştür. ABD'nin en büyük kripto varlık borsası olan Coinbase Global'in hisse senedi fiyatı ise bir yılda yaklaşık %81 oranında düşmüştür (Osipovich ve Ostrof, 2022: 1).

Kripto varlık borsalarının yasal düzenlemelerden yoksun olması nedeniyle birçok borsanın iflas etmesine ve yatırımcıların büyük kayıplar yaşamasına daha fazla örnek verilebilir. DAO'nun siber saldırıya uğraması, Thodex'in kurucusunun yurt dışına kaçması, CoinU'nun ani iflası, Moopay'in CEO'sunun sahtekârlık yapması, Mycoin'in ponzi şeması ile faaliyet göstermesi ve MTI'nin yatırımcılarını dolandırması gibi olaylar, düzenlemelerin eksikliğinin sonuçlarıdır. Hotbit, Exmo ve Cryptopia da benzer nedenlerle iflas eden diğer örneklerdir (Şahin ve Serter, 2023: 613-614). Birçok ülkenin kripto varlıkları yasal bir zemine oturtmada geç kalmasının nedeni, bu alandaki düzenlemelerin karmaşıklığı ve hızla değişen teknolojiye ayak uydurmanın zorluğudur. Ancak, uluslararası düzenleyici kuruluşlar bu konuda öncülük ederek, rehber niteliğinde düzenlemeler ve tavsiye raporları yayımlamaya başlamışlardır. Bu öncül düzenlemeler, ülkelerin kendi yasal çerçevelerini oluştururken dikkate alabilecekleri önemli referanslar

sağlamaktadır. Bu süreç, kripto varlıkların daha güvenli ve denetimli bir şekilde kullanılmasına yönelik küresel bir standart oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Kripto varlık borsaları, uluslararası faaliyetleri aracılığıyla çeşitli operasyonel ve finansal bütünlük riskleri meydana getirmektedir. Yatırımcı riskleri, kripto varlıklar ve merkezi olmayan finansal sistemler açısından kritik öneme sahiptir. Örneğin, stablecoinler genellikle yetersiz açıklamalara sahip olup, rezervlerinin sorgulanması durumunda daha sıkı yasal düzenlemelere tabi olabilirler. Gelişmekte olan piyasalarda, kripto varlıkların yaygınlaşması dolarizasyon sürecini hızlandırabilir. Mevcut döviz kısıtlamalarının ve sermaye kontrol önlemlerinin etkinliğini azaltabilir. Bu piyasalardaki kullanıcılar tarafından kripto varlıkların artan ticareti, potansiyel olarak istikrarsız sermaye akışlarına neden olabilir. Bu durumun farkında olan IMF 2021 yılında yayımladığı bir raporla, bu risklerle karşı karşıya kalan yükselen piyasa ve gelişmekte olan ekonomilere, makroekonomik politikalarını güçlendirmeye öncelik vermelerinin ve merkez bankası dijital para birimlerini çıkarmalarının faydalarını göz önünde bulundurmalarını tavsiye etmiştir. Ayrıca raporda, küresel ölçekte politika yapıcılara, sınır ötesi ödemeleri daha hızlı, daha ucuz, daha şeffaf ve kapsayıcı hale getirmek amacıyla G20 Sınır Ötesi Ödemeler Yol Haritası doğrultusunda iş birliği yapmaları önerilmiştir (IMF, 2021: 4).

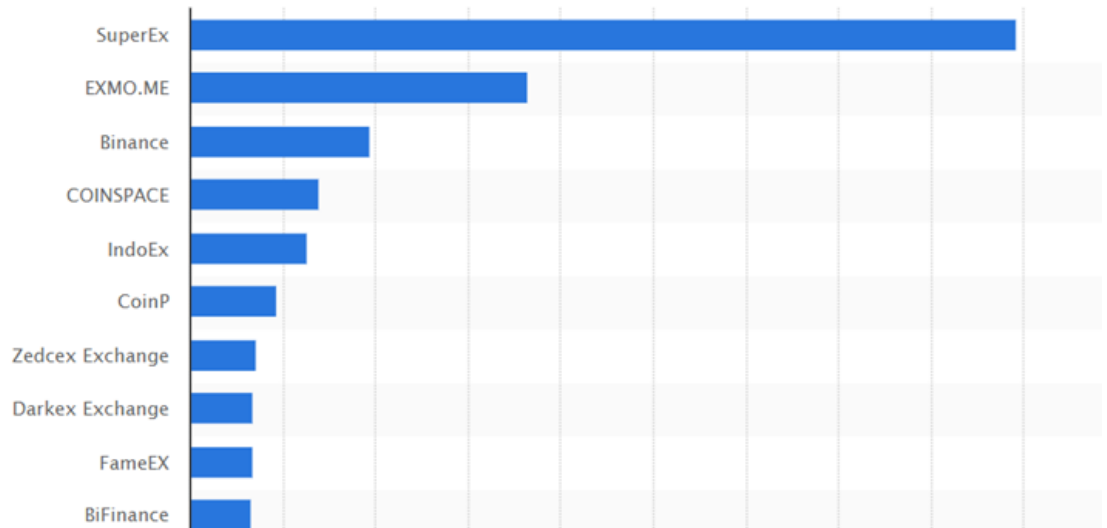
AB’de MiCA düzenlemesi çerçevesinde, kripto varlıklarla ilgili servis sağlayan kuruluşlar için özel kurallar belirlenmiştir. MiCA’ya göre bu tür hizmetlerin ilk kategorisi, kripto varlıklar için bir ticaret platformunun işletilmesini sağlamak, fonlar veya diğer kripto varlıklar karşılığında kripto varlıkları takas etmek, müşteriler adına kripto varlıkların saklanması ve yönetilmesini sağlamak ve müşteriler adına kripto varlıklar için transfer hizmetleri sağlamaktan oluşur. İkinci bir kategorisi ise kripto varlıkların yatırılması, müşteriler adına kripto varlıklar için emirlerin alınması veya iletilmesi, müşteriler adına kripto varlıklar için emirlerin yerine getirilmesi, kripto varlıklar hakkında tavsiye verilmesi ve kripto varlıkların portföy yönetiminin sağlanmasından oluşur. MiCA’da, profesyonel bir temelde bu sayılan kripto varlık hizmetleri sunan herhangi bir kişinin kripto varlık hizmet sağlayıcısı olarak kabul edilmesi gerektiğini belirtilmiştir (EUR-Lex, 2023: 45). MiCA, kripto varlıklarla ilgili kişi ve kurumlara destek sağlamak amacıyla, belirsiz mevcut düzenlemeleri netleştirerek

açıklık getirmiştir (Avcı, 2023). Bu amaçla, kripto varlık hizmet sağlayıcılarına, AB üyesi ülkelerden birinde ofis sahibi olmak ve ofis yöneticisinin de AB üyesi ülkelerden birinde ikamet etmesi, yatırımcıların riskler konusunda uyarılması, yatırımcılara eksiksiz, adil, açık ve yanıltıcı olmayan bilgiler sunulması, fiyatlandırma politikalarının kamuya açıklanması, şikâyetleri ele alma prosedürlerinin oluşturulması, çıkar çatışmalarının belirlenmesi, önlenmesi, yönetilmesi ve ifşa edilmesine yönelik sağlam bir politikaya sahip olunması gibi yükümlülükler getirmektedir. Ayrıca Kripto varlık hizmet sağlayıcısı olarak yetkilendirme başvurusu yapmak isteyenlere, hangi yolları izleyecekleri ve başvuru sürecinde istenilen bilgi ve belgeler açıkça belirtilmiştir (EUR-Lex, 2023: 118-119).

2021 yılında Japonya Finansal Hizmetler Ajansı, Amerika Birleşik Devletleri Hazine Bakanlığı ve FATF Sekreterliği yetkilileri tarafından FATF çatısı altında VA'lara ve VASP'lara yönelik Risk Temelli Yaklaşım için güncellenmiş bir kılavuz yayımlanmıştır. Bu kılavuz, VA faaliyetlerinin ve VASP'ların FATF Standartları kapsamına nasıl girdiğini detaylandırmaktadır. Kılavuz, VASP tanımına giren beş faaliyet türünü ele alarak, bu tanıma uyan ve potansiyel olarak FATF kapsamı dışında kalacak VA ile ilgili faaliyetlere örnekler sunmaktadır. Ayrıca, bir VASP olarak nitelendirilmek için gerekli temel unsurları, yani başka bir kişi için veya onun adına bir işletme olarak hareket etmeyi ve VA ile ilgili faaliyetleri sağlamayı veya aktif olarak kolaylaştırmayı vurgulamaktadır. FATF Tavsiyelerinin ülkelere ve yetkili makamlara uygulanmasının yanı sıra VASP'lara ve diğer yükümlü kuruluşlara, örneğin bankalar ve menkul kıymetler aracı kurumları gibi VA faaliyetlerinde bulunan finansal kuruluşlara uygulanmasını açıklamaktadır. FATF Tavsiyelerinin çoğu, VA'lar ve VASP'lerle ilişkili kara para aklama ve terörizmin finansmanı (ML/TF) risklerini ele almakla doğrudan ilgiliyken, diğer bazı tavsiyeler VA'lar veya VASP'lerle daha az doğrudan veya açıkça bağlantılıdır. Ancak yine de önemlidir ve uygulanabilir. Bu nedenle kılavuz, VASP'lerin finansal kurumlar ve belirlenmiş finansal olmayan işletmeler ve mesleklerle aynı yükümlülüklerle sahip olduğunu vurgulamaktadır (FATF, 2021).

2022 yılında SEC, geleneksel borsalarla ilgili bir düzenleme önerisi sunarken kripto varlık borsalarını neredeyse hiç dikkate almamış ve Coinbase'in 2021 yılındaki ilk halka arzına itiraz etmemiştir. Bu durum, bazı çevrelerce hoşgörülü bir yaklaşım olarak

yorumlanmıştır. Aynı dönemde SEC üyeleri, menkul kıymet aracı kurumlarına, yatırım danışmanlarına ve diğer menkul kıymet aracılara kripto varlıklarının saklanması hususunda gecikmeli bir şekilde rehberlik hizmeti sunmuştur. Ancak, SEC Komiseri Hester Peirce, 2022'deki borsa düzenlemesinin, açıkça geleneksel pazarları hedef almasına rağmen, kripto platformlarını düzenlemek için yeterince geniş bir dil içerdiğini belirtmiştir. SEC, o tarihten itibaren niyetini netleştirmiştir. SEC Başkanı Gary Gensler, kripto varlık borsalarının yasal sorumluluklarını yerine getirmeleri gerektiği uyarısını dile getirmiştir. 2023 baharında SEC, kripto varlık ticaretine yönelik sert önlemler almış ve Bittrex, Coinbase ile Binance'i Amerika Birleşik Devletleri'nde kayıtsız menkul kıymet aracıları olarak suçlamıştır. SEC, 1934 tarihli Menkul Kıymetler Borsası Yasası kapsamında bir dizi kripto varlık borsası üzerinde yargı yetkisine sahip olduğunu iddia etmiş ve bu yetkiyi kullanarak kripto varlık borsalarını federal menkul kıymetler yasası çerçevesinde en geniş ölçüde düzenlemeyi amaçladığını belirtmiştir. SEC'in bu tutumu, ABD menkul kıymetler yasası ile merkezi olmayan finans (DeFi) arasında bir uzlaşma umudunu da ortadan kaldırmıştır. Daha önceki yaptırım eylemleri genellikle, ikincil piyasa ticaretinden ziyade kripto varlık arzlarının tesciline ve hileli teklif ile satışlara odaklanmaktadır (Dombalagian, 2024: 1).



Şekil 2.2. 24 Saatlik Ticaret Hacmine Göre En Büyük On Kripto Varlık Borsası

Kaynak: (www.statista.com, 2025)

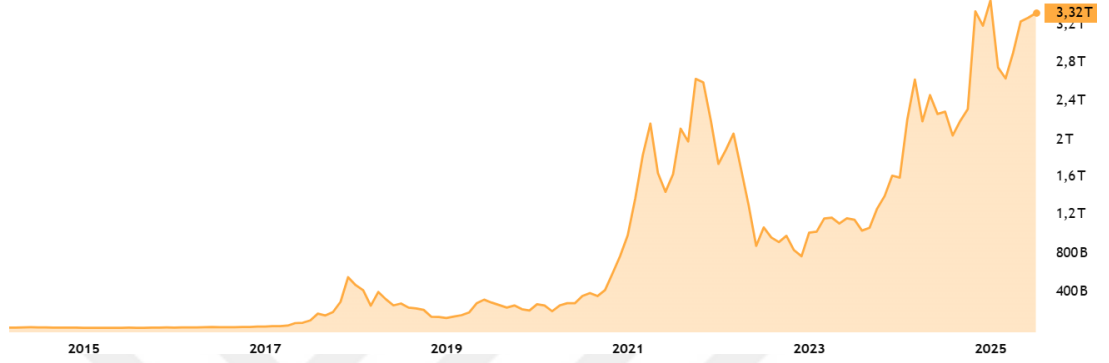
Şekil 4'te görüldüğü üzere en büyük üçüncü işlem hacmine sahip kripto varlık borsası olan Binance ile Binance'in kurucusu ve eski CEO'su Changpeng Zhao'ya, ABD yasalarına uymadıkları gerekçesiyle dava açılmıştır. Changpeng Zhao uzlaşma yoluna

giderek suçlamaları kabul etmiştir. Bunun karşılığında ABD Adalet Bakanlığı tarafından 3 yıl hapis cezası talep edilmiştir. Ayrıca 50 milyon ABD doları tutarında kefarete belirlenmiştir (Caymaz, 2024c). Binance kripto varlık borsası ise düzenleyici yükümlülüklerini ihmal etmesi nedeniyle 4,3 milyar dolarlık tarihi bir para cezasına çarptırılmıştır. Bu ceza, özellikle kara para aklama ve yaptırım ihlallerine karşı uyumun kritik önemini vurgulamaktadır. Binance, FinCEN'e kaydolma, kara para aklamayı önleme programı uygulama ve şüpheli işlemleri raporlama gibi yükümlülüklerini yerine getirmemiş, böylece suç ağlarının sistemlerini istismar etmesine izin vermiştir. Ele geçirilen mesajlar, şirket yönetiminin ABD yasalarını atlatmaya yönelik stratejiler geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, Yabancı Varlıklar Kontrol Ofisi (OFAC) yaptırımlarına tabi ülkelerden hesap açılmasını teşvik etmiş ve bu nedenle 1.667.153 ihlal gerçekleşmiştir. Ancak, şirketin soruşturma sürecindeki iş birliği ve uyum programlarını geliştirme çabaları, cezada indirimle gidilmesini sağlamıştır. Bu vaka, yasaların ve düzenleyici gerekliliklerin doğru anlaşılmasının, etkili bir uyum programının hayata geçirilmesinin ve bağımsız bir uyum fonksiyonunun önemini göstermektedir. ABD'deki Binance davası, kripto varlık sektöründe mevzuata uyumsuzluğun ciddi sonuçlarını ortaya koyan önemli bir örnektir (Balian, 2024).

1.4. Kripto Varlık Yatırımcıları ve Karar Süreçleri

Yüzyılı aşkın bir süredir yatırımcılar, geleneksel piyasaların riskini analiz etmeye, bu riskleri anlamlandırıp nicel bir şekilde açıklamaya ve kazanç sağlamaya çalışmaktadır (Mandelbrot ve Hudson, 2021: 26). 2008 yılında meydana gelen küresel finansal kriz, merkez bankalarına ve finans kurumlarına duyulan güveni önemli ölçüde sarsmıştır. Bu durum, yatırımcıların varlıklarını değerlendirebilecekleri alternatif yatırım araçları arayışına girmelerine sebep olmuştur. Krizin ardından finansal sistemde gerçekleşen değişiklikler ve güçlü rezerv para birimlerine alternatif arayışları, yatırımcıların kripto varlıklara olan ilgisinin artmasına yol açmıştır (Özuysal, Atan ve Güvenir, 2022: 551). Bununla birlikte kripto varlık ihraççıları, kripto varlık borsaları ve medya, yeni yatırımcıları çekmek için ilk yatırımcıların kazandığı olağandışı karlara ilişkin hikayeler yaymışlardır (Gurdgiev ve O'Loughlin, 2020: 2-3). Özellikle BTC'nin dijital altın olarak lanse edilmesi, ABD'de beş yetiştikenden birinin ve Avrupa'da on kişiden birinin yatırım yapmasına yol açan bir kripto varlık akınını ateşlemiştir. Ancak yatırımcıların bu yoğun

ilgisi Şekil 5’te görüldüğü üzere, Kasım 2021’de kripto kışının başlamasıyla birlikte azalmıştır. Bu süreçte milyonlarca yatırımcı hazırlıksız yakalanmıştır. BTC kullanıcılarının tahminen dörtte üçü bu dönemde ilk yatırımlarında kayıplar yaşamıştır (Panetta, 2023).



Şekil 2.3. Toplam Kripto Piyasası Büyüklüğü ve Hacmi

Kaynak: (www.tr.tradingview.com, Piyasa Değeri Grafikleri, 2025), 1 Mart 2014-02 Temmuz 2025

Kripto varlıklar, gelecekteki nakit akışı veya ödeme yükümlülüğü gibi iddialara sahip olmadıkları için temel değerden yoksundur. Bu durum, değerlemelerini zorlaştırarak spekülasyona açık hale getirmekte ve aşırı fiyat dalgalanmalarına yol açmaktadır. Bu dalgalanmalar, 2021 yılında olduğu gibi yatırımcılara, alacaklılara ve diğer kuruluşlara zarar verebilmektedir. Kripto varlıklar, çoğunlukla ödeme ve finansal araçların gereklilikleri karşılamadıkları için mevcut düzenlemelerin dışında kalmakta ve bu nedenle yasal korumadan yoksun bulunmaktadır. Kripto varlık hizmet sağlayıcısının iflası veya siber saldırıya uğraması durumunda, genellikle varlıklar koruma tedbirlerine tabi olmamakta ve yatırımcı zararının büyük kısmı karşılanamamaktadır (Chimienti Kochanska ve Pinna, 2019: 4).

Merkezi olmayan bir ödeme sistemi ve değişim aracı olarak tasarlanan BTC bile diğer tüm kripto varlıklar gibi yatırımcılar için herhangi bir riskten korunma veya güvenli liman özelliği göstermemektedir (Öncü ve Ektik, 2021: 365). BTC, sentetik emtia para olarak hem altın gibi emtia paralarla hem de ABD doları gibi itibari paralarla benzer özellikler taşımaktadır. Emtia paralar doğal olarak kıt ve değişim aracı dışında başka kullanımlara sahiptir. İtibari paralar ise merkez bankaları tarafından çıkarılmakta ve temel amacı değişim aracı olmaktadır. BTC ise her iki para türünün özelliklerini birleştirmektedir. Kıtlığı emtia paraya benzer şekilde belirlenmekte, ancak içsel bir değeri

bulunmamaktadır. Merkezi olmaması, BTC'yi altına benzetirken, altının karşı taraf riski olmaması BTC'nin eşler arası ödeme ağı ile örtüşmemektedir. BTC arzı öngörülebilir. 2040 yılına kadar toplam arz artacaktır ve 21 milyon BTC'ye ulaşıldığında sabitleneceği öngörülmektedir. Ancak talep öngörülemez olduğundan, BTC'nin gelecekteki değeri de belirsizliğini korumaktadır. Talebin artması durumunda, BTC fiyatları yükselebilir ve deflasyonist etkiler yaratabilir, bu da BTC'yi değişim aracından çok risk almayı seven yatırımcılar için bir yatırım aracı haline getirmektedir (Baur ve diğerleri, 2018: 178).

BTC dışındaki kripto varlıklar da yatırımcı kararlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Çoğu kripto varlık takas aracı olarak tasarlanmış olsa da çok az sayıda tüccar tarafından ödeme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bu da yatırımcıları, BTC'de olduğu gibi diğer kripto varlıkları da spekülasyon amaçlarıyla elde tutmaya yönlendirmektedir. Bu durum, piyasa oynaklığını artırarak yatırım kararlarını daha riskli hale getirmektedir (Bains ve diğerleri, 2022: 13). Fakat bazı yatırımcılar BTC gibi kripto varlıkları, portföy çeşitlendirmek, risk azaltmak ve küresel belirsizliğe karşı korunmak için giderek daha fazla benimsemektedir. Bu nokta hodlers olarak da bilinen, çok sayıda uzun vadeli BTC yatırımcısı öncü rolü üstlenmekte ve kripto varlıkların finans sistemindeki geleceğini desteklemektedir (Kajtazi ve Moro, 2019: 143-144; Wang ve Ngene, 2020: 1).

Kripto varlık ekosisteminin dünyada bu denli hızlı benimsenmesi ve değerlendirilmesi, milyonlarca dolar yatırım gücü olan işletmeler ile elinde sınırlı miktarda parası bulunan sıradan bir internet kullanıcısını uluslararası düzeyde yatırımcı adı altında aynı platformda bir araya getirmiştir (Polat ve Akbıyık, 2019: 445). Bu kadar farklı mali güce sahip yatırımcı profillerini Elliott ve Lima (2018) altı gruba ayırmaktadır. Bunlar; ideolojik nedenlerle hükümsüz bir para birimi talep eden özgürlükçüler ve teknoloji anarşistler, hükümetlerinin para birimlerini etkin bir şekilde yönetebileceğine güven duymayan ekonomik kötümserler, işlemlerini ve yatırımlarını anonim bir şekilde gerçekleştirmek isteyen anonimlik arayışında olanlar, kripto varlıkları bazı blok zinciri uygulamaları için faydalı bulan teknik kullanıcılar, kripto varlık fiyatlarının zaman içinde önemli ölçüde artacağına inanan yatırımcılar ve kısa vadeli fiyat hareketleri üzerine kumar oynayan spekülasyoncular. Bu sınıflandırma, kripto varlık yatırımcılarının motivasyonlarını ve beklentilerini anlamak açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Küresel kripto varlık piyasası henüz olgunluk seviyesine erişmemiş olup, piyasa derinliği, düzenlemeler ve bir dereceye kadar şeffaflık eksikliğiyle karakterize edilmektedir. Belirsizliklerin etkisi, özellikle kripto yatırımcıları arasında bilgi paylaşımında ve karar verme süreçlerinde kendini göstermektedir. Çoğu kripto varlık biriminin oluşum ilkeleri çok benzerdir, bu nedenle deneyimli yatırımcılar önceki tecrübelerine dayanarak portföylerine hangi kripto varlıkları ekleyeceklerine karar verme eğiliminde olabilirler (Sun ve diğerleri, 2021: 2). Fakat kripto varlık piyasalarındaki katılımcıların çoğu genellikle genç ve deneyimsiz bireysel yatırımcılardır ve araştırma yapmak için sosyal medya ve çevrimiçi sohbet forumlarına güvenmektedirler, bu da onları kolaylıkla manipüle edilebilir duruma getirmektedir. Açgözlülük ve büyük kazanç fırsatlarını kaçırma korkusu (FOMO), kripto varlık birimlerini haksız fiyat seviyelerine çekebilir. Bu da potansiyel olarak yatırımcılarda sürü davranışına yol açabilir. Sosyal medya ve ağların kolayca bilgi ve fikir paylaşımına olanak sağlaması, balina olarak adlandırılan büyük kripto varlık sahiplerinin alım satım işlemlerini takip etmeyi sağlayan programların bulunması (Bouri ve diğerleri, 2019: 217) gibi teknolojik imkanlar, küçük yatırımcılara karar verme süreçlerinde bir yandan yardımcı olmakta diğer yandan da manipülasyon ve spekülasyon riski karşısında korunmasız bırakmaktadır.

Yatırımcıların kripto varlık piyasalarında başarılı olabilmeleri için dikkatli olmaları ve doğru stratejileri benimsemeleri gerekmektedir. Kripto varlık yatırımı yaparken yalnızca fiyat grafiklerine bakmak ve sosyal medya ya da sohbet gruplarından yatırım tavsiyeleri almak gibi yönelimler başarı için yeterli olmamaktadır. Risk yönetiminin, piyasa araştırmasının, güvenlik önlemlerinin ve duygusal zeka kullanımının kritik öneme sahip olduğu söylenebilir. İlk olarak, yatırım hedeflerinin netleştirilmesi ve risk toleransının belirlenmesi gerekmektedir; kısa vadeli kazanç mı yoksa uzun vadeli büyüme mi hedeflendiği açık olmalıdır. Portföy çeşitlendirmesi, riski azaltmak ve getirileri maksimize etmek için önemlidir; farklı kripto varlıklara, sektörlere ve risk seviyelerine yatırım yapmak bu kapsamda değerli olmaktadır. Zarar durdurma stratejileri, ani fiyat düşüşleri karşısında zararın en aza indirilmesine yardımcı olmakta ve zararı durdurma emirleri (stop-loss), zarar sınırları ve trend analizleri gibi yöntemleri kapsamaktadır. Piyasa araştırması ve temel analiz, doğru yatırım kararları almak için önemlidir. Bu bağlamda, projelerin ve ekiplerin değerlendirilmesi, geçmiş performans

analizleri, rekabet analizi ve sektör trendlerinin takibi önem taşımaktadır. Teknik analiz ve grafik okuma becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir; fiyat hareketlerinin analizi, destek ve direnç seviyeleri, trend çizgileri ve teknik göstergelerin kullanımı, yatırımcıların objektif verilere dayalı kararlar almalarını sağlamaktadır. Bu unsurlar, kripto yatırımcılarının bilinçli ve stratejik kararlar alarak piyasada başarılı olmalarına katkıda bulunabilir (www.tr.investing.com, 2024b). Özetle, yatırımcılar herhangi bir yatırım kararı vermeden önce bu sayılanları özenle uygulamaları, kripto varlık birimlerine yatırım yapmanın potansiyel fayda ve dezavantajlarını dikkatle değerlendirmeleri ve piyasayı iyice araştırmaları önemlidir (Hamouda, Yousaf ve Naeem, 2024: 3557).

2. EMTİALAR VE GELENEKSEL BORSALAR

Finansal ekosistemde, emtialar ve geleneksel borsa endeksleri önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle altın ve gümüş gibi emtialar, ekonomik dalgalanmalarda güvenli liman olarak öne çıkarken; ABD ve Güney Kore borsa endeksleri, ilgili ülkelerin ekonomik görünümünü yansıtan temel göstergelerdir. Bu başlık altında, söz konusu varlıklar tanıtılacak ve kripto varlıklarla olan potansiyel ilişkileri değerlendirilecektir.

2.1. Altın

İlk defa Lidya'da Elektron isimi ile bakla şeklinde ve gümüşle karıştırılarak kullanılan altın, tarih boyunca insanlık tarafından en çok kullanılan ve talep gören değerli metaldir. Hemen hemen bütün medeniyetler hem kendi içinde hem de diğer medeniyetlerle ticarette altını geniş çapta kullanmıştır. Modern çağda ise altın, kağıt para kadar ticarette yaygın olarak kullanılsa da yatırımcılar için riskten korunma algısını en yoğun karşılayan emtiadır. Altın, yatırımcılar kadar devlet hazineleri, finans kuruluşları ve merkez bankaları için de özellikle finansal istikrarı sağlama aracı olarak kullanılmaktadır (Saraç ve Başar, 2015: 2; Yükçü ve Atağan, 2011: 86).

Geçmişten günümüze güvenli liman olarak görülen altın hala birçok yatırımcı tarafından fiziki yöntemlerle saklanmaktadır ve bu durum küresel finansal sistem için büyük bir kayıptır. Teknolojik gelişmeyle birlikte fiziksel altın, sanal hesaplarda tutulan para değerli dijital bir varlık halini almıştır. Bu sayede altının kaybolma ve finansal sistemde atıl durumda kalma riski belirli oranda ortadan kalkmıştır. Aynı zamanda altın sanal ortamdaki yatırım araçlarındaki çeşitliliği de artırmakta ve risk seviyesini

düşürmektedir. Bu çeşitlendirmeye son zamanlar kripto varlıklar da dahil olmuştur. Özellikle BTC, altın gibi bazı kesimlerce geleneksel yatırım araçlarına alternatif olarak değerlendirilmektedir (Çebişli, 2022: 60). BTC'nin altına benzediği görüşünü savunanlar; BTC'nin merkeziyetsiz olması, arzının kendi protokol tasarımı sayesinde 21 milyon coin ile sınırlı olması gibi nedenlerle altına benzer bir anti-enflasyon değeri ve güvenli liman niteliği taşıdığını iddia etmektedir. Bununla birlikte, BTC piyasasının son derece spekülatif olduğu ve BTC fiyatları ile çeşitli riskli varlıklar arasında açık bir pozitif korelasyon olduğu, dolayısıyla doğası gereği bir risk varlığı haline geldiği yönünde iddialar da bulunmaktadır (Wang, Liu ve Wu, 2022: 1).

Hem BTC hem de altın, değerlerinin çoğunu kıt ve çıkarılmasının maliyetli olmasından almaktadır. İkisinin de bir milliyeti yoktur veya bir hükümet tarafından kontrol edilmezler. Her iki varlık da çeşitli bağımsız operatörler veya şirketler tarafından çıkarılmaktadır. Altın, altın standardı döneminde bir değişim aracı olarak kullanılmış ancak likidite sorunları nedeniyle bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Benzer bir durum, yatırımcı sayısı daha da artarsa BTC için de ortaya çıkabilir. Altın öncelikle değer saklama özelliği ve Amerikan doları ile olan negatif korelasyonu nedeniyle riskten korunmak için kullanılmaktadır. Fakat bu özellik BTC için kesin değildir ancak araştırılmaya devam edilmektedir. (Dyhrberg, 2016: 86).

Altın ile benzerlikleri tartışılan BTC'nin yanı sıra her geçen gün değeri çeşitli emtia destekli kripto varlıklar piyasaya çıkmaktadır. Özellikle stablecoin olarak karşımıza çıkan bu kripto varlıklardan altın teminatlı olan PAX Gold, stablecoin başlığı altında incelenmiştir. Bunun yanında kripto varlıkların altına teminatlı olması fikri girişimciler tarafından benimsenmiş ve Tether Gold, Comtech Gold, GoldPro Token, VNX Gold ve Gramg gibi birçok kripto varlık doğmuştur. Bu varlıklardan en yüksek piyasa değerine sahip olan Tether Gold'dur (www.coinmarketcap.com, 2025a). Kripto varlık piyasasında ABD dolarına endeksli ve en yüksek piyasa değerine sahip stablecoin USDT'nin sahibi şirket, fiyatı ons altına endeksli olan Tether Gold'u 2020 yılında piyasaya sürmüştür. Diğer kripto varlıklar gibi kolay taşınabilirlik, bölünebilirlik, sınırsız işlem, zaman kısıtlamasından muaflık ve kolay kullanım gibi faydaları ile öne çıkan bu stablecoinin; altın gibi bir değer saklama aracı olması, enflasyona karşı koruma sağlayıcılığı ve portföy çeşitlendirmesindeki faydalarına da dikkat çekilmektedir (www.gold.tether.to, 2025).

Görüleceği üzere yasal belirsizliklere ve piyasa dalgalanmalarına rağmen altın teminatlı kripto varlıklar, yatırımcılara hem kripto varlıkların hem de emtiaların avantajlarını bir arada sunmayı hedeflemektedir.

2.2. Gümüş

Geçmişte altın, bakır ve kalay gibi değerli metaller ile arpa, yün gibi ek emtialar değer ölçüsü olarak kullanılmış olsa da temel ve en yaygın işlem metali, diğer metaller ve emtialar ile ilişkili olarak nispeten istikrarlı değerini koruyan gümüştür. Tunç ve Demir Çağları boyunca Mezopotamya ve Suriye'deki özel ve kurumsal ekonomik işlemlerde gümüşün devam eden önemi, Mari, Ugarit ve Yeni Asur belgeleri dahil olmak üzere çeşitli arşivlerdeki çivi yazılı metinlerden anlaşılmaktadır. Bu bölgelerde ortaya çıkarılan ve çoğunlukla çubuk, külçe ve mücevher biçiminde kesilmiş gümüş içeren gümüş yığınları, gelecekte kullanılmak üzere saklanan ve bu nedenle para birimi olarak kullanıldıklarını gösteren servet birikimleridir (Eshel ve diğerleri, 2024: 3).

Gümüş yerel ekonomik faaliyetlerde bir ödeme aracı olduğu gibi bölgeler arasındaki ekonomik bütünleşmeyi destekleme özelliğiyle bilinmektedir (Kroll, 2009:204). M.Ö. Mısırlılar, Çinliler ve Farslar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılan gümüşün M.Ö. 800 yıllarında Nil civarında para birimi olarak kullanıldığı bilinmektedir (Vural, Ural ve Çiftçi, 2020: 250). Örneğin M.Ö. 5. yüzyılın ikinci yarısında Atina'da üretilen “tetradrahmi sikkeleri”, diğer medeniyetler tarafından da kullanılmıştır (Kroll, 2009: 198-199).

Gümüş ekonomik istikrarın ve gücün simgesi olarak da kullanılmıştır. Fakat yaygın kullanımına rağmen merkezi otoritelerin çıkarları doğrultusunda saflığının düşürüldüğüne dair birçok örnek mevcuttur. MS 265'te Roma'nın Denarius isimli gümüş parası başlangıçta yaklaşık 4,5 gram saf gümüş içerirken, imparatorluk harcamalarını finanse etmek amacıyla avarı düşürülmüş ve giderek değersizleştirilmiştir. Marcus Aurelius döneminde gümüş oranı %75 iken, Gallienus döneminde bu oran %5'e kadar düşmüş ve enflasyonu tetiklemiş ve ekonomik istikrarsızlığa neden olmuştur (www.arkeofili.com, 2021). Benzer biçimde Osmanlı İmparatorluğu döneminde kullanılan gümüş sikkeler, imparatorluk içindeki ticaretin merkezinde yer almış ve imparatorluğun son zamanlarında bakır ile avarı düşürülene kadar birçok devlet ve kültür

tarafından finansal hayatta etkin şekilde yer bulmuştur (Velet, 2025: 59; www.osmanli.org.tr, 2025).

Gümüşün yakın tarihi incelendiğinde, Amerikan gümüşü madeni para şeklinde önde gelen küresel para birimi olarak kullanılmış ve Altın Standardı on dokuzuncu yüzyılın sonları ve yirminci yüzyılın klasik ekonomik küreselleşmesini tanımlamaya başlamadan önce iki yüzyıldan fazla bir süre para birimi standardı olarak varlığını sürdürmüştür (Irigoin, 2018: 272). Gümüşün küresel ekonomideki rolünün önemini gösteren en önemli örneklerden biri de 1930’lu yıllarda yaşanan büyük buhran sürecinde Amerika Birleşik Devletleri gümüş politikalarının Çin gibi okyanus ötesi bir devletteki etkileridir. Bu dönemde Çin’in resmi para birimi ABD doları karşısında %48 oranında değer kaybetmiştir (Chang, 1988: 93-94).

Gümüşün fiyatı, altında olduğu gibi herhangi bir hükümet tarafından değil piyasa koşullarınca belirlenmektedir. Fiyatı kısmen endüstriyel kullanımından, kısmen de parasal bir metal ve enflasyondan koruyucu rolünden etkilenmektedir (www.hardmoneyhistory.com, 2024). Bu nedenle gümüş altına benzer bir şekilde yatırımcılar tarafından cazip bir yatırım aracı olarak görülmektedir. Özellikle fiyatının altına göre daha düşük olması gümüşü daha erişilebilir bir yatırım aracı yapmaktadır. Fakat geleneksel emtiaların sahip olduğu fiziksel kısıtlamaları aşmak isteyen girişimciler, altında olduğu gibi gümüş teminatlı kripto varlıkları üreterek dijital çözümlere yönelmiştir. Bu sayede gümüş teminatlı stablecoinler ile yatırımcılar, vergisiz yani düşük maliyetle ve süre kısıtı olmadan gümüş alım satım işlemlerini gerçekleştirebilmektedirler. Bu durum gümüşün bir kripto varlık olarak yatırımcı portföylerinde daha fazla yer bulmasını teşvik etmektedir (www.akademi.bitlo.com, 2023b).

Gümüş teminatlı stablecoin Gram Silver Token (GRAMS) bir gram gümüşün fiyatına, XAGx Silver Token ise bir ons gümüşün fiyatına endekslenmiştir. Bunlar ve benzeri stablecoinler, farklı blok zinciri ağlarında işlem görse de altında olduğu gibi kripto varlıklar ile emtiaların çeşitli faydalarını bir araya getirip finans dünyasına yenilikçi dijital çözümler sunmaktadır (www.akademi.bitlo.com, 2023a; www.token.com.tr, 2025; www.xagx.org, 2025).

2.3. ABD Borsa Endeksi

S&P 500, Amerika Birleşik Devletleri merkezli ve borsada işlem gören yaklaşık 500 şirketi kapsayan geniş tabanlı bir borsa endeksidir. Birçok yatırımcı ve analist tarafından ABD borsa performansının en iyi göstergesi olarak kabul edilmektedir. Birçok piyasa endeksine destek veren ve aynı zamanda “Üç Büyük” kredi derecelendirme kuruluşlarından birini yöneten S&P Global'in kökleri 1860 yılında Henry Varnum Poor tarafından başlatılan bir yatırım bilgi hizmetine dayanmaktadır. Başlangıçta Bileşik Endeks (ve daha sonra Standard & Poor's Bileşik Endeksi) olarak adlandırılan S&P 500, 1923 yılında küçük ölçekte başlatılmıştır. Endeks 1926 yılında 90 hisse senedini izlemeye başlamış ve 1957 yılında bu sayı 500'e ulaşmıştır. S&P 500 piyasa değerine göre ağırlıklandırılmıştır. Yani endeksi oluşturan hisse senetlerinin piyasa değeri ağırlıklı ortalamasını yansıtmaktadır. Sonuç olarak, daha büyük piyasa değerine sahip hisse senetlerinin genel endeks üzerinde daha büyük bir etkisi vardır. S&P 500 endeksinde listelenen şirketler, ABD endüstrisinin önemli bir kısmını temsil etmekte ve listeye yapılan ekleme ve çıkarmalar genellikle piyasa eğilimlerini yansıtmaktadır. S&P 500, 11 sektörden oluşmaktadır: enerji, bilgi teknolojisi, temel tüketici ürünleri, ihtiyari tüketici ürünleri, kamu hizmetleri, gayrimenkul, iletişim hizmetleri, finansal hizmetler, sanayi, malzeme ve sağlık hizmetleri. Endeks sıklıkla hisse senetlerine, hisse senedi bazlı ETF'lere ve yatırım fonlarına karşı bir performans ölçütü olarak kullanılmaktadır (Ashburn, 2024).

Pandemiden önce, BTC ve Ether gibi kripto varlıkları büyük hisse senedi endeksleriyle çok az korelasyon göstermekteydi. Riski çeşitlendirmeye yardımcı oldukları ve diğer varlık sınıflarındaki dalgalanmalara karşı bir koruma görevi gördükleri düşünülmüyordu. Ancak bu durum 2020 başlarında merkez bankalarının finansal krizlere sıra dışı müdahalelerinden sonra değişmiştir. Kripto fiyatları ve ABD hisse senetleri, gevşek küresel finansal koşullar ve artan yatırımcı risk iştahı nedeniyle birlikte yükselmiştir. Örneğin, BTC getirileri 2017-2019 yıllarında ABD'nin temel hisse senedi endeksi olan S&P 500 ile belirli bir yönde hareket etmemiştir. Günlük hareketlerinin 60 günlük korelasyon katsayısı sadece 0,01 düzeyindeydi. Ancak varlıklar daha uyumlu hareket ettikçe, birlikte yükseldikçe veya birlikte düştükçe bu ölçü 2020-21 için 0,36'ya kadar yükselmiştir. Bu duruma dikkat çeken bir IMF araştırmasına göre, daha fazla

benimsenmenin yanı sıra, kripto varlıkların hisse senetleri gibi geleneksel varlıklarla korelasyonu da önemli ölçüde artmıştır. Kripto ve hisse senetleri arasındaki daha güçlü ilişki, birçoğu kripto varlıkların benimsenmesine öncülük eden gelişmekte olan piyasa ekonomilerinde de görülmektedir. Kripto varlıkların hisse senetleri ile korelasyonu, hisse senetleri ile altın, yatırım yapılabilir tahviller ve başlıca para birimleri gibi diğer varlıklar arasındaki korelasyondan daha yüksek bir seviyeye ulaşmıştır ve bu da kripto varlıkların risk çeşitlendirmedeki faydalarına işaret etmektedir (Adrian ve diğerleri, 2022: 1-2; Lyer, 2022: 3).

2.4. Güney Kore Borsa Endeksi

Kore Bileşik Hisse Senedi Fiyat Endeksi (KOSPI), Kore Menkul Kıymetler Borsası ve onun bileşenlerinin tamamını kapsayan bir tür endeks serisidir. KOSPI, KOSPI 200, KOSPI 100 ve KOSPI 50 gibi çeşitli varyasyonlara sahip endekslerin her biri sermaye ağırlıklı piyasa ortalamalarından oluşmaktadır (Kenton, 2022). Bu endeks türleri içinde en bilinen KOSPI 200, 15 Haziran 1994'te yayımlanmaya başlanmıştır ve 3 Ocak 1990 tarihli değeri 100 baz puanı olarak kabul edilmiştir (Korea Exchange, 2024). Ancak en geniş kapsamıyla KOSPI endeksi günümüzde 800'den fazla hisse senedini kapsamaktadır ve uluslararası alanda birçok yatırımcı, analist ve kuruluş tarafından takip edilmektedir (Kenton, 2022; www.tr.investing.com, 2024c).

Günümüzün önde gelen borsa endekslerinden olan KOSPI, emtialar ve kripto varlıklar gibi küresel finansal ekosistemde yaşanan ya da yaşanması beklenen tehditler karşısında benzer tepkileri vermektedir. Ağustos 2024'te ABD'de beklenen resesyon endişeleri karşısında BTC'de yaşanan %18'lik düşüşle birlikte KOSPI endeksinde de %8.77'lik değer kaybı yaşanması, bu duruma bir örnek teşkil etmektedir (Abay, 2024b). Özellikle ekonomik belirsizlik döneminde ya da çeşitli fırsatların doğacağına ilişkin yatırımcı beklentilerinin arttığı dönemde; borsa endeksleri, kripto varlık ve emtia fiyatları anlamlı düzeyde yatırımcı risk algısını yansıtmaktadır. Bu açıdan bakıldığında birçok kurum, yatırımcı ve akademisyen için hem geleneksel finans sistemi hem de kripto varlıkların oluşturduğu finansal ekosistem ile bağı nedeniyle KOSPI endeksi önemlidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE UYGULAMASI

1. ALANYAZIN TARAMASI

Kripto varlık fiyatları üzerinde emtia fiyatları ile hisse senedi piyasa endekslerinin etkisini açıklanmak, finansal piyasa dinamiklerini daha iyi anlamak için önemlidir. Bu etkilerin tespit edilmesi ve modellenmesi amacıyla son yıllarda makine öğrenmesi algoritmaları yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi yöntemleri, bu amaç yolunda kullanılan etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, literatürde kripto varlık birimlerinin, emtiaların ve borsa endekslerinin tahmin edilmesi için çeşitli makine öğrenmesi teknikleri kullanan çalışmalar yapılmıştır. Bu bölümde, belirtilen varlıklara ilişkin tahminleri makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz eden akademik çalışmalara tarih sıralı olarak yer verilmiştir.

Kumar ve Thenmozhi (2006), hisse senedi piyasası yönünün tahmini amacıyla Rastgele Orman ve SMO algoritmaları kullanılmışlar ve sonuçları doğrusal diskriminant analizi, LR ve YSA gibi algoritmaların sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. S&P CNX NIFTY endeksine ait günlük kapanış fiyatlarının değişim yönü ve teknik analiz göstergeleri kullanılarak 1 Ocak 2000 ile 23 Şubat 2004 tarihleri arasına ait veri seti oluşturulmuştur. Teknik analiz göstergeleri arasında RSI, stokastik osilatör, momentum ve hareketli ortalamalar gibi 12 gösterge yer almaktadır. Sonuç olarak SMO kendine en yakın tahmin doğruluğunu sağlayan Karar Ağacından %1,04 ve YSA'dan %5,51 daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Zhang ve Wu (2009), S&P 500 endeksinin kısa vadeli fiyat tahmini için geri yayılım YSA'ya entegre edilmiş bir bakteriyel kemotaksi optimizasyon algoritması önermişlerdir. Çalışmada kullanılan algoritma ile doğruluk ve hız açısından gelişim sağlandığı belirtilmiştir. 23 Ekim 1998 ile 27 Şubat 2008 yılları arasındaki günlük S&P 500 verileriyle yapılan analiz sonucunda, önerilen modelin, klasik modele kıyasla hem daha düşük ortalama mutlak hata hem de daha kısa eğitim süresi sağladığı ortaya koyulmuştur. Araştırma, optimize edilmiş YSA yapılarının finansal piyasalarda yüksek doğrulukla tahmin gücü sunduğunu göstermiş ve hibrit yapay zekâ modellerinin etkinliğini vurgulamıştır.

Kara, Boyacioglu ve Baykan (2011), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) endeksinin hareket yönünün tahmini amacıyla YSA ve SMO algoritmalarını kullanarak iki farklı sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. 2 Ocak 1997 ile 31 Aralık 2007 tarihleri arasına ait günlük endeks kapanış fiyatlarını temel alarak seçili teknik analiz göstergelerini içeren bir veri seti oluşturulmuştur. Analizler sonucunda her iki modelin de yüksek sınıflandırma doğruluğu sunduğu ancak YSA modelinin ortalama tahmin performansının (%75,74) SMO modelinkinden (%71,52) önemli ölçüde daha iyi olduğu bulunmuştur. Ayrıca seçilen teknik göstergelerin hisse senedi fiyat hareketinin yönünü tahmin etmede yararlı olduklarını tespit etmişlerdir.

Moghaddam, Moghaddam ve Esfandiyari (2016), YSA'larının günlük NASDAQ borsa endeksi tahminindeki başarısını incelemişlerdir. Çalışmada ileri beslemeli YSA, geri yayılım (backpropagation) algoritmasıyla eğitilmiş ve kısa vadeli geçmiş fiyat verileri ile haftanın günü girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. 28 Ocak 2015 ile 18 Haziran 2015 tarihleri arasındaki NASDAQ günlük borsa kurları, model geliştirmek için kullanılmıştır. İlk 70 gün eğitim veri seti olarak ve son 29 gün modelin tahmin yeteneğini test etmek için kullanılmış ve NASDAQ endeksi tahmini ağırları geliştirilmiş ve doğrulanmıştır. Modelin doğruluğu, R^2 (belirleme katsayısı) ve ortalama kare hatası ile ölçülmüştür ve farklı gizli katman ile nöron yapılarına sahip ağırlar denenerek en uygun olan yapı belirlenmiştir. Dört ve dokuz önceki iş günü verileriyle oluşturulan farklı modellemeler sonucunda, OSS eğitim algoritması ve TANSIG veya LOGSIG transfer fonksiyonu uygulandığında 20-40-20 nöron düzeninde, %96,22 doğrulukla güçlü bir tahmin performansı sergilemiştir. Sonuç olarak dört ve dokuz iş günü öncesinin tahmin yeteneği açısından belirgin bir fark yaratmadığı ve YSA'ların kısa vadeli borsa endeksi tahminlerinde başarı sağladığını tespit etmişlerdir.

Özçalıcı (2016) çalışmasında, Borsa İstanbul 30 endeksinde yer alan hisse senetlerinin 1, 2 ve 20 gün sonrasına ait kapanış fiyatları çok katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA) ile tahmin edilmiştir. Ocak 2010 – Kasım 2015 dönemine ait fiyat ve hacim verileri kullanılarak teknik göstergelerle oluşturulan veri seti üzerinden, LM (Levenberg-Marquardt) algoritması ile eğitilen modellerde farklı ara katman yapılarına göre tahmin doğrulukları test edilmiştir. Analizler sonucunda TOASO isimli hisse senedinin fiyatı 20

gün önceden %72,88 oranında doğru tahmin edilmiştir. Böylece orta vadeli fiyat tahminlerinin başarılı olabileceğini belirlemişlerdir.

Weng, Ahmed ve Megahed (2017), Apple Inc. (AAPL) hisse senedi üzerine odaklanarak bir gün sonrası fiyat yönünü tahmin etmek amacıyla karar ağaçları, YSA ve SMO algoritmalarını kullanarak bir tahmin motoru geliştirmişlerdir. Veri seti, hissenin açılış ve kapanış fiyatları, işlem hacimleri, NASDAQ ve DJIA endekslerindeki günlük hareketleri, Wikipedia sayfa trafik verileri ve Google haber sayılarına ait verileri içermektedir. Veriler 1 Mayıs 2012 ile 1 Haziran 2015 tarihleri arasındaki 37 aylık döneme aittir. Sonuç olarak tahmin motoru, hissenin ertesi günkü hareketini %85 doğrulukla başarı göstermiştir.

Hitam ve Ismail (2018) çalışmalarında, BTC, ETH, LTC, Nem, XRP ve Stellar (XLM) kripto varlık birimlerinin gelecekteki fiyatlarını kullanılan algoritmalarla tahmin etmeyi ve bu algoritmaların performanslarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Veri seti olarak, Mart 2013 ile Ocak 2018 tarihleri arasındaki günlük açılış, kapanış, en yüksek ve en düşük fiyat bilgileri kullanılmıştır. Analiz yöntemleri olarak SMO, YSA, derin öğrenme ve boosted neural networks algoritmaları uygulanmıştır. Bulgulara göre, ETH için %95,5 ve LTC için %82,40 doğrulukla en iyi performansı gösteren algoritma SVM olmuştur. BTC (%79,40) ile Nem (%77,80) için YSA, XRP (%81,50) ve XLM (%92,80) için boosted neural networks en iyi performansları göstermişlerdir. Sonuç olarak SVM'yi, ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri hesaplaması bakımından en düşük değere sahip olduğu için kripto varlık fiyatlarının tahmininde güvenilir bir model olarak değerlendirmişlerdir.

Kartal (2020), BTC fiyat hareketlerini tahmin etmek amacıyla K-Star algoritması kullanarak makroekonomik değişkenlerin BTC fiyatlarına olan etkisini incelemiştir. Veri seti 3 Ocak 2017 ile 30 Ocak 2019 tarihleri arasında 510 iş gününe ait verileri içermektedir. Bu verilerden %93 eğitim seti, %7 ise test seti olarak kullanılmıştır. Çalışmada bağımsız değişken olarak Brent ham petrol fiyatı, S&P 500 endeksi, altının ons fiyatı, Avro/Dolar paritesi ve 10 yıllık ABD tahvil faiz oranları kullanılmıştır. Bağımlı değişken ise BTC fiyatlarının günlük kapanış değerlerine göre önceki güne kıyasla yükseliş veya düşüş değerleridir. Analiz sonuçlarına göre modelin genel sınıflandırma doğruluğunu %61,10, BTC fiyatlarının yükseliş tahmin başarısını %71,42,

düşüş tahmin başarısını ise %46,66 olarak bulmuştur. Bu sonuçlarla K-Star algoritmasının BTC fiyatlarının tahmininde belirli bir performansa sahip olduğunu ancak genel tahmin başarısının düşük olduğunu belirtmiştir.

Sel (2020), BTC, EOS, USDT, TRON ve XRP'nin XAU fiyatları üstündeki ilişkisini makine öğrenme modellerinden Çok Değişkenli Kararağacı, SMO ve Rastgele Orman Regresyon modelleri ile incelemiştir. Analizde 1.12.201-8.9.2020 tarihleri arasında ortak işlem gördükleri günlerin verileri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında sırasıyla, USDT (negatif yönlü) BTC (pozitif yönlü), EOS (negatif yönlü) ve Tron'un (pozitif yönlü) XAU fiyatları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Akyildirim, Goncu ve Sensoy (2021), kripto varlık piyasasında yer alan Bitcoin Cash (BCH), BTC, Dash (DSH), EOS, ETH Classic (ETC), ETH, Iota (IOT), LTC, OmiseGO (OMG), Monero (XMR), XRP ve Zcash (ZEC)'in getirilerini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. 10 Ağustos 2017 ile 23 Haziran 2018 tarihleri arasındaki günlük, 15, 30 ve 60 dakikalık kapanış fiyatlardan getiriler hesaplanarak, bir veri seti oluşturulmuştur. Analiz sürecinde, SMO, LR, Rastgele Orman ve YSA algoritmalarını kullanmışlardır. Sonuç olarak, getiri tahmininde en iyi performans gösteren ve en sağlam modeller; tüm ürünler ve farklı zaman dilimlerinde tutarlı bir şekilde %50'nin üzerinde uyum, düşük varyasyon ve farklı alt dönemlere tutarlı bir şekilde iyi genelleme yeteneği gösteren SMO olduğunu tespit etmişlerdir.

Cortez, Rodríguez-García ve Mongrut (2021), otoregresif hareketli ortalama (ARMA) ve genelleştirilmiş otoregresif koşullu heteroskedastisite (GARCH) ile K-En Yakın Komşu (IBk) algoritmaları arasında kripto ve fiat para birimlerinin piyasa likiditesine ilişkin tahminlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmada, BTC, ETH ve XRP gibi üç kripto varlık ile birlikte 16 itibari para biriminin günlük alım-satım fiyat farklarının logaritmik oranlarını içeren, 9 Şubat 2018 ile 8 Şubat 2019 arasındaki verileri kullanılmıştır. Sonuçlara göre, kripto varlık birimlerinin karmaşık mikro yapıları nedeniyle kısa vade likidite tahmininde IBk algoritmasının ARMA ve GARCH yöntemlerine göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, gelişmiş piyasalarda itibari para birimlerinin likidite tahmininde ARMA modelinin, gelişmekte olan piyasalarda ise GARCH modelinin daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir. Bu sonuçla IBk yaklaşımının hem kripto hem de itibari para birimlerinin likiditesini tahmin

etmede geleneksel zaman serisi modellerinden daha başarılı sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir

Demirel ve Hazar (2021) çalışmalarında, yüksek piyasa değerine ve işlem hacmine sahip olan BTC, ETH ve XRP kripto varlık birimlerinin günlük piyasa değerlerine dayanarak BİST 100 endeksinin hareket yönlerini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. 2016-2020 yılları arasında kripto varlıkların günlük fiyat değişimlerini kullanarak SMO ile sınıflandırma modelleri oluşturulmuştur. Araştırmada problemi basitleştirmek amacıyla veriler ikili sınıflandırma yöntemine uygun olarak 1 ve 0 olarak etiketlenmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde, farklı C ceza parametreleriyle oluşturulan A, B ve C modellerinin başarıları karmaşıklık matrisi yardımıyla değerlendirilmiştir. En iyi sonuç 1000 ceza parametresine sahip olan Model B’de elde edilmiş ve %52 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

Syukur ve Istiawan (2021), Endonezya Menkul Kıymetler Borsası’nda işlem gören 45 yüksek likiditeli şirketten oluşan LQ45 endeksini tahmin etmeyi amaçlanmışlardır. Veri seti, Endonezya Menkul Kıymetler Borsası tarafından onaylanan 261 şirkete ait işlem hacmi, işlem değeri, kârlılık ve borçluluk oranları gibi 15 finansal değişkenden oluşturmuşlardır. Bu 261 şirketin 180’i LQ45’e dahil, 81’i ise LQ45 dışıdır. Çalışmada LR, Doğrusal Diskriminant Analizi, Naive Bayes, IBk, K-star, C4.5, CART, Rastgele Orman, YSA ve SMO dâhil olmak üzere 10 sınıflandırma algoritmasının performanslarını karşılaştırmışlardır. Model doğrulamada öğrenme ve veri test etme için 10 katlı çapraz doğrulama kullanmışlardır. Sonuçlara göre, %93,49 doğruluk oranıyla Rastgele Orman en başarılı algoritma olurken %90,06’lık doğruluk oranı ile SMO ikinci sırada yer almıştır. Çalışmada ayrıca geleneksel yöntemlerin (Naive Bayes ve doğrusal diskriminant analizi) düşük performans sergilediği belirtilmiştir.

Al-Bossly ve diğerleri (2023), Suudi Arabistan hisse senedi piyasası endeksinin yönünü tahmin etmek amacıyla Karar Ağacı ve uzun-kısa vadeli bellek (LSTM) modellerinin başarılarını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada, 1 Mayıs 2018 ile 13 Eylül 2023 tarihleri arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. Her iki modelin yüksek doğruluğa sahip olduğu ancak MAPE değeri gözönüne alındığında Karar Ağacı modelinin Suudi Arabistan Krallığı’ndaki borsa hareketlerini tahmin etmede LSTM’ye göre daha yüksek doğruluk sergilediği sonucuna varmışlardır.

Altan ve Gözübüyük (2024), makroekonomik göstergelerin yanı sıra piyasa aktörlerinin beklentileri ve psikolojik faktörlerin etkisini de değerlendirerek sağlık sektöründeki finansal analizlerin doğruluğunu artırma amacıyla K-Star, IBk ve Locally Weighted Learning (LWL) tembel öğrenme algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışmada bağımsız değişkenler MSCI Volatilite Endeksi ve Tüketici Güven Endeksidir. Bağımlı değişken, önceki günün performansına göre hesaplanan MSCI Dünya Sağlık Endeksi'nin artış veya düşüş sinyallerinden oluşmaktadır. Veri seti, 1 Ocak 2020'den 30 Eylül 2024'e kadar olan dönemde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin 1.239 günlük gözleminden oluşmaktadır. Modellerinin performans sonuçlarına göre doğruluk oranında K-Star algoritması (%65), hassasiyet değerlerinde LWL algoritması (%95), duyarlılıkta K-Star (%65) ve F-skorunda yine K-Star (%74) lider konumda yer almıştır. Modellerin, artış sınıfı için düşük doğruluk oranı ile azalma sınıfı için yüksek doğruluk oranı arasındaki tutarsızlığı vurguladığını tespit etmişlerdir.

Alan yazın kapsamında incelenen çalışmalar, bu araştırmanın teorik temelini oluşturmuştur. Bu temelden hareketle, çalışmanın yöntemsel çerçevesi bir sonraki bölümde ayrıntılı şekilde açıklanacaktır.

2. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Kripto varlık ekosisteminin artan önemi ve etkisi doğrultusunda bu çalışma, seçili hisse senedi piyasa endeksleri ile emtia fiyatlarının kripto varlık fiyatları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, hem çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak bu değişkenlerin kripto varlık fiyatları üzerindeki etkisi analiz edilmiş hem de makine öğrenmesi algoritmalarının tahmin performansları karşılaştırılmıştır.

Literatür taraması sonucunda, hisse senedi endeksleri ve emtia fiyatları gibi geleneksel finansal göstergelerin kripto varlık fiyatlarına etkisinin makine öğrenmesi modelleri aracılığıyla incelendiği çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca mevcut çalışmalarda kullanılan modellerin çoğunlukla kısıtlı zaman aralığındaki veri setleriyle test edildiği ve makine öğrenmesi algoritmalarının performans karşılaştırmalarına ise yeterince yer verilmediği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın özgünlüğü sadece değişkenlerin ait oldukları piyasaları temsil etme gücünden

değil aynı zamanda veri setinin kripto varlık piyasasının çeşitli piyasa döngülerini kapsamı ve çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılmasından da kaynaklanmaktadır. Bu çerçevede çalışmanın, amacına, önemine, problemine, sorularına, hipotezlerine, varsayımlarına ve sınırlılıklarına ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, kripto varlık fiyatları üzerinde hisse senedi piyasa endeksleri ve emtia fiyatlarının etkisini makine öğrenmesi modelleri ile analiz etmektir. Bu kapsamda, geleneksel finansal göstergelerin kripto varlık piyasası üzerindeki etkisini belirlemek hedeflenmektedir.

Çalışmanın bir diğer amacı ise, seçili makine öğrenmesi algoritmalarının (IBk, K-Star, LWL, J48, LR, SMO, YSA) kripto varlık fiyatlarının tahmin performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Böylece hem araştırmacıların hem de yatırımcıların kripto varlık ekosistemi dinamiklerini daha iyi tanımaları amaçlanmaktadır.

2.2. Araştırmanın Önemi

Finansal piyasalarda yaşanan belirsizlikler ve teknolojik gelişmeler, akademisyenlerin ve yatırımcıların geleneksel varlık sınıflarının yanı sıra kripto varlıklara da yönelmesine neden olmuştur. Bu süreçte, kripto varlıklar yüksek getiri potansiyelleri ve merkeziyetsiz yapıları sayesinde önemli bir yer edinmişlerdir. Ancak kripto varlıkların yüksek oynaklık içermesi ve piyasa dinamiklerinin geleneksel finansal göstergelerle etkileşim hâlinde olması, bu varlıkların daha derinlemesine incelenmesini zorunlu kılmaktadır.

Literatürde, geleneksel finansal enstrümanların kripto varlıklar üzerindeki etkisini incelemeye yönelik ilginin giderek arttığı gözlemlenmektedir. Ancak bu alandaki çalışmaların sayısı hâlâ sınırlıdır. Mevcut araştırmaların büyük çoğunluğunda kullanılan veri setlerinin kapsamı dar tutulmuş, farklı piyasa koşullarını içeren dönemlere yeterince yer verilmemiştir. Ayrıca, bu çalışmalarda makine öğrenmesi algoritmalarının tahmin performanslarının karşılaştırmalı olarak analiz edildiği araştırmaların oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, kripto varlıkların hisse senedi endeksleri ve emtia fiyatları gibi makro düzeydeki finansal göstergelerle olan ilişkilerinin ortaya konulması, hem akademik bilgi birikimine katkı sağlayacak hem de yatırım kararları

açısından uygulayıcılara yol gösterici olacaktır. Bununla birlikte, çalışmada makine öğrenmesine dayalı çeşitli algoritmaların kullanılması, çağdaş analiz tekniklerinin kripto varlık piyasasına uygulanabilirliğini test etme fırsatı sunmaktadır.

Ayrıca, çalışmanın geniş zaman aralığını kapsayan veri setiyle gerçekleştirilmesi, yalnızca kısa vadeli dalgalanmaları değil, aynı zamanda piyasa döngülerini de dikkate alan kapsamlı bir analiz yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu yönüyle araştırma hem yöntem hem de kapsam açısından literatüre özgün bir katkı sunmakta ve finansal piyasalarda karar verici aktörlere öngörüler sunmaktadır.

2.3. Araştırmanın Problemi

Kripto varlıklar üzerindeki tartışmalar devam ederken; küresel ekonomik gelişmeler, hızlı dijitalleşme, yatırımcı davranış değişiklikleri ve mevcut finansal sistemin kronik sorunları, kripto varlıkların finansal sistemdeki yerini daha da öne çıkarmaktadır. Ayrıca araştırmacılar ve yatırımcılar açısından kripto varlıkların fiyat tahminini yapmak da bu yeni finansal araçların tanınması için önemli hale gelmiştir. Bunun için, kripto varlıkların yalnızca kendi ekosistemleri içindeki dinamiklerle değil aynı zamanda diğer finansal enstrümanlarla olan ilişkilerinin de açıklanması gerekli hale gelmiştir.

Bu çerçevede, geleneksel finansal göstergelerin kripto varlık fiyatları üzerindeki etkisinin ne olduğu sorusu, tam olarak cevaplanamamıştır. Bu durum, literatürde bir boşluk oluşturmakta ve yatırım kararları açısından da belirsizliklere neden olmaktadır. Dolayısıyla, hisse senedi endeksleri ile emtia fiyatlarının kripto varlıkların fiyatları üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek ve bu ilişkinin gücünü makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla ortaya koymak bu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

2.4. Araştırma Soruları

Çalışmanın yukarıda açıklanan amaçları doğrultusunda, aşağıdaki temel araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

1. S&P 500, KOSPI, XAUve XAG fiyat hareketleri, BTC ve ETH fiyatlarının yönünü etkiler mi?
2. Seçilen makine öğrenmesi algoritmalarıyla kripto varlık fiyatlarının yönü tahmin edilebilir mi?

3. Kripto varlıkların fiyat yönünün tahminlenmesinde en yüksek performansı hangi algoritma sahiptir?

2.5. Araştırmanın Hipotezleri

Araştırma soruları göz önüne alındığında oluşturulan hipotezler şu şekildedir:

H1: Makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak geleneksel finansal göstergeler yardımıyla kripto varlıkların fiyat yönü başarılı bir şekilde tahmin edilebilir.

H1.1.: Makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak geleneksel finansal göstergeler yardımıyla BTC fiyat yönü başarılı bir şekilde tahmin edilebilir.

H1.2.: Makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak geleneksel finansal göstergeler yardımıyla ETH fiyat yönü başarılı bir şekilde tahmin edilebilir.

H2: Seçili geleneksel finansal göstergelerin kripto varlıkların fiyat yönü üzerinde anlamlı etkileri bulunmaktadır.

H2.1.: Seçili geleneksel finansal göstergelerin BTC fiyat yönü üzerinde anlamlı etkileri bulunmaktadır.

H2.2.: Seçili geleneksel finansal göstergelerin ETH fiyat yönü üzerinde anlamlı etkileri bulunmaktadır.

H3: Çeşitli öğrenme algoritmaları arasında tahmin performansı bakımından anlamlı bir fark bulunmaktadır.

Kripto varlıkların ve işlem gördüğü piyasaların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Piyasaların yapısı, işleyiş kuralları, kripto varlıkların üretim yöntemleri ve değer değişimlerini etkileyen faktörler, pek çok akademik çalışmaya (Aste, 2019; Chen ve diğerleri, 2019; Noda, 2020; Kakinaka, 2021; Wu ve diğerleri, 2021; Hartono, 2023; Mungo, Bartolucci ve Alessandretti, 2024) konu olmuştur. Bununla birlikte Haziran 2025 itibarıyla toplam değeri 3,27 trilyon ABD dolarına ulaşan kripto varlıklar (www.tr.tradingview.com, 2025), binlerce kripto varlığa sahip olan yatırımcılardan (balina yatırımcı) harçlığıyla kripto varlık alan üniversite öğrencilerine (karides) kadar her gelir düzeyinden insanın ilgi odağı haline gelmiştir. Bu durum, her gelir düzeyinden bireyin kripto varlıklara yöneldiğini ve bu alanın geniş bir yatırımcı profiline hitap ettiğini göstermektedir. Dolayısıyla, çalışmada ortaya konulan hipotezler, hem bilimsel literatür

açısından hem de uygulamalı finans dünyası bakımından önemli bir boşluğu doldurma potansiyeline sahiptir.

2.6. Araştırmanın Varsayımları

Çalışma, aşağıda yer alan varsayımlara dayanmaktadır:

1. Araştırmada kullanılan veri setleri, Investing.com platformundan elde edilmiş olup doğruluk açısından güvenilir varsayılmıştır.
2. Kripto varlıkların fiyatları ile seçili hisse senedi endeksleri ve emtia fiyatları arasında ekonomik ve finansal açıdan anlamlı bir etkileşim olduğu varsayılmıştır.
3. Makine öğrenmesi algoritmalarının (IBk, K-Star, LWL, J48, LR, SMO, YSA) finansal zaman serisi verilerini modelleme ve tahmin etmede uygun yöntemler olduğu varsayılmıştır.
4. Seçilen veri aralığının, kripto varlık piyasasının farklı dönemlerini (boğa-ay) piyasaları) temsil ettiği varsayılmıştır.
5. Seçilen değişkenlerin temsil gücüne sahip olduğu kabul edilmiştir:
 - 5.1. S&P500 endeksinin, dünya ekonomisini temsil ettiği ve etkili endekslerden biri olarak, piyasa eğilimlerini yansıttığı varsayılmıştır.
 - 5.2. KOSPI (Güney Kore Borsası), 2017 yılında Güney Kore'nin kripto varlıklar için küresel merkez hâline gelmesi nedeniyle seçilmiş; bu bağlamda kripto varlıklarla daha doğrudan bir etkileşim potansiyeli taşıdığı varsayılmıştır.
 - 5.3. XAU, finansal piyasalarda geleneksel güvenli liman olarak görülmekte; kriz zamanlarında yatırımcı davranışları üzerinde belirleyici rol oynadığı varsayılmıştır.
 - 5.4. XAG ise hem yatırım aracı hem de sanayi metali olarak çift yönlü özelliğe sahip olması nedeniyle, piyasa tepkilerini farklı dinamiklerle yansıttığı varsayılmıştır.
 - 5.5. BTC, piyasa değerine göre en büyük kripto varlık olması ve kripto varlık piyasasındaki dominasyon oranının yüksekliği nedeniyle temsil gücü yüksek bir gösterge olarak varsayılmıştır.

5.6. ETH, çalışmaya dâhil edilmeden önce ilk beş kripto varlık korelasyon analizine tabi tutulmuş ve korelasyonların %55'in üzerinde bulunmuştur. Ayrıca, BTC'den sonra en yüksek piyasa dominasyonuna sahip olması nedeniyle ETH'nin de piyasayı temsil etme kapasitesi olduğu varsayılmıştır.

2.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada aşağıda yer alan sınırlılıklar bulunmaktadır:

1. Veri seti, yalnızca COVID-19 pandemisinin etkilerinin gözlemlendiği 02.01.2019-30.12.2024 dönemini kapsamaktadır.
2. Veri setinde, kripto varlıklar içinden BTC ve ETH, borsa endeksleri içinden S&P 500 ve KOSPI, emtialar içinden ise XAU ve XAG kapanış fiyatları kullanılmıştır.
3. Kripto varlıkların işlem hacmi, işlem sayısı, ağ etkinliği gibi veriler dikkate alınmamıştır.
4. Çalışmada belirli sayıda makine öğrenmesi algoritması kullanılmıştır.
5. Faiz oranları, döviz kurları, enflasyon gibi diğer makroekonomik değişkenler analiz kapsamı dışında bırakılmıştır.
6. Seçilen dönem içerisindeki olağandışı piyasa olayları analizlere dahil edilmemiştir.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Araştırmanın yöntemsel çerçevesini ortaya koymak amacıyla bu başlık altında ilk olarak, araştırmada kullanılan değişkenler tanımlanacaktır. Ardından araştırmanın modeli ile model akış şeması sunulacaktır. Son olarak, makine öğrenmesi algoritmalarına yer verilerek bu yöntemlerin temel özellikleri ve veri değerlendirme ölçütleri açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Değişkenleri

Bu çalışmanın temel amacı, kripto varlık fiyatları üzerinde hisse senedi piyasa endeksleri ve emtia fiyatlarının etkisini makine öğrenmesi modelleri ile analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada kripto varlıkları temsilen 02.01.2019-30.12.2024 tarihleri arasında en yüksek piyasa değerine sahip ilk beş kripto varlık olan BTC, ETH, XRP, BCH ve XLM incelemeye alınmıştır. Bu kripto varlıklar arasındaki ilişkinin

düzeyini incelemek amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve elde edilen korelasyon matrisi Tablo 4’de yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Kripto Varlıkların Korelasyon Tablosu

	BTC	ETH	XRP	BCH	XLM
BTC	1				
ETH	0,89	1			
XRP	0,72	0,71	1		
BCH	0,56	0,55	0,63	1	
XLM	0,55	0,56	0,78	0,80	1

Tablo 4 incelendiğinde, kripto varlıklar arasındaki korelasyonun %55’in üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Piyasa hâkimiyeti bakımından en yüksek paya sahip olan BTC (%64) ve ETH’nin (%9) toplamda kripto varlık piyasasının %73’ünü temsil ettiği dikkate alınarak, bu iki varlık çalışmada kripto piyasasını temsilen kullanılmıştır (www.coinmarketcap.com, 2025b).

Hisse senedi piyasalarını temsilen, büyük sermayeli ABD hisse senetlerinin en kapsayıcı göstergesi olan ve yaklaşık olarak mevcut piyasanın %80’ini temsil ettiği belirtilen Amerika Birleşik Devletleri borsa endeksi S&P 500 çalışmaya dâhil edilmiştir (S&P Global, 2025). Ayrıca, Aralık 2017 itibarıyla Dünya’daki BTC işlemlerinin yaklaşık %21’inin Güney Kore’de gerçekleştiği ve ülkenin hâlen kripto varlıklar açısından önemli bir merkez olduğu dikkate alınarak, Güney Kore borsa endeksi KOSPI de çalışmada değişken olarak alınmıştır (Lee, 2022: 7). Öte yandan, yüksek piyasa değeri ve likiditeleri sayesinde küresel finansal piyasalarda en çok işlem gören kıymetli metaller olan XAU ve XAG fiyatları da çalışmaya dâhil edilmiştir (Yahoo Finance, 2025). Bu kapsamda, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkiler, seçilmiş makine öğrenmesi yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir.

Çalışmada, makine öğrenmesi yöntemlerinden çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahip IBk, K-Star ve LWL gibi örnek tabanlı öğrenme algoritmalarının yanı sıra Karar Ağaçları, LR, SMO ve YSA kullanılmıştır. Belirtilen algoritmalarla, BTC ve ETH için ayrı ayrı modeller oluşturularak eğitilmiştir. Seçilen makine öğrenmesi algoritmalarının uygulanması ve performanslarının karşılaştırılabilmesi amacıyla, açık kaynaklı bir veri

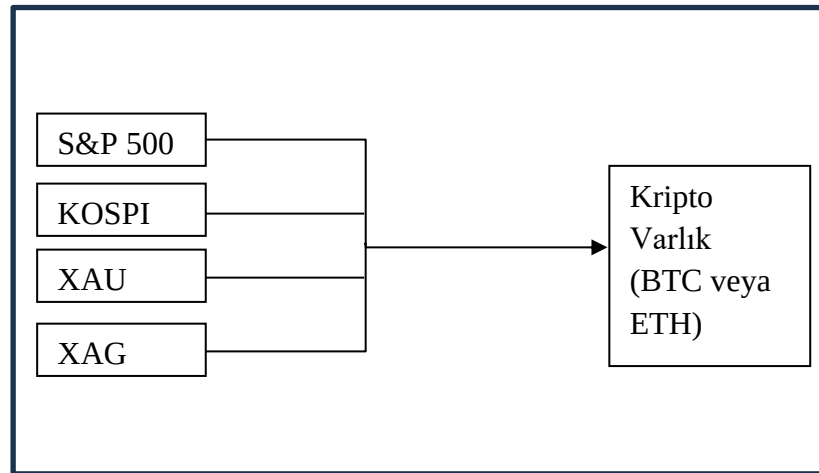
madenciliği yazılımı olan WEKA (www.ml.cms.waikato.ac.nz, 2025) kullanılmıştır. Java tabanlı bir yazılım olan WEKA; sade arayüzü, algoritma parametrelerinin kolayca ayarlanabilir olması ve kapsamlı analiz araçları sayesinde veri ön işleme süreçlerini ve model çıktılarının değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Dener, Dörterler ve Orman, 2009: 778-779). WEKA üzerinden gerçekleştirilen analizler sonucunda, değişkenler arasındaki ilişkiler ve algoritmaların tahmin performansları; doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru gibi ölçütler çerçevesinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Analizlerde kullanılan veriler, 02.01.2019 ile 30.12.2024 tarihleri arasında kapsamaktadır ve güvenilir bir finansal platform olan Investing.com platformundan elde edilmiştir. Veri seti oluşturulurken ilgili değişkenlerin günlük kapanış değerleri tarih sıralı olarak düzenlenmiştir. Ayrıca veri setinde eş zamanlamayı sağlamak ve eksik gözlemleri önlemek amacıyla diğer değişkenlere ait veriler borsa endekslerinin kapanış verilerinin olduğu günlerdeki verilerle eşleştirilmiştir. Veri seti, 6 değişkene ait 1431 günlük gözlemden oluşan toplam 8586 veri noktası içermektedir.

3.2. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında, girdi değişkenleri olarak S&P 500 Endeksi, KOSPI Endeksi, XAU ve XAG günlük kapanış fiyatları; çıktı değişkenleri olarak ise BTC ve ETH günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. Bu değişkenler aracılığıyla, seçili makine öğrenmesi algoritmalarının BTC ve ETH kripto varlıklarının fiyatının yönünün tahmin performanslarını ortaya koymayı amaçlayan araştırma modeli Tablo 5’de sunulmuştur.

Şekil 3.1. Kripto varlıkların Fiyat Yönünün Tahmin Modeli



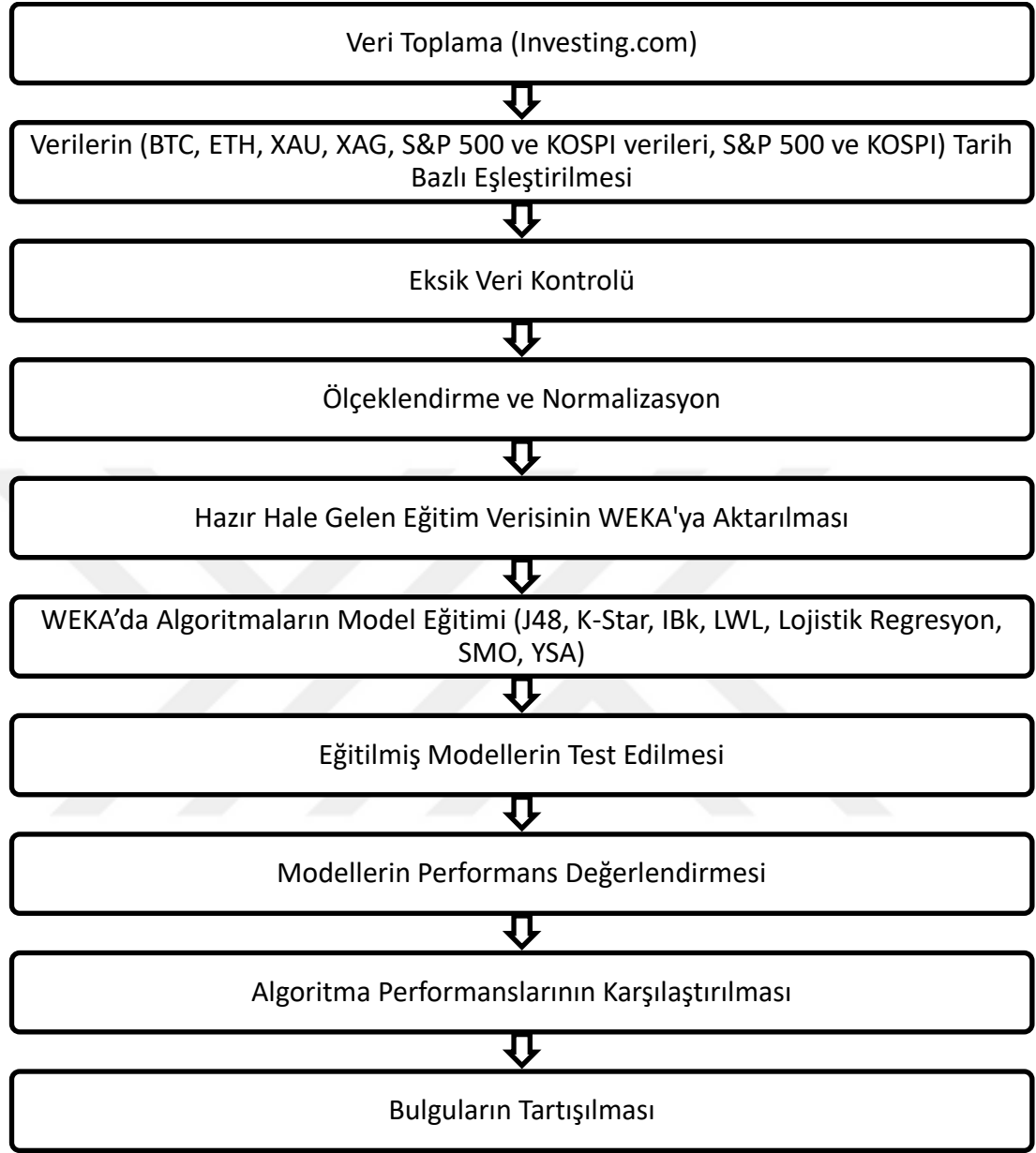
Şekil 3.1. Kripto varlıkların Fiyat Yönünün Tahmin Modeli

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıda sunulan kripto varlıkların fiyatının yönüne ait tahmin modeli, çıktı değişkeni olarak BTC veya ETH'nin günlük fiyat hareketleri ile ilgili ekonomik göstergeler arasındaki yapay zekâ temelli ilişkiyi açıklamak amacıyla geliştirilmiştir. Model, hipotezleri test edecek şekilde kurgulanmış ve her bir algoritma için ayrı ayrı eğitilerek karşılaştırmalı analiz yapılmasına olanak tanınmıştır.

Tablodaki modelin oluşturulma süreci Şekil 6'da sunulan akış şeması ile bütünsel olarak özetlenmiştir. Bu şema, verinin toplanmasından algoritma performanslarının karşılaştırılmasına kadar olan sürecin genel yapısını ve mantıksal işleyişini ortaya koymaktadır.





Şekil 3.2. Model Akış Şeması

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sınıflandırma, önemli veri sınıflarını tanımlayan modelleri çıkarmak veya gelecekteki verileri tahmin etmek için kullanılabilen veri analizi biçimlerinden biridir. Bilgi keşfi sorununa olası bir çözüm olarak makine öğrenimi, uzman sistem ve istatistik toplulukları tarafından kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Sınıflandırma iki aşamalı bir süreçtir. İlk olarak, öznelitlikler tarafından tanımlanan veri çiftlerinden oluşan eğitim veri seti dikkate alınarak bir model oluşturulur. Her bir veri grubunun, sınıf etiketi adı verilen bir öznelitlik aracılığıyla önceden belirlenmiş bir sınıfa ait olduğu varsayılmaktadır. İkinci olarak, modelin (veya sınıflandırıcının) tahmin doğruluğu ölçülür. Genellikle modele

sınıf etiketli örneklerden oluşan bir test seti uygulanır. Her bir test örneği için, bilinen sınıf etiketi modelin öngördüğü sınıf ile karşılaştırılır ve yorumlanır (Du ve Zhan, 2023: 3). Bu genel sınıflandırma süreci, günümüzde makine öğrenimi algoritmaları ile kolay ve etkin bir şekilde uygulanabilmektedir. Bu çalışmada da yedi makine öğrenmesi algoritması kullanılarak veri seti incelenmiştir. Seçilen algoritmalarla ilişkin açıklamalar aşağıda sunulmaktadır.

3.3. Araştırmada Kullanılacak Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Çalışmada, kripto varlık fiyatlarını tahmin etmek amacıyla yedi farklı makine öğrenmesi algoritması kullanılmıştır. Algoritmaların her biri farklı çalışma mantıklarına sahip olup, veri setine farklı açılardan yaklaşmaktadır. Aşağıda, çalışmada kullanılan algoritmalarla ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

3.3.1. K-En Yakın Komşu-IBk

K-en yakın komşu yöntemi ilk olarak 1950'lerin başında ortaya çıkmıştır. Bu yöntem ilk ortaya çıktığında, özellikle büyük veri setleriyle çalışıldığında oldukça zahmetli olmaktaydı. Ancak 1960'larda bilgisayarların işlem gücü arttığında daha kolay uygulanabilmesiyle popülerlik kazanmıştır (Han, Kamber ve Pei, 2012: 423). Bu yöntemin Weka yazılımında uygulanan versiyonu ise IBk algoritması olarak adlandırılmaktadır (Alshammari ve Mezher, 2020: 226).

IBk algoritması, gözetimli sınıflandırma teknikleri arasında yer almakta olup, makine öğrenmesinde temel ve etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Hem sınıflandırma hem de regresyon için uygun olmasına rağmen, ağırlıklı olarak sınıflandırmak için kullanılır. Herhangi bir eksik verinin belirlenmesi ve yeniden örneklenmesi açısından oldukça kullanışlı bir algoritmadır. Belirli bir veri seti için, bu algoritma görünmeyen veriler ile mevcut veriler arasındaki bağlantıyı tahmin eder ve bu tahmine dayanarak, yeni veriyi onunla en iyi eşleşen geçerli bir kategoriye atar. Veri setinin yalnızca başlangıçta saklanması nedeniyle IBk tembel algoritma olarak adlandırılır. Ancak eğitim veri setinin öğrenme süreci, yeni veri setinin sınıflandırılması veya tahmin edilmesi için bir gereklilik olana kadar gerçekleşmez. Ayrıca doğası gereği parametrik değildir. Yani IBk'da girdi ve çıktı arasında önceden belirlenmiş herhangi bir yöntem veya ilişki biçimi bulunmamaktadır (Bansal, Goyal ve Choudhary, 2022: 3).

3.3.2. K-Star

Tembel algoritma olarak sınıflandırılan K-Star veya K^* , örnek tabanlı öğrenen bir sınıflandırma yöntemidir. Tembel öğrenme dinamik olarak değişen durumlar için başarılı sonuçlar verebilmektedir. K-Star, eksik değerleri ayrı bir değer olarak ele alan, onları maksimum derecede farklı olarak ele alan ve ortalama değerle değiştiren veya basitçe yok sayan diğer yaklaşımların aksine; birleşik bir yaklaşım sağlayan bir mesafe ölçüsü olarak entropiyi kullanmıştır (Cleary ve Trigg, 1995: 108-109; Delany, Cunningham ve Coyle, 2005: 359).

Algoritma, eğitim verilerini bir tabloda tutar ve işlemi mümkün olduğunca erteleyerek gerçekleştirir. Her yeni kural, ilişkileri bulmak için eski kurallarla karşılaştırılır. En güçlü ilişki, yani mevcut örneğe en yakın olan seçilir ve aynı sınıfa verilir. Bu yönüyle, girdilerdeki bozukluklara karşı tolerans geliştirebilmektedir (Kaur ve diğerleri, 2019: 7).

3.3.3. Locally Weighted Learning-LWL

LWL, örneklere ağırlıklar atayarak yerel öğrenme gerçekleştiren ve parametrik olmayan yerel ağırlıklı bir öğrenme yöntemidir. Bu örnek ağırlıklar daha sonra WeightedInstancesHandler sınıfı tarafından kullanılarak sınıflandırma veya regresyon işlemleri yapılabilir (Kara ve Şamlı, 2021: 419). LWL, tüm fonksiyon uzayı için bir model oluşturmak yerine, ilgilenilen her nokta için yeni veri noktasının komşu verilerine dayalı yerel bir model oluşturmaktadır. Bu süreçte veri noktaları, yeni veri noktasına yakınlıklarına göre farklı ağırlıklar alır. Yakın noktalar yüksek, uzak noktalar düşük ağırlıklara sahip olur. Eğitim verileri ancak yeni veri noktasına cevap verilmesi gerektiğinde işlendiğinden (Englert, 2012: 1) bu algoritma tembel öğrenme algoritmaları içinde yer alır (Dou ve Meng, 2023: 399).

Tahmin problemleri için etkili ve esnek bir yöntem olan LWL birçok regresyon probleminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat veri eksikliği durumunda yetersiz kalabilir ve bilgi aktarımı gibi çeşitli yöntemlere ihtiyaç duyabilir. Eğitim ve test verileri aynı veri kaynağından ve özellik uzayından alındığında algoritma iyi çalışır fakat veriler farklı kaynaklardan geldiğinde modelin yeniden oluşturulması gerekebilir ki bu süreç bazen maliyetli olabilir (Han ve diğerleri, 2010: 392).

3.3.4. Karar Ağacı (J48)

Karar ağacı, sınıflandırma problemleri için kullanılan yöntemlerden biridir (Du ve Zhan, 2023: 3). Karar ağacı, karar verme amacıyla bilgi edinmek için yaygın olarak kullanılır. Karar ağacı, kullanıcıların eylemde bulunması için bir kök düğüm ile başlar. Bu düğümden itibaren kullanıcılar her bir düğümü Karar Ağacı öğrenme algoritmasına göre özyinelemeli olarak böler. Sonuç olarak, her dalın olası bir karar senaryosunu ve sonucunu temsil ettiği bir Karar Ağacını sunar (Lakshmi ve diğerleri, 2013: 20). Bu nedenle karar sürecinin görünümünü gelişmiş bir şekilde görselleştirmesi ile bilinir. Güçlü hassasiyetleri, optimize edilmiş bölme parametreleri ve geliştirilmiş algoritmaları nedeniyle de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca büyük veri setlerinde örnekleri eğitmek için eğitim ve test veri setleri kullanılır. Eğitim verileri modeli oluşturmak için kullanılırken test verileri modeli doğrulamak için kullanılır ve bu da test setinin hassasiyetini etkiler. Karar Ağacında; ID3, C4.5, C5.0, CART, CHAID, QUEST ve J48 gibi çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır (Alan ve Yeşilyurt, 2018: 203; Jijo ve Abdulazeez, 2021: 21-26; Lakshmi ve diğerleri, 2013: 20; Mollazade ve diğerleri, 2008: 552; Xin ve diğerleri, 2024: 103).

Bu araştırmada Karar Ağacı oluşturmak için J48 algoritması (C4.5 Algoritmasının WEKA programındaki uygulaması) kullanılmıştır (Witten ve Frank, 2005: 373). J48 algoritması, verileri kategorik ve sürekli olarak analiz etmek için en yaygın kullanılan makine öğrenme algoritmalarından biridir (Khanna, 2021). J48 algoritması, sınıflandırma sürecinde en ayırıcı özelliğe sahip değişkeni belirlerken Shannon tarafından açıklanan entropi kavramını kullanır. Entropi, bir kümenin belirsizliğini ve düzensizliğini ölçer. Entropi hesaplandıktan sonra, her öznitelik için sırasıyla bilgi değeri hesaplanır ve kazanç değeri en yüksek olan bileşen, kök düğümünün en üst konumuna yerleştirilir (Danacı, Çelik ve Akkaya, 2010: 2; Maruyama, Kawachi ve Singh, 2005: 104; Pala ve diğerleri, 2019: 547; Shannon, 1948: 393).

3.3.5. Lojistik Regresyon-LR

Lojistik Regresyon (LR), bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki sebep sonuç ilişkisini tespit etmek amacıyla kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Karaman ve Güven, 2021: 25). Bu yöntem, bağımlı değişkenin yapısına göre ikili (binary), çok terimli

(multinomial) ve sıralı (ordinal) LR olarak başlıca üç türe ayrılmaktadır (Şenel ve Alatl, 2014: 36).

Genelleştirilmiş doğrusal modeller olarak adlandırılan istatistiksel modeller ailesinin bir parçası olan İkili Lojistik Regresyon (BLR) modeli, bağımlı değişkenin ikili (kadın-erkek, başarılı-başarısız gibi) değere sahip olduğu durumlarda kullanılır (Harris, 2021: 1; Şenel ve Alatl, 2014: 36). Bu modelin kurulması, sonuçların doğru yorumlanması ve LR'nin araştırma ve pratik senaryolarda uygun şekilde uygulanması için bazı varsayımlar gereklidir. Bunlar: bağımlı değişkenin ikili olması, gözlemlerin bağımsız olması, bağımsız değişkenler arasında mükemmel çoklu doğrusallığın bulunmaması, bağımsız değişkenler ile log odds arasında doğrusal ilişki olması, güçlü aykırı değerlerin bulunmaması ve yeterli örneklem büyüklüğünün sağlanmasıdır (Tranmer, Vanchugova ve Elliot, 2023: 9-10).

Çok Terimli (multinomial) Lojistik Regresyon (MLR), bağımlı değişkenin nominal olduğu ve iki kategoriye sınırlı olmadığı durumlarda nominal sonuç değişkenlerini istatistiksel olarak modellemek için kullanılır. Analistler, bağımlı değişken birkaç sırasız kategoriye kapsadığında MLR'yi kullanırlar. Kategoriler birbirini dışlamalı ve kapsamlı olmalı, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık olmamalıdır. Ayrıca aykırı değerler veya yüksek etkili noktalar yoktur ve sürekli değişkenlerle sonuç değişkeninin logit dönüşümü arasında doğrusal ilişki vardır (Frost, 2025; www.ibm.com, 2021; www.resources.nu.edu, 2025; www.stats.oarc.ucla.edu, 2025).

Sıralı (ordinal) Lojistik Regresyon (OLR) ise, bağımlı değişkenin sıralı olduğu durumlarda kullanılan özel bir multinominal regresyon türüdür. Değişkenin sıralı yapısını dikkate alarak analiz gücünü artırır. Bu regresyon türü, yanıt değişkeni için kümülatif dağılımlara öncelik verdiğinden ve her bir ilişki için uyduğu parametrelerde bağımlı değişkenin sıralı değeri boyunca genel eğilimini belirlemeye odaklandığından sıralı etkiye sahip bağımlı değişkenlere yöneliktir (Warner, 2008: 169). Sıralı veriler için alternatif yaklaşımlar olsa da OLR modelleri istatistik literatüründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Abreu ve diğerleri, 2008: 583).

LR'nin amacı, açıklayıcı değişkenlerin hangi kombinasyonunun gözlemlenen oranlar için en iyi uyumu sağladığını tespit etmektir. Bunun için çeşitli seçim prosedürleri

kullanılır. Her yöntemin avantajları ve sınırlamaları bulunmakla birlikte, hiçbir yöntemin her durumda en iyi modeli bulması garanti değildir. Tüm olasılıkları değerlendirmek, aynı verilerle farklı modellere ulaşabilme imkanı sağlar (Cook ve diğerleri, 2021: 19-20). Sonuç olarak LR, istatistik temelli, hızlı ve etkili bir sınıflandırma algoritması olarak birçok sınıflandırma probleminde kullanılmaktadır (Ratra, Gulia ve Gill, 2021: 4; Tapkan, Özbakır ve Baykasoğlu, 2011: 250).

3.3.6. Destek Vektör Makineleri-SMO

SMO, sınıflandırma, regresyon veya diğer görevler için kullanılan güçlü bir makine öğrenmesi algoritmasıdır (Hearst ve diğerleri, 1998: 18; Singh, 2024). SMO'nin temel amacı, veriyi en etkili şekilde ayıran hiper düzlemi bulmaktır (Yao ve diğerleri, 2013: 2632). Bu amaçla algoritma etiketli verilere göre maksimum marj prensibini kullanarak sınıflar arasındaki mesafeyi maksimize ederken bilinmeyen test örnekleri için beklenen sınıflandırma hatalarını da minimize eder (Piccialli ve Sciandrone, 2022: 15; Tong ve Koller, 2001: 48).

SMO, alternatif bir kayıp fonksiyonu eklenerek regresyon problemlerinde de kullanılır. Bunun için kayıp fonksiyonu bir mesafe ölçüsü içerecek şekilde değiştirilir. Regresyon doğrusal ve doğrusal olmayan yapıda olabilir. Sınıflandırma problemlerine benzer şekilde, verileri yeterli şekilde modellemek için genellikle doğrusal olmayan bir model gereklidir. Doğrusal olmayan SVC (destek vektör sınıflandırması) yaklaşımıyla aynı şekilde, verileri doğrusal regresyonun gerçekleştirildiği yüksek boyutlu bir özellik uzayına eşlemek için doğrusal olmayan bir eşleme kullanılabilir. Burada Kernel yaklaşımı, boyutsallık sorununun çözümü için kullanılır (Jakkula, 2006: 10).

SMO, regresyonun yanı sıra sınıflandırma problemlerinin çözümünde sıklıkla başvurulan tekniklerden biridir. SMO'da sınıflandırma, denetimli öğrenmenin bir türüdür. Bu tekniğin amacı, öznelilikleri verilen test kümesindeki veri örneklerinin hedef değerini tahmin eden bir model üretmektir. Bilinen etiketler, sistemin doğru bir şekilde çalışıp çalışmadığını göstermeye yardımcı olur. Bu bilgi, sistemin doğruluğunu onaylayarak istenen bir yanıtı işaret eder veya modelin doğru davranmayı öğrenmesine yardımcı olmak için kullanılabilir. SMO sınıflandırmasındaki bir adım, bilinen sınıflarla yakından bağlantılı olan tanımlamayı içerir. Buna özellik seçimi veya özellik çıkarımı denir.

Özellik seçimi ve SMO sınıflandırması birlikte, bilinmeyen örneklerin tahmin edilmesi gerekli olmadığında bile bir kullanıma sahiptir. Sınıfları birbirinden ayıran süreçlere dahil olan anahtar kümeleri tanımlamak için kullanılabilirler (Jakkula, 2006: 10).

Veri sınıflandırması için birçok sınıflandırma tekniği bulunmaktadır. Ancak, her türlü veri seti için kusursuz doğruluğu sağlayan tek bir sınıflandırma tekniği yoktur. Fakat SMO, saf matematiksel temele sahip olduğu ve birçok alanda yüksek doğrulukla çalıştığı için sıklıkla kullanılan algoritmalar arasındaki yerini almıştır (Chandra ve Bedi, 2021: 1).

3.3.7. Yapay Sinir Ağları-YSA

Bir YSA, insan beyninin çalışma prensiplerini ve biyolojik sinir ağlarının yapısını esas alan bir dizi makine öğrenimi algoritmasıdır. Bu algoritmalar, veri kümelerindeki ilişkileri ortaya çıkarmayı amaçlar. YSA'lar, biyolojik sinir hücrelerine (nöronlara) benzer işlev gören ve akson ile dendritlere benzer bağlantılarla birbirleriyle iletişim kuran düğümlerden oluşur. Ağ içindeki bağlantılar, istenilen sonucu sağlamaya yönelik yeteneklerine göre ağırlıklandırılır (Choi ve diğerleri, 2020: 7). Ayrıca, değişen girdilere uyum sağlayarak çıktı kriterlerinin yeniden tasarlanmasına ihtiyaç duymadan en uygun sonucu üretebilirler (Mahesh, 2018: 385).

YSA'lar, özelliklere göre çeşitli sınıflara ayrılarak incelenmektedir. Katman sayısına (tek katmanlı ve çok katmanlı), veri akış yönüne (ileri beslemeli ve geri beslemeli), öğrenme türüne (denetimli, denetimsiz, yarı denetimli, pekiştirmeli) vb. sınıflandırılabilir (Ekrem ve Daşkan, 2021: 149; Öztürk ve Şahin, 2018: 30). Araştırma kapsamında YSA'lar tek katmanlı ve çok katmanlı yapı olarak incelenecektir.

Bu sınıflandırmalardan katman sayısına göre yapılan ayırım önemlidir ve ilk olarak tek katmanlı yapılar incelenmiştir. Tek katmanlı YSA'lar, yalnızca girdi ve çıktı katmanlarından oluşur ve doğrusal problemlerin çözümünde kullanılır. Bu tür ağlarda her katmanda bir veya daha fazla nöron bulunabilir (Arı ve Berberler, 2017: 57). Tek katmanlı YSA'larda her hücrede birden fazla girdi veya çıktı olabilir ve tüm çıktılar bütün girdilere bağlanır. Bu bağlantıların da birer ağırlığı vardır. Bu modelde çıktının sıfır olmasını engelleyen ve her zaman 1 değerine sahip olan bir eşik değeri bulunmaktadır. Ağın çıktısı, ağırlıklandırılmış girdilerin bu eşik değeriyle toplanması sonucu elde edilir. Tek katmanlı

ağların en önemlileri basit algılayıcılar (perceptron) ile Adaline ve Madaline'dir (Çoban ve Demir, 2021: 331).

Karmaşık problemlerin çözümünde tek katmanlı yapıların yetersiz kalması çok katmanlı YSA'ların (Multilayer Perceptrons-MLP) kullanılmasına yol açmıştır. MLP, birimlerin girdilerinin ağırlıklı toplamını gerçekleştirerek bu toplamı bir transfer fonksiyonundan geçirir. Katmanlı bir ileri besleme topolojisi ile çalışır. Ağırlıklar ile eşikler (yanlılıklar) bu modelin serbest parametrelerini oluşturur ve bu sayede bir tür girdi-çıkı modeli olarak kolayca yorumlanabilir. Bu ağlar, fonksiyon karmaşıklığını belirleyen katman ve her katmandaki birim sayısı ayarlanarak farklı karmaşıklıklardaki fonksiyonları modelleyebilir. Dolayısıyla tasarımdaki gizli katmanların ve bu katmanlardaki birimlerin sayısının belirlenmesi önemlidir (Ayodele, 2010: 31). Genellikle birbirini takip eden üç katmandan oluşan çok katmanlı ağlarda bir girdi, bir gizli ve bir çıktı katmanı bulunur. Girdi katmanındaki nöronlar veriyi sinapslar aracılığıyla gizli katmana iletirken gizli katman da veriyi aynı şekilde çıktı katmanına iletir. Sinapslar, çeşitli katmanlara giriş ve çıkışı yönlendirmelerine yardımcı olan ağırlık adı verilen değerleri depolamaktadır (Zakaria, AL-Shebany ve Sarhan, 2014: 8).

YSA'larda doğrusal olmayan durumlar ortaya çıkararak sinir ağlarının girdiler ve çıktılar arasında oldukça karmaşık eşlemeleri öğrenmesine olanak tanımak yani her nöronun çıktısını belirlemek için aktivasyon fonksiyonları kullanılır (Ali, 2024; Sheth, Sinhal ve Shrivastava, 2021: 46). Bu fonksiyonlar, ağın genel performansı açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle sinir ağları hesaplamasında en uygun aktivasyon fonksiyonunun seçilmesi kritik önem taşımaktadır (Szandała, 2020: 203). Sigmoid, tanh, ReLU, ELU, Maxout ve SoftMax gibi farklı aktivasyon fonksiyonları mevcuttur (Eissa, Telesi ve Mansour, 2022: 10). Örneğin; sigmoid fonksiyonu girdi değerleri için çıktıda 0 ile 1 arasında değer üretir, tanh fonksiyonu -1 ile +1 arasında değer üretir ve ReLU negatif girdi değerlerinde çıktıyı sıfıra eşitler ve pozitif ise girdi ile çıktıyı birbirine eşitleyerek doğrusal bir ilişki oluşturur (Ser ve Bati, 2019: 410).

YSA'ların da dahil olduğu makine öğrenmesi yöntemleri, oldukça güçlü yöntemlerdir. Fakat eğitim verileri üzerinden en iyi uyumu bulmak için çok fazla çalışılırsa genel bir tahmin yöntemi bulmak yerine eğitim verilerinin çeşitli özelliklerini ezberleyerek verilerdeki gürültüye (bozuk veriler) uyma riski ortaya çıkar. Bu duruma

overfitting (aşırı öğrenme) denir (Srivastava ve diğerleri, 2014: 1929; Dietterich, 1995: 326-327). Makine öğrenmesinde bu önemli problemi önlemek için erken durdurma (early stopping), dropout (katman rastgeleleştirme) ve çapraz doğrulama gibi teknikler kullanılabilir. Bu sayede modelin başarısı arttırılabilir (Anam ve diğerleri, 2024: 1175; Kayakuş, 2021: 45).

3.3.8. Veri Değerlendirme Ölçütleri

Makine öğrenmesi algoritmalarının performanslarının değerlendirilmesi, modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini belirlemek açısından oldukça önemlidir (Chicco ve Jurman, 2020: 1; Khan ve diğerleri, 2022: 411). İkili sınıflandırma algoritmaları genellikle, her bir veriyi belirli bir sınıfa atarken, modelin bu atamaya olan güven derecesini gösteren bir çıktı üretir. Bu çıktı, güven puanı (confidence score) olarak ifade edilir. Ayrıca veri noktasının pozitif ya da negatif olarak değerlendirileceği kararı için belirli bir eşik değeri (cut-off) belirlenir. Güven puanı eşik değerini aştığında veri noktası, pozitif sınıfa veya güven değeri eşik değerinin altında kaldığında veri noktası negatif sınıfa atanır. Bu sınıflandırma sonucunda modelin tahminleriyle gerçek sınıflar karşılaştırılır ve dört kategori elde edilir. Bunlar; Doğru Pozitifler ($P(G)$ -gerçekte pozitif olan ve doğru şekilde pozitif tahmin edilen örnekler), Doğru Negatifler ($N(G)$ -gerçekte negatif olan ve doğru şekilde negatif tahmin edilen örnekler), Yanlış Pozitifler ($P(Y)$ -gerçekte negatif olduğu halde pozitif tahmin edilen örnekler) ve Yanlış Negatifler ($N(Y)$ -gerçekte pozitif olduğu halde negatif tahmin edilen örnekler) olarak isimlendirilir (Jahanbani ve diğerleri, 2024: 1441-1442). Bu kategorilerden hareketle, sınıflandırma modelinin başarısını ölçmek için doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F skoru gibi istatistiksel performans ölçülerini içeren Confusion matrisi oluşturulur. Doğruluk, tahminlerin gerçek değerinin doğru olma oranını göstererek algoritmanın ne kadar etkili olduğunu tahmin eder. Başka bir deyişle algoritmanın genel etkinliğini değerlendirir. Kesinlik, hesaplandığı sınıfa bağlı olarak algoritmanın pozitif olarak tahmin ettiği gözlemlerden kaç tanesinin gerçekten pozitif olduğunu tahmin eder; başka bir deyişle, algoritmanın tahmin gücünü değerlendirir. Duyarlılık, doğru sınıflandırılan pozitif örneklerin oranını ifade ederek algoritmanın etkinliğini değerlendirir. F-skoru, kesinlik ve duyarlılık değerleri arasındaki ilişkiyi temsil eder. Yüksek hassasiyete sahip algoritmalara fayda sağlayan ve daha yüksek spesifikliğe sahip algoritmaları zorlayan bileşik bir ölçüdür (Eşidir, 2025: 461; Hicks ve

diğerleri, 2022: 2; Salih ve Abdulazeez, 2021: 33; Sokolova, Japkowicz ve Szpakowicz, 2006: 1017; Vakili, Ghamsari ve Rezaei, 2020: 5). Bunlarla birlikte model değerdendirmesinde kullanılan Ortalama Mutlak Hata (MAE), Kök Ortalama Karesel Hata (RMSE) ve Kappa katsayısı da Confusion matrisine eklenmiştir. MAE, regresyon modeli tarafından tahmin edilen değerdler ile bir değerişkenin gerçek değerdleri arasındaki farkların yani hataların mutlak değerdinin ortalamasıdır (Acharya, 2021). Benzer şekilde makine öğrenimi sınıflandırıcılarının performansını değerdlendirmek için kullanılan RMSE ise ortalama karesel hatanın (MSE) kareköküdür (Hodson, 2022: 5481; Talukdar ve diğerdleri, 2020: 10). Kappa katsayısı ise gözlemciler arasındaki uyumun düzeltilmiş olasılığını temsil eden bir istatistiktir (DeVellis, 2005: 317). Landis ve Koch (1977) kappa değerdlerini -1 ile 1 arasındaki aralığında altı aşamaya ayırmışlardır. Bunlar; <%0 tesadüfen beklenilenden daha kötü bir uyum, %0–%20 anlamsız uyum, %21–%40 zayıf uyum, %41–%60 orta derecede uyum, %61–%80 yüksek uyum ve %81–%100 çok yüksek uyumdur. Karışıklık (Confusion) matrisinde kullanılan model performans ölçümlerinin formülleri Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 3.2. Model Performans  l  mlerinin Formülleri

Performans �l��s�	Formül
Doğruluk (Accuracy)	$\frac{P(G) + N(G)}{P(G) + P(Y) + N(G) + N(Y)}$
Kesinlik (Precision)	$\frac{P(G)}{P(G) + P(Y)}$
Duyarlılık (Sensitivity)	$\frac{P(G)}{P(G) + N(Y)}$
F-skoru (F-score)	$\frac{2 \cdot \text{Kesinlik} \cdot \text{Duyarlılık}}{\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}}$
RMSE	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$
MAE	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $
Kappa St.	$\frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$

Not: $P(G)$ gerçek pozitifleri, $P(Y)$ yanlış pozitifleri, $N(G)$ gerçek negatifleri, $N(Y)$ ise yanlış negatifleri, y tahmin derecesini, $\hat{y}$ test veri setindeki gerçek derecelendirmeyi, n test verileri ile tahmin sonucu arasındaki derecelendirme tahmin çiftlerinin sayısını, $P(o)$ gözlenen uyum oranını ve $P(e)$ beklenen uyum oranını göstermektedir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmada kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarının, BTC ve ETH fiyatlarının yönünü tahmin etme performanslarına ilişkin bulgulara yer verilmektedir. Modellerin sınıflandırma başarıları doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru gibi temel performans ölçütleri ve hata istatistikleri her bir algoritma için aşağıda sunulan tablolarda kripto varlıklar açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Algoritmalar için hazırlanan veri seti, 02.01.2019 ve 30.12.2024 tarihleri arasındaki dönemde toplam 6 değişken ve 1431 günlük gözlem üzerinden oluşturulmuştur. 8586 veri noktası içeren veri setinde, verilerin %75 i eğitim için artı kalan %25'i test için kullanılmıştır. Araştırma kapsamında algoritmaların, BTC günlük kapanış fiyatları ve ETH günlük kapanış fiyatları üzerinde S&P 500 Endeksi günlük kapanış fiyatları, KOSPI Endeksi günlük kapanış fiyatları, XAU günlük kapanış fiyatları, XAG (Gümüş) günlük kapanış fiyatlarını tahmin performansına dair ölçümlere ait tablolar sunulmuştur. Bununla birlikte, algoritmaların BTC ve ETH tahmin modellerine ait hata istatistiklerine de ayrı tablolarda yer verilmiştir. Hazırlanan tablolar her bir algoritma için ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.1. K-En Yakın Komşu Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarından biri olan IBk, en yakın 1 komşuya dayalı olarak yapılandırılmış ve komşuluk hesaplamalarında LinearNNSearch yöntemi ile Euclidean Distance metriği esas alınmıştır. Modelin eğitildiği veri seti, 6 değişkene ve 1431 günlük gözleme dayalı olarak oluşturulmuş olup toplam 8586 veri noktası içermektedir. Bu veri setinin %75'i eğitim, %25'i ise test sürecinde kullanılmıştır. IBk algoritmasına ilişkin karışıklık matrisi ile çeşitli performans ölçütlerine ait bulgulara Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 3.3. BTC ve ETH IBk Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	348	0	%100	%60	%100	%50	%67
	Artış	347	174	%33				
ETH	Azalış	348	0	%100	%100	%100	%100	%100
	Artış	0	348	%100				

Tablo 7’deki BTC tahmin performansı ölçütleri incelendiğinde, algoritmanın azalış sınıfında %100 başarı oranına ulaştığı, ancak artış sınıfında yalnızca %33 başarı sağladığı görülmektedir. Bu oranlar modelin, azalış sınıfını tanımlamada iyi bir performans sergilediğini ancak artış sınıfında yeterli bir performansa sahip olmadığını göstermektedir. %60 doğruluk, tüm tahminlerin %60’ının doğru yapıldığını göstermektedir. Bu oran, literatürde kabul edilebilir sınıflandırma başarısı olarak değerlendirilen %57’den yüksek olduğundan, IBk algoritmasına dayalı modelin istatistiksel olarak anlamlı bir sınıflandırma gücüne sahip olduğu ifade edilebilir (Altan ve Gözübüyük, 2025; Ayyildiz ve Iskenderoglu, 2024; Campisi, Muzzioli ve De Baets, 2024; Kumar ve Thenmozhi, 2006; Lukas ve Seidens, 2019; Phua, Zhu ve Koh, 2003; Prasad, Bakhshi ve Guha, 2023; Zhong ve Hitchcock, 2021). Modelin F-skoru ise %67 olarak hesaplanmıştır. Kesinlik oranının %100 olması, modelin yanlış pozitif ile pozitif sınıfları tahmin etmede güvenilir olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte modelin gerçek pozitif örnekleri ne kadar iyi tanımladığını ölçen duyarlılık oranı %50 olarak belirlenmiştir. %50 duyarlılık modelin bazı pozitif örnekleri kaçırdığını göstermektedir.

ETH tahmin performansı incelendiğinde ise IBk algoritmasının tüm ölçütlerde %100 başarılı olduğu görülmektedir. Bu durum azalış ve artış sınıfları arasında tam bir ayırım sağlandığını ortaya koymaktadır. %100 doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru değerleri, modelin test verisine yüksek uyum sağladığını gösterse de aşırı öğrenme (overfitting) ihtimaline de dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak, IBk algoritması ETH için yüksek bir tahmin performansına sahipken, BTC tahminlerinde artış sınıfını tanımlamada düşük başarı düzeyinde kalmıştır. Bu fark, kripto varlık türlerine göre modelin sınıflandırma başarısının değişebileceğine dikkat çekmektedir.

IBk algoritmasıyla geliştirilen BTC ve ETH tahmin modellerine ait hata istatistiklerine Tablo 8’de yer verilmiştir.

Tablo 3.4. BTC ve ETH IBk Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%0,07	%0,07	%100
ETH	%0,07	%0,07	%100

Tablo 8’de sunulan verilere göre IBk algoritmasında, BTC için Kappa istatistiği %100’dür. Bu da modelin sınıflandırmalarının tutarlı ve rastgele tahminlerden tamamen uzak olduğunu göstermektedir. MAE ve RMSE değerlerinin her ikisi de %0,07 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, modelin tahmin hatalarının yok denecek kadar az olduğunu ve modelin yüksek doğruluk düzeyi ile çalıştığını göstermektedir. ETH için de benzer şekilde, IBk algoritmasının Kappa değeri %100’dür. Bu durum modelin tüm sınıflandırmaları doğru olarak gerçekleştirdiğini göstermektedir. MAE ve RMSE değerleri, BTC’de olduğu gibi ETH için de %0,07 olup modelin oldukça düşük hata oranlarıyla çalıştığını göstermektedir.

4.2. K-Star Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışma kapsamında, BTC ve ETH fiyatlarının tahmini amacıyla kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarından biri de K-Star’dır. Analizde kullanılan veri seti, 6 değişkenden oluşmakta ve 1431 günlük gözlemden elde edilen toplam 8586 veri noktasını içermektedir. Bu veri kümesinin %75’i modelin eğitimi, %25’i ise test için ayrılmıştır. K-Star algoritması, global blend parametresi 20 olarak belirlenmiş ve eksik veriler için “average column entropy curves” yöntemi tercih edilmiştir. Algoritmanın tahmin performansını değerlendirmek amacıyla oluşturulan karışıklık matrisi ile sınıf başarı oranı, doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru gibi performans ölçütlerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 3.5. BTC ve ETH K-Star Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	213	156	%57	%42	%58	%41	%48
	Artış	308	123	%28				
ETH	Azalış	270	78	%77	%84	%90	%100	%94
	Artış	30	318	%91				

Tabloda, BTC tahmin modelinde sınıf başarı oranı azalış sınıfında %57 ve artış sınıfında %28’dür. Bu durum, modelin azalış sınıfını artış sınıfına kıyasla daha iyi tanıyabildiğini göstermektedir. Modelin doğruluk oranı %42 ile düşük düzeyde kalması zayıf sınıflandırma performansına işaret etmektedir. Modelin kesinliği %58, duyarlılığı ise %41 olarak belirlenmiştir. Kesinlik oranı modelin yaptığı pozitif sınıf tahminlerinin

yaklaşık %58'inin doğru olduğunu göstermektedir. Duyarlılık ise gerçek pozitif örneklerin sadece %41'inin doğru tahmin edilebildiğini göstermektedir. %48 F-skoru ise pozitif sınıf tahmininde düşük bir başarı seviyesini temsil etmektedir.

ETH tahmin performansı K-Star algoritması açısından daha başarılıdır. Model, azalış sınıfı için %77 ve artış sınıfı için %91 oranında yüksek sınıf başarı oranına sahiptir. Modelin doğruluğu %84'dür. Bu oran literatürde yüksek doğruluk düzeyi olarak kabul edilen %57 eşiğinin üzerindedir. Kesinlik değeri %90 olarak belirlenmiş olup modelin düşük sayıda yanlış pozitif ile pozitif sınıfları tahmin etmede güvenilir olduğunu göstermektedir. Duyarlılığın %100 olması, modelin gerçek pozitif örnekleri eksiksiz şekilde sınıflandırdığını göstermektedir. F-skoru ise %94 olup modelin sınıflandırma başarısını güçlü bir şekilde yansıtmaktadır.

Sonuç olarak K-Star algoritması, ETH fiyat tahmininde yüksek BTC'de ise zayıf bir sınıflandırma performansı sergilemiştir. Bu fark, kripto varlık türlerine göre aynı algoritmanın sınıflandırma yeteneğinin değişebileceğini göstermektedir.

K-Star algoritmasının BTC ve ETH tahmin modelleri üzerindeki hata istatistikleri Tablo 10'da sunulmaktadır.

Tablo 3.6. BTC ve ETH K-Star Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%44	%44	%55
ETH	%38	%39	%69

Tablo 10'a göre BTC tahmin modelinin Kappa istatistiği %55'dir ve model orta derece bir uyuma sahiptir. BTC için MAE %44, RMSE ise %44 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin sıfıra yakın olması beklendiğinden (Chicco, Warrens ve Jurman, 2021; Yetiz, Terzioğlu ve Kayakuş, 2021) modelin tahminlerde yüksek oranda hata yaptığını ve özellikle büyük sapmalara duyarlı olan RMSE değerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

ETH için elde edilen hata oranları BTC'ye kıyasla daha düşüktür. ETH için MAE değeri %38, RMSE değeri ise %39'tür. Bu değerler, modelin ETH fiyat tahminlerinde nispeten daha az hata yaptığını, ancak yine de yüksek hata aralıklarında çalıştığını göstermektedir. Kappa istatistiği %69 ile BTC'ye kıyasla daha yüksek olup, sınıflandırma güvenilirliğinin yüksek uyum düzeyinde olduğunu göstermektedir. Bu oran, K-Star

algoritmasının ETH verisinde BTC'ye göre daha güçlü ve dengeli bir sınıflandırma başarısı ortaya koyduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, K-Star algoritması ETH fiyat tahminlerinde BTC'ye kıyasla daha düşük hata oranları ve daha yüksek sınıflandırma tutarlılığı sunmuştur. Ancak her iki varlık türü açısından hesaplanan yüksek hata düzeyleri, algoritmanın tahmin performansının sınırlı olduğuna işaret etmektedir.

4.3. Locally Weighted Learning Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan algoritmalarından biri olan LWL'de taban sınıflayıcı olarak DecisionStump algoritması kullanılmıştır. Komşuluk hesaplamalarında ise LinearNNSearch yöntemiyle birlikte Euclidean Distance metriği tercih edilmiştir. İlgili veri seti, 6 bağımsız değişkene ve 1431 günlük gözleme dayalı olarak oluşturulmuş, toplamda 8586 örneklem içermektedir. Bu örneklerin %75'i modelin eğitilmesinde, kalan %25'i ise test aşamasında değerlendirilmiştir. LWL algoritmasının sınıflandırma performansı, karışıklık matrisi ile birlikte doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F-skoru ve sınıf başarı oranı gibi temel performans ölçütleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Söz konusu algoritmaya ilişkin elde edilen bulgular Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 3.7. BTC ve ETH LWL Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	104	274	%27	%53	%27	%57	%36
	Artış	80	296	%21				
ETH	Azalış	136	212	%39	%53	%54	%100	%70
	Artış	115	233	%33				

Tablo 11'deki BTC tahmin modeli sonuçları incelendiğinde, azalış sınıfında %27 ve artış sınıfında %21 oranında sınıf başarı oranları elde edilmiştir. Bu düşük oranlar, modelin her iki sınıfı da tanımlamada yeterli başarı gösteremediğini ortaya koymaktadır. Modelin doğruluk oranı %53 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle LWL algoritmasına dayalı BTC tahmin modelinin, istatistiksel olarak zayıf bir sınıflandırma performansı gösterdiği ifade edilebilir. Kesinlik oranı %27 gibi oldukça düşük bir değerdedir. Bu durum, modelin pozitif sınıf tahminlerinde büyük ölçüde yanlış pozitifler ürettiğini ve güvenilirliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Duyarlılık değeri %57'dir. Bu da

modelin gerçek pozitifleri tespit etmede kısmen daha başarılı olduğunu ortaya koysa da %36 F-skoru nedeniyle genel pozitif sınıf tanıma performansının zayıf olduğunu göstermektedir.

Model, ETH tahmin performansı açısından değerlendirildiğinde ise LWL algoritması çok az bir farkla daha başarılı sonuçlar vermektedir. Azalış sınıfında %39, artış sınıfında ise %33 sınıf başarı oranı elde edilmiştir. Bu oranlar BTC modeline göre daha yüksektir. Yine de modelin yeterli başarı sağlayamadığı ifade edilebilir. Modelin doğruluk değeri %53 ile yine %57'lik sınırın altında kalması sayıf sınıflandırma performansını ifade etmektedir. %54 kesinlik ve %100 duyarlılık oranlarının BTC tahmin modeline göre yüksek olması ise modelin pozitif sınıfları daha doğru şekilde tahmin etme gücünün varlığını yansıtmaktadır. F-skoru ise %70 gibi kabul edilebilir bir düzeyde olup ETH tahmin modelinin daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, LWL algoritması BTC tahmin modelinde düşük performans sergilemektedir. Buna karşın, ETH tahmin modelinde dengeli kesinlik ve yüksek duyarlılık oranları sebebiyle daha iyi performans sonuçları elde edilmiştir.

LWL algoritmasının BTC ve ETH tahmin modellerine ilişkin hata istatistikleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 3.8. BTC ve ETH LWL Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%49	%49	%8
ETH	%49	%49	%7

BTC modeli için MAE %49, RMSE ise %49 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek değerler, modelin tahminlerinin yaklaşık olarak yarı yarıya saptığını ve tahmin performansının sınırlı olduğunu göstermektedir. BTC tahmin modeli için hesaplanan Kappa istatistiği %8'dir. Bu düşük oran, modelin sınıflandırma başarısının rastlantısal olduğu ve güvenilirlik açısından istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ispatlamaktadır.

ETH tahmin modelinde de yakın düzeyde hata istatistikleri elde edilmiştir. MAE %49 ve RMSE %49 olup bu oranlar BTC tahmin modeli sonuçlarına oldukça yakındır. Bu durum, LWL algoritmasının ETH fiyat tahminlerinde de yüksek hata ile çalıştığını ortaya koymaktadır. ETH için elde edilen Kappa istatistiği %7'dir. Bu oran, BTC'de olduğu gibi

modelin sınıflandırma gücünün rastlantısal ve güvenilirlik açısından istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, LWL algoritması hem BTC hem de ETH tahmin modelleri için istatistiksel olarak yetersiz sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

4.4. J48 Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışmada karar ağacı oluşturmak için kullanılan J48 algoritmasında, güven katsayısı değeri 0,25 ve minimum yaprak düğüm sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Modelin eğitildiği veri seti, 6 değişken ve 1431 güne ait gözlemlerden oluşmakta olup, toplamda 8586 veri noktasını içermektedir. Bu verilerin %75'i eğitim, %25'i ise test süreci için ayrılmıştır. J48 algoritmasının performansı; doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F-skoru ve sınıf başarı oranı gibi ölçütlerin yanı sıra karışıklık matrisi temel alınarak analiz edilmiş ve ilgili bulgular Tablo 13'de gösterilmiştir.

Tablo 3.9. BTC ve ETH J48 Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	348	0	%100	%100	%100	%100	%100
	Artış	0	348	%100				
ETH	Azalış	348	0	%100	%100	%100	%100	%100
	Artış	0	348	%100				

Tabloda sunulan verilere göre, J48 algoritması her iki kripto varlık için de tüm ölçütlerde %100 başarı oranına ulaşmıştır. Bu sonuçlar, modelin azalış ve artış sınıflarını tamamen doğru şekilde ayırt edebildiğini ve tüm tahminlerde kusursuz sınıflandırma gerçekleştirdiğini göstermektedir. BTC tahmin modeli için doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru değerlerinin tamamı %100'dür. Bu durum, modelin hem yanlış pozitif hem de yanlış negatif üretmeden tahmin yapabildiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, J48 algoritmasının BTC tahmininde tam anlamıyla hata içermeyen bir sınıflandırma yapısı sunduğunu göstermektedir.

ETH için de benzer şekilde, tüm performans ölçümleri sonuçlarında %100 başarı elde edilmiştir. Model, azalış ve artış sınıflarını birbirinden tamamen doğru biçimde ayırmıştır. Bu sonuçlar, modelin eğitim verisi üzerinde son derece etkili çalıştığını göstermektedir. Ancak, IBk algoritmasının ETH tahmin modelinde olduğu gibi aşırı

öğrenme riskinin varlığı göz ardı edilmemelidir. Modelin veriye aşırı uyum sağlamış olabileceğini ve farklı veri setleriyle benzer başarıyı sürdürmemesi riski de bu kapsamda değerlendirilmelidir.

J48 algoritmasının BTC ve ETH fiyat tahminlerine dair oluşturduğu modellerin hata değerleri Tablo 14’de yer almaktadır.

Tablo 3.10. BTC ve ETH J48 Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%0	%0	%100
ETH	%0	%0	%100

BTC için MAE ve RMSE değerleri %0 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, modelin tahminlerinde hiçbir sayısal sapma üretmediğini ve gerçek değerlerle tam uyum içinde çalıştığını ortaya koymaktadır. ETH için de aynı şekilde MAE ve RMSE değerlerinin %0 olması, algoritmanın hata içermeyen bir tahmin modeli kurduğunu göstermektedir. Kappa istatistiği hem BTC hem de ETH için %100’dür. Bu oran, algoritmanın sınıflandırma kararlarının rastlantısal olmadığına işaret etmektedir. Ancak bu kusursuz uyum karışıklık matrisinde açıklandığı gibi aşırı öğrenme riskinin varlığına da dikkat çekmektedir.

4.5. Lojistik Regresyon Algoritmasına Ait Bulgular

Kripto varlıkların fiyat hareketlerini tahmin etmeye yönelik kullanılan yöntemlerden biri olan LR algoritmasında ridge regularizasyonu $1.0E-8$ ve ondalık gösterimi dört basamaklı olarak yapılandırılmıştır. Veri seti, 6 değişkenden ve 1431 günlük gözlemden oluşmakta olup, toplamda 8586 veri noktası içermektedir. Gözlemlerin %75’i eğitim, %25’i ise test sürecine ayrılmıştır. Algoritma performansı, karışıklık matrisi ve çeşitli performans ölçütleri yardımıyla değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara Tablo 15’de yer verilmiştir.

Tablo 3.11. BTC ve ETH LR Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	122	257	%32	%51	%32	%52	%40
	Artış	111	268	%29				
ETH	Azalış	84	264	%24	%51	%53	%100	%69
	Artış	73	275	%20				

BTC tahmin modeli incelendiğinde, azalış sınıfında %32, artış sınıfında ise %29 oranında sınıf başarı oranı elde edildiği görülmektedir. Bu oranlar, modelin her iki sınıfta da düşük başarı düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Modelin doğruluk oranı %51 ile literatürde kabul edilen %57 eşik değerinin altında kalması istatistiksel olarak anlamlı bir sınıflandırma gücüne sahip olmadığını ispatlamaktadır. Kesinlik oranı %32 ile oldukça düşük düzeyde kalmıştır. Bu, modelin yanlış pozitif üretme eğiliminin yüksek olduğuna ve güvenilirliğinin düşük olduğuna göstermektedir. Buna karşın duyarlılık oranı %52 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle model, gerçek pozitif örneklerin yaklaşık yarısını doğru şekilde sınıflandırmıştır. F-skoru değerinin %40 olması modelin pozitif sınıfları tanımlamada zorlandığını ortaya koymaktadır.

ETH tahmin modeline bakıldığında, azalış sınıfı için %24 ve artış sınıfı için %20 oranında sınıf başarı elde edilmiştir. Doğruluk oranı %51 ile BTC modeline benzer şekilde %57 sınırının altında kalmaktadır. Bu oranlar, LR algoritmasının ETH modeli tahmin performansının zayıf olduğunu göstermektedir. Ancak duyarlılık oranının %100 olması dikkat çekici bir sonuçtur. Bu oran, modelin pozitif sınıfa ait tüm gerçek örnekleri doğru şekilde sınıflandırabildiğini göstermektedir. Ancak kesinlik değeri %53 ile sınırlı kalmıştır, bu da modelin yanlış pozitif tahmininde çok sayıda hata yaptığı anlamına gelir. F-skoru ise %69 olup pozitif sınıf tahmininde mükemmel olmasa da yüksek düzeyde bir başarıya işaret etmektedir.

Sonuç olarak, LR algoritması hem BTC hem de ETH tahmin modellerinde doğruluk oranları değerlendirildiğinde yetersiz kalmıştır. BTC için pozitif sınıf duyarlılığı sınırlı düzeydeyken, ETH’de %100 duyarlılık elde edilmesi dikkat çekicidir. Bununla birlikte, her iki modelde de düşük kesinlik oranları, pozitif sınıf tahminlerinde hata oranlarının yüksek olduğunu göstermektedir.

BTC ve ETH tahminlerine yönelik LR algoritmasıyla elde edilen hata istatistikleri, Tablo 16’da özetlenmiştir.

Tablo 3.12. BTC ve ETH LR Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%49	%49	%3
ETH	%49	%49	%4

LR algoritmasının BTC tahmin modeli için MAE %49 ve RMSE %49 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar, modelin yaptığı tahminlerin neredeyse yarısının önemli sapmalar içerdiğini ve tahmin performansının son derece zayıf olduğunu ortaya koymaktadır. BTC modeli için elde edilen %3'lük Kappa istatistiği, modelin sınıflandırma kararlarının rastgele tahminler içerdiğini ve istatistiksel olarak anlamlı bir sınıflandırma yeteneğine sahip olmadığını göstermektedir.

ETH modeli için de benzer sonuçlar söz konusudur. MAE %49 ve RMSE %49 ile yine çok yüksek hata oranlarına işaret etmektedir. Bu oranlar, modelin ETH fiyatları üzerinde de tahmin kabiliyetinin düşük olduğunu göstermektedir. Kappa istatistiği ETH için %4 olup, modelin sınıflandırma kararlarının rastlantısal olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, LR algoritmasının BTC ve ETH tahmin modelleri açısından yüksek hata oranlarına ve düşük sınıflandırma güvenilirliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

BTC ve ETH'ye yönelik oluşturulan LR modellerinde yer alan bağımsız değişkenlerin katsayı değerleri Tablo 17'de gösterilmektedir.

Tablo 3.13. BTC ve ETH LR Değişken Katsayıları

		Katsayı	Odds Oranı
BTC	S&P 500	-0,0001	0,9999
	KOSPI	0,0002	1,0002
	XAU	-0,0003	0,9997
	XAG	0,0252	1,0255
	Sabit Terim	-0,1189	-
ETH	S&P 500	-0,0001	0,9999
	KOSPI	0,0001	1,0001
	XAU	-0,0001	0,9999
	XAG	0,0237	1,024
	Sabit Terim	-0,3823	-

LR modelinde elde edilen katsayı, ilgili değişkenin hedef sınıfa ait olma olasılığının ne ölçüde etkilendiğini açıklar. Katsayının pozitif olması durumunda artan değerler, sonucu daha tahmin edilebilir kılar. Negatif katsayılar ise bu olasılığı azaltır (Morgan ve diğerleri, 2003; Hosmer ve Lemeshow, 2000). BTC modelinde, S&P 500 ve XAU değişkenlerinin katsayıları negatif olup sırasıyla -0,0001 ve -0,0003'tür. Bu durum, bu değişkenlerdeki %1'lik bir artışın, BTC fiyatını sırasıyla %0,01 ve %0,03 oranında

azalttığını göstermektedir. Literatürde odds oranı sıfıra yakınsa negatif yönlü güçlü etkiliyi, bire yakınsa istatistiksel olarak anlamsız veya çok zayıf etkiyi, bire eşitse anlamsız ve birden ne kadar yüksek ise pozitif yönlü olup güçlenen bir etkiyi ifade etmektedir (Szumilas, 2010; Grimes ve Schulz, 2008). Odds oranlarının 0,9999 ve 0,9997 gibi 1'e çok yakın değerlerde olması, bu etkilerin istatistiksel olarak çok zayıf düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, KOSPI endeksi 0,0002 değerinde pozitif katsayıya sahiptir ve odds oranı 1,0002'dir. Bu durum, KOSPI endeksinde yaşanan %1'lik bir artışın, BTC fiyatını yaklaşık %0,02 oranında artırdığını göstermektedir. XAG değişkeninin pozitif katsayısı 0,0252 ve odds oranı 1,0255'tir. Bu değerler, XAG'deki %1'lik bir artışın, BTC fiyatını %2,55 oranında artırdığını göstermektedir. Sabit terim, bağımsız değişkenlerin tamamı sıfır olduğunda, olayın gerçekleşme olasılığına ilişkin log-odds değerini gösterir. Bu terim, modelin temel eğilimini yansıtır (Choueiry, 2025; Nahhas, 2025). Sabit terimin -0,1189 olması modele dahil olmayan etkilerin BTC fiyatının azalış yönlü sınıflandırılmasına daha yatkın olduğunu göstermektedir.

ETH modeli incelendiğinde, S&P 500, KOSPI ve XAU değişkenlerinin katsayıları negatif olup BTC modeliyle benzerlik göstermektedir. Ancak bu değişkenlerin etkisi çok sınırlıdır; katsayılar S&P 500, XAU için -0,0001, KOSPI için 0,0001 seviyesindedir ve odds oranları 0,9999 – 1,0001 aralığındadır. Bu bulgular, söz konusu finansal göstergelerin ETH modelinin sınıflandırılmasında zayıf olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, XAG değişkeni, ETH modelinde de 0,0237 değerinde pozitif bir katsayıya sahiptir ve odds oranı 1,024'tür. Bu durum, XAG'de yaşanan %1'lik bir artışın, ETH fiyatında yaklaşık %2,4 oranında bir artışa neden olduğunu göstermektedir. Sabit terimin -0,3823 olması, ETH için de benzer şekilde modelin temel eğiliminin azalış yönlü olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, her iki modelde de XAG değişkeni diğer değişkenler baz alındığında pozitif yönlü en belirgin etkiyi göstermektedir. Diğer değişkenler ise zayıf etkilerle sınıflandırma kararlarını çok sınırlı biçimde etkilemektedir. Bu sonuçlar, kripto varlık fiyatlarının geleneksel finansal göstergelerle sınırlı ölçüde ilişki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

4.6. Destek Vektör Makineleri Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışma kapsamında, kripto varlıkların fiyatlarını tahmin etmeye yönelik olarak Destek Vektör Makineleri'nin Weka uygulamasındaki karşılığı olan SMO (Sequential Minimal Optimization) algoritması kullanılmıştır. Modelde, C parametresi 1.0 olacak şekilde yapılandırılmış ve veri seti eğitilmeden önce normalize edilmiştir. Ayrıca LR temelli kalibrasyon ve 1. dereceye ayarlanmış PolyKernel (polinom çekirdek fonksiyonu) seçilmiştir. Bununla birlikte tolerans değeri 0,001 ve hata marjı 1.0E-12 olarak belirlenmiştir. Veri seti, 6 bağımsız değişkene ve 1431 günlük gözleme dayanmakta olup toplam 8586 veri noktasından oluşmaktadır. Bu verilerin %75'i eğitim, %25'i ise test sürecinde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda SMO algoritmasının sınıflandırma performansını yansıtmak için karışıklık matrisi ve doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F-skoru ve sınıf başarı oranı ölçütlerini içeren performans tablosu hazırlanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 3.14. BTC ve ETH SMO Tahmin Modeli Performans Ölçütleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	166	210	%44	%51	%44	%51	%47
	Artış	159	218	%42				
ETH	Azalış	89	259	%25	%50	%50	%100	%66
	Artış	89	259	%25				

Tablodaki veriler BTC modeli açısından değerlendirildiğinde, azalış sınıfında sınıflama başarı oranı %44 ve artış sınıfında %42'dir. Bu oranlar, modelin her iki sınıfı tanımlamada yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. %57 eşikinin altında kalan doğruluk oranı, %51 olarak hesaplanmıştır. Bu oran da modelin sınıflandırma başarısının zayıf düzeyde olduğunu göstermektedir. BTC için hesaplanan %44 kesinlik değeri, pozitif sınıf olarak tahmin edilen örneklerin yalnızca %44'ünün gerçekten artış sınıfına ait olduğunu gösterirken %51 duyarlılık değeri ise modelin tüm pozitif (gerçek artış) örneklerin sadece %51'ini başarıyla tespit edebildiğini ifade etmektedir. %47 F-skoru ise modelin pozitif sınıf tanımlamasında yetersiz kaldığını göstermektedir.

ETH tahmin modeli sonuçları incelendiğinde, azalış ve artış sınıflarındaki başarı oranları eşit olarak %25'dir. Bu oranlar, modelin sınıf ayrımı yapmakta oldukça

zorlandığını ve sınıflandırma kararlarının dengeli fakat düşük başarı ile alındığını göstermektedir. Modelin doğruluk oranı %50 olup, bu oran da kabul edilebilir eşik olan %57'nin altında kalmaktadır. Modelin kesinlik değeri %50, duyarlılık değeri ise %100 olarak belirlenmiştir. %100'lük duyarlılık, modelin tüm pozitif sınıfları doğru şekilde tanımladığını göstermektedir. Ancak kesinliğin %50 olması, pozitif sınıfa ait olmayan örneklerin yarısının da yanlış şekilde bu sınıfa atanması anlamına gelmektedir. Bu nedenle model, yanlış pozitif tahminler açısından zayıf bir performansa sahiptir. F-skoru %66 olarak hesaplanmış olup, bu durum BTC tahmin modeli ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir başarıyı işaret etmektedir.

Sonuç olarak, SMO algoritmasının hem BTC hem de ETH fiyat hareketlerini sınıflandırmada yüksek bir başarı sağlayamadığı belirlenmiştir. ETH tahmin modelinden elde edilen duyarlılık ve F-skoru, göreceli olarak BTC tahmin modeli sonuçlarından daha iyi olsa da artış ve azalış sınıflarındaki %25'lik oranlar model performansının yetersizliğini göstermektedir.

SMO algoritması kullanılarak oluşturulan BTC ve ETH tahmin modellerine ilişkin hata performansına dair veriler Tablo 19'da yer almaktadır.

Tablo 3.15. BTC ve ETH SMO Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%48	%69	%2
ETH	%48	%69	%1

BTC modelinde MAE değeri %48 ve RMSE değeri %69 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, model tahminlerinde ortalama hataların çok olduğunu ve hedef sınıflardan büyük sapmalar içerdiğini göstermektedir. BTC modeli için hesaplanan Kappa istatistiği ise yalnızca %2 düzeyindedir. Bu değer, modelin sınıflandırma performansının neredeyse rastgele tahmin düzeyine yakın olduğunu ve sınıf tahminlerinin gerçek değerlerle anlamlı bir tutarlılık içinde olmadığını ispatlamaktadır.

ETH modeli de benzer şekilde yüksek hata oranları sunmaktadır. MAE %48, RMSE ise %69 olarak belirlenmiştir. Bu durum, modelin ETH sınıflarını doğru bir şekilde ayırt etme gücünün düşük olduğunu ortaya koymaktadır. ETH modeli için Kappa istatistiği %1 olup, bu değer de BTC modeline benzer şekilde, modelin

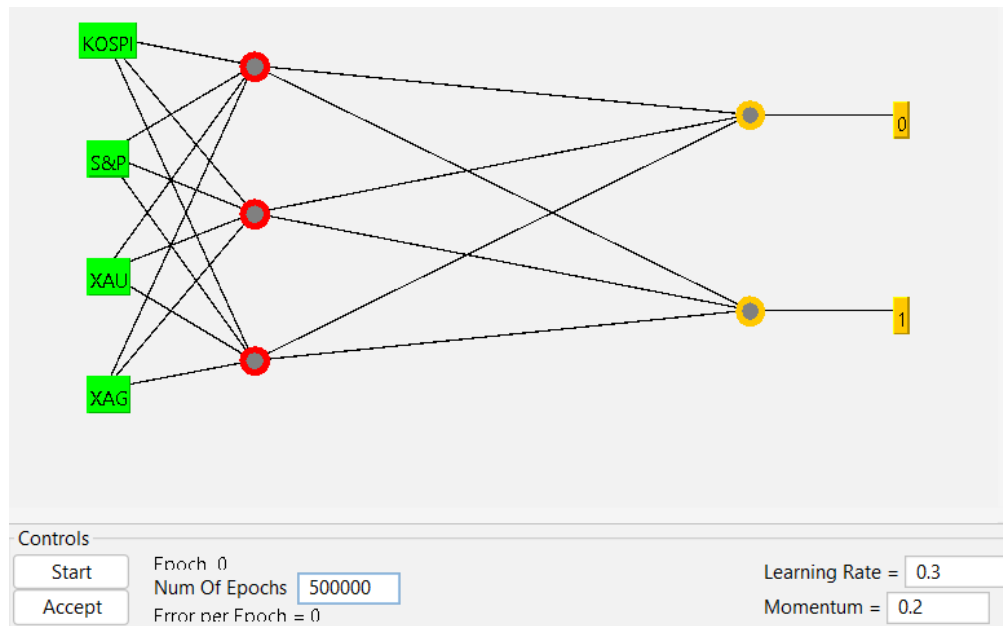
sınıflandırmalarında tutarsızlık olduğunu ve öngörülerin büyük ölçüde rastlantısal olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, her iki kripto varlık açısından SMO algoritmasının hata değerleri incelendiğinde, modelin tahmin performansının oldukça zayıf olduğu, yüksek hata oranları ve düşük Kappa istatistikleri ile desteklenmektedir.

4.7. Yapay Sinir Ağları Algoritmasına Ait Bulgular

Çalışmada, BTC ve ETH fiyatlarının tahmini amacıyla YSA algoritması kullanılmıştır. Model olarak, tek gizli katmandan oluşan bir Multilayer Perceptron (MLP) yapısı tercih edilmiştir. MLP’de, öğrenme oranı 0,3 ve momentum katsayısı 0,2 ve eğitim tekrar sayısı 500.000 olarak belirlenmiştir. Girdi verileri modelden önce normalize edilmiş ve nominal değişkenler binary (ikili) biçime dönüştürülmüştür. Toplamda 6 bağımsız değişkene ve 1431 günlük gözleme dayalı veri seti, 8586 örnekten oluşmakta olup, bu verilerin %75’i eğitim, %25’i test sürecinde kullanılmıştır. Kurulan YSA modelinin yapısı ve öğrenme süreci Şekil 7’de görselleştirilmiştir. Bu bağlamda, finansal değişkenlerin günlük kapanış fiyatlarına ilişkin tahmin performansı YSA ile analiz edilmiştir.

Kurulan YSA modelinin yapısal bileşenleri ve genel işleyişi Şekil 7’de görselleştirilmiştir.



Şekil 3.3. YSA Modelinin Yapısal Bileşenleri ve Genel İşleyişi

Şekil 7’de 0 azalışları 1 ise artışları göstermekte olup görseldeki yapı hem Bitcion hem de ETH için çalıştırılmıştır. Modellerin tahmin performansına ilişkin sonuçlar ise Tablo 20’de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 3.16. BTC ve ETH YSA Tahmin Modeli Performans Ölçümleri

	Karışıklık Matrisi			Performans Ölçütleri				
		Azalış	Artış	Sın. Baş. Ora.	Doğ.	Kes.	Duy.	F-Skoru
BTC	Azalış	675	41	%94	%51	%56	%52	%41
	Artış	646	69	%90				
ETH	Azalış	18	330	%5	%52	%86	%5	%9
	Artış	3	345	%99				

Tablo 20’deki karışıklık matrisine göre, BTC azalış sınıfındaki sınıflama başarı oranı %94 gibi oldukça yüksek bir değerdir; bu da modelin azalış sınıfını tanımada çok başarılı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte artış sınıfında başarı oranı %90 olup yine yüksek seviyededir. BTC için modelin doğruluk oranı %51 olarak hesaplanmış ve %57’lik kabul edilebilir eşiğin altında kalmıştır. Bu durum, YSA algoritmasına dayalı BTC modelinin, tahmin hatalarının yüksek olduğunu ve istatistiksel olarak zayıf bir sınıflandırma performansı gösterdiği ifade edilebilir. Modelin kesinlik değeri %56 ve duyarlılık değeri %52 olarak belirlenmiştir. Bu iki metrik birlikte değerlendirildiğinde, modelin pozitif sınıf tahminlerinde yanlış pozitif üretme ve gerçek pozitif örnekleri kaçırma riskini taşıdığı anlaşılmaktadır. Ayrıca F-skorunun %41 gibi düşük bir değerde kalması da modelin genel sınıflandırma başarısının zayıf olduğunu ortaya koymaktadır.

ETH modeli için karışıklık matrisi incelendiğinde, azalış sınıfındaki sınıflama başarı oranı yalnızca %5 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, modelin azalış sınıfındaki örnekleri doğru tahmin etmede yetersiz kaldığını göstermektedir. Buna karşılık, artış sınıfındaki başarı oranı %99 gibi çok yüksek bir seviyededir. Bu bulgular, modelin artış sınıfına yönelik yüksek duyarlılık sergilediğini, buna karşın azalış sınıfına ait örnekleri ayırt etme konusunda önemli ölçüde başarısız olduğunu göstermektedir. ETH için modelin doğruluk oranı %52 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, BTC tahmin sonuçlarına benzer şekilde düşük düzeyde kalmış ve sınıflandırma başarısının sınırlı olduğunu ortaya koymuştur.

Modelin kesinlik değeri %86 gibi yüksek bir düzeye ulaşırken, duyarlılık yalnızca %5 olarak hesaplanmıştır. Bu dikkat çekici fark, modelin tahmin ettiği pozitif sınıfların büyük bölümünün doğru olduğunu ancak çok fazla pozitif örneği kaçırarak pozitif sınıfı tanımakta başarısız olduğunu göstermektedir. Yani model çok az pozitif tahminde bulunmuş ama bu tahminlerin çoğu doğru çıkmıştır. Bu bulgular, %9 gibi çok düşük bir seviyede olan F-skoru ile de desteklenmiştir.

Sonuç olarak, YSA algoritması her iki modelde de sınıf dengesizliklerinden kaynaklı ciddi performans sorunları yaşamaktadır. BTC modeli sınıflar arası daha dengeli bir başarı sunmasına karşın genel başarı oranı düşüktür. ETH modeli ise sadece artış sınıfında başarı sağlasa da diğer oranlar incelendiğinde genel tahmin performansı başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bu bulgular, YSA'nın güvenilir sınıflandırma sonuçları vermekte zorlandığını göstermektedir.

BTC ve ETH'nin günlük kapanış fiyatlarını tahmin etmek amacıyla kurulan YSA modellerinin hata performansına ilişkin bulgular Tablo 21'de özetlenmiştir.

Tablo 3.17. BTC ve ETH YSA Tahmin Modeli Hata İstatistikleri

	MAE	RMSE	Kappa St.
BTC	%49	%49	%3
ETH	%48	%69	%4

Tabloda görüldüğü üzere BTC modeli için MAE değeri %49 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, modelin tahminlerinde hedef sınıftan %49 oranında sapma olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, RMSE değeri %49'dur. RMSE değeri modelin tahminlerinde yaklaşık olarak yarı yarıya büyük hatalar yaptığını ve güvenilirliğinin sınırlı olduğunu göstermektedir. BTC modelinin Kappa istatistiği yalnızca %3 düzeyindedir. Bu düşük oran, modelin yaptığı sınıflandırmaların büyük ölçüde rastgele olduğuna işaret etmektedir.

ETH modeli açısından değerlendirildiğinde, MAE değeri %48 olup BTC modeline göre aralarında çok küçük bir fark vardır. RMSE değeri ise %69 olarak belirlenmiş ve BTC'ye kıyasla daha yüksek bir hata içermektedir. Kappa istatistiği %4 ile BTC modelinden biraz daha yüksektir. Ancak bu oran yide de oldukça düşüktür ve modelin sınıflandırma tutarlılığının zayıf olduğuna işaret etmektedir.

Sonuç olarak, her iki modelde de MAE ve RMSE değerlerinin yüksek olması, YSA algoritmasının tahminlerinde yüksek hata oranlarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bunu destekler şekilde Kappa değerlerinin hem BTC hem de ETH için çok düşük olması, modellerin sınıflandırma doğruluğunun rastgele olduğunu ve model güvenilirliğinin sorgulanabilir olduğunu göstermektedir.



SONUÇ

Kripto varlıkların küresel ölçekte artan önemi, bu varlıklar üzerine yapılan araştırmaların da çeşitlenmesine ve derinleşmesine neden olmuştur. Küresel ekonomik krizler, geleneksel finansal sistemlerin yeni taleplere cevap verememesi ve dijital teknolojilerin hızlı gelişimi gibi birçok etken kripto varlıkların doğuşunda ve gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Satoshi Nakamoto tarafından 2009 yılında Bitcoin (BTC) piyasaya sürüldüğünden bu yana kripto varlıklar, küresel finans sisteminde daha da önemli hale gelmiştir. Bu başarıda ayrıca, getirdikleri finansal yenilikler, trilyon dolarlara ulaşan toplam piyasa değerleri ve oynaklık kaynaklı cazip kar beklentileri gibi faktörler de etkili olmuştur. Bu nedenle; siyasal otoriteler, yatırımcılar ve akademisyenler için kripto varlıkların gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek önemli hale gelmiştir (Doniyorov ve Eshonkulov, 2025: 1859; İslam ve diğerleri, 2025: 2498; Ma ve diğerleri, 2020: 1277).

Literatürde, kripto varlıkların fiyatlarının yönünün geleneksel finansal enstrümanlar aracılığıyla tahmin edilmesine ilişkin çalışmalar artmaktadır. Ancak, kapsam ve yöntem açısından halen sınırlıdır. Çoğu araştırma, dar veri setlerine dayalı olup makine öğrenmesi algoritmalarının karşılaştırmalı analizine yeterince yer vermemiştir. Bu çalışma, kripto varlıkların hisse senedi endeksleri ve emtia fiyatlarıyla ilişkisini geniş zaman aralığında analiz ederek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca, kullanılan çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde modern analiz tekniklerinin kripto piyasalarına uygulanabilirliği test edilmekte ve karar vericilere yol gösterici öngörüler sağlanmaktadır.

Bu çerçevede çalışmanın temel amacı, kripto varlık fiyatları üzerinde hisse senedi piyasa endeksleri ve emtia fiyatlarının etkisini makine öğrenmesi modelleri ile analiz etmektir. Bu kapsamda, geleneksel finansal göstergelerin kripto varlık piyasası üzerindeki etkisini belirlemek hedeflenmektedir. Çalışmanın bir diğer amacı ise, seçili makine öğrenmesi algoritmalarının kripto varlık fiyatlarının tahmin performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Çalışma kapsamında, kripto varlık piyasalarında en yüksek işlem hacmine sahip iki kripto varlık birimi olan BTC ve ETH fiyatları, S&P 500 ve KOSPI endeksleri ile

XAU ve XAG fiyatları değişkenler olarak belirlenmiştir. Sonrasında kripto varlık fiyatları üzerinde emtia fiyatları ile borsa endekslerinin etkileri, seçili makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla incelenmiştir. Tahmin modellerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla; IBk, K-Star, LWL, J48, LR, SMO ve YSA algoritmaları kullanılmıştır. Analiz süreci, BTC ve ETH fiyatlarının emtia fiyatları ve borsa endeksleri ile tahmin edilmesiyle birlikte, algoritmalar arasında performans farklarının olup olmadığını da ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgular, hipotezlerin doğruluğunun önemli ölçüde karşılandığını göstermektedir.

Çalışmanın ilk hipotezi (H_1) kapsamında, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak geleneksel finansal göstergeler yardımıyla kripto varlıkların fiyat yönünün başarılı bir şekilde tahmin edilip edilemeyeceği incelenmiştir. Bu hipotez doğrultusunda oluşturulan alt hipotezlerden $H_{1.1.}$, makine öğrenmesi algoritmalarıyla geleneksel finansal göstergeler kullanılarak BTC fiyat yönünün başarıyla tahmin edilip edilemeyeceğini test etmek amacıyla geliştirilmiştir. Sonuçlara göre, BTC fiyat hareketlerinin tahmini amacıyla kullanılan algoritmalar arasında J48, tüm metriklerde %100 başarı sağlayarak çok yüksek bir performans göstermiştir. Diğer yandan, IBk algoritması %60 doğruluk ve %67 F-skoru ile orta düzeyde bir başarı elde etmiştir. Bu performans, literatürde kabul edilebilir sınıflandırma başarımları kapsamında değerlendirilebilir (Phua, Zhu ve Koh, 2003; Ayyildiz ve Iskenderoglu, 2024; Kumar ve Thenmozhi, 2006; Zhong ve Hitchcock, 2021; Lukas ve Seidens, 2019). Fakat sınıf başarı oranlarında artış ve azalış sınıflarında yüksek farklılık gözlemlenmiştir. K-Star, LWL, LR ve SMO algoritmaları ise çok düşük metrik değerleriyle, modelin genellenebilirliğini sınırlayan başarımlar düzeyinde kalmışlardır. YSA algoritması ise BTC için sınırlı bir tahmin gücü sunmuştur.

H_1 hipotezinin diğer alt hipotezi olan $H_{1.2.}$, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak geleneksel finansal göstergeler yardımıyla ETH fiyat yönünün başarılı bir şekilde tahmin edilip edilemeyeceğini test etmek için geliştirilmiştir. ETH fiyat tahmininde IBk ve J48 algoritmalarının tüm sınıflarda %100 doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F-skoru performansına sahip olmaları oldukça dikkat çekici bir tahmin performansı başarısıdır. Ayrıca K-star algoritması da ETH fiyat tahmininde tüm ölçütlerde yüksek sınıflandırma başarısı elde etmiştir. Ancak LWL, LR, SMO ve YSA

algoritmaları yüksek hata oranları, düşük doğruluk ve performans değerleri göstermişlerdir.

Hipotezler birlikte değerlendirildiğinde, BTC modeli fiyat yönü tahmininde IBk ve J48 yüksek başarı sunarken, ETH modelinde J48 ve IBk'nın yanında K-Star algoritması da bu başarıyı sağlamıştır. Özellikle J48 algoritmasının bu iki kripto varlık için en uygun model olduğu açıkça görülse de kusursuz başarısı aşırı öğrenme (overfitting) riskine dikkat çekmektedir. Model eğitim verisine aşırı uyum sağlamış olabilir ve finansal piyasalardan elde edilen başka veri setlerinde bu başarıyı gösteremeyebilir. Sonuçlar, BTC'ye göre ETH'nin bazı algoritmalar için daha öngörülebilir bir yapıya sahip olabileceğini göstermektedir. Ancak sadece J48 algoritmasının aşırı öğrenme ihtimali çerçevesinde gösterdiği kusursuz performans nedeniyle H₁ hipotezi ve alt hipotezleri (H_{1.1}. ve H_{1.2}.) kısmen desteklenmektedir. Bu durum kripto varlıkların geleneksel piyasa dinamiklerinden tamamen bağımsız olmadığını fakat değişkenlerin etkilerinin farklı veri setleriyle test edilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

H₂ hipotezi ise seçili geleneksel finansal göstergelerin kripto varlıkların fiyat yönü üzerinde anlamlı etkilerinin olup olmadığını bulmak için kurulmuştur. Bu hipotez doğrultusunda oluşturulan alt hipotezlerden H_{2.1}., seçili geleneksel finansal göstergelerin BTC fiyat yönü üzerinde anlamlı etkilerinin bulunup bulunmadığını test etmek amacıyla geliştirilmiştir. BTC için geliştirilen LR modelinde S&P 500 ve XAU negatif katsayılarla sahiptir. Bu sonuç, her iki göstergedeki artışların, Bitcoin'in değer kazanma ihtimalini düşürdüğünü göstermektedir. Ancak bu değişkenlerin odds oranları sırasıyla 0,9999 ve 0,9997 gibi 1'e çok yakın değerlere sahip olduklarından istatistiksel olarak anlamlı bir etki değildirler. KOSPI göstergesinin katsayısı 0,0002 olup pozitif yönlüdür. Ancak bu değişkenin odds oranı 1,0002 seviyesinde olduğu için, model üzerinde oldukça zayıf bir etki ortaya koymaktadır. BTC fiyat yönü üzerinde anlamlı etkisi olan tek değişken XAG olmuştur. Bu değişkenin katsayısı 0,0252 olup, odds oranı 1,0255'tir. Bu sonuç, XAG fiyatındaki %1'lik bir artışın, BTC fiyatını yaklaşık %2,55 oranında artırdığını göstermektedir. Ancak modelin genel hata oranları incelendiğinde, MAE %49, RMSE %49 ve Kappa istatistiği %3 seviyesindedir. Bu değerler, modelin tahmin başarısının oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, BTC fiyat yönünü etkileyen

geleneksel göstergeler arasında yalnızca XAG anlamlı bir etkiye sahiptir ve bu nedenle H_{2.1}. hipotezi kısmen desteklenmektedir.

H_{2.2}. hipotezi ise seçili geleneksel finansal göstergelerin ETH fiyat yönü üzerinde anlamlı etkilerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi için kurulmuştur. ETH için oluşturulan LR modelinde S&P 500 ve XAU değişkenleri negatif katsayıya sahiptir ve tıpkı BTC modelinde olduğu gibi etkileri oldukça zayıftır. Bu değişkenlerin odds oranları 0,9999 olup 1'e son derece yakın değerlere sahiptir. Bu nedenle, ETH fiyat yönü üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilememektedir. KOSPI değişkeni ise pozitif yönlü çok düşük bir etkiye sahiptir. Odds oranı 1,0001 olduğundan, model açısından istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Diğer yandan, XAG göstergesi ETH modeli için de pozitif yönlü bir katsayıya sahiptir ve bu katsayının değeri 0,0237 olup, ilgili değişkenin odds oranı ise 1,024'tür. Bu da XAG fiyatındaki %1'lik bir artışın, ETH fiyatını %2,4 oranında artırdığını göstermektedir. Modelin hata oranları oldukça yüksektir. MAE %49, RMSE %49 ve Kappa istatistiği yalnızca %4 düzeyindedir. Sonuçlar, sınıflandırma doğruluğunun düşük olduğunu ve modelin genel başarı düzeyinin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Ancak XAG değişkeninin anlamlı etkisi nedeniyle H_{2.2}. hipotezi de kısmen desteklenmiştir. Sonuç olarak H₂ hipotezi ve alt hipotezleri kısmen desteklenmiş olup, BTC ve ETH modellerinde XAG değişkeni diğer değişkenler baz alındığında pozitif yönlü en belirgin etkiyi göstermektedir. Ancak bu etkiler genel olarak zayıf ve kısıtlıdır. Diğer değişkenler ise anlamlı bir etkiye sahip değildirler. Bu sonuçlar, geleneksel finansal göstergelerin kripto varlık fiyatlarının yönü üzerinde anlamlı bir etkisi olsa da bu etkinin çok zayıf ve sınırlı ölçüde olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmanın son hipotezi olan H₃ hipotezi, çeşitli öğrenme algoritmaları arasında tahmin performansı bakımından anlamlı bir fark bulunup bulunmadığını incelemek için geliştirilmiştir. Hipotez kapsamında, çalışmada kullanılan yedi farklı makine öğrenmesi algoritmasının (IBk, K-Star, LWL, J48, LR, SMO ve Yapay Sinir Ağları) BTC ve ETH fiyat yönü üzerindeki tahmin performansları, performans ölçütleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, algoritmalar arasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F-skoru gibi sınıflandırma ölçütleri ve MAE, RMSE ve Kappa gibi hata ve güvenilirlik göstergeleri açısından anlamlı farklar gözlemlenmiştir. J48 algoritması, her

iki kripto varlık için de tüm metriklerde %100 başarı göstererek en yüksek performansı sergilemiştir. Ancak bu durum, modelin aşırı öğrenme riskini beraberinde getirmiştir. IBk algoritması da ETH modelinde benzer şekilde %100'lük performans sunarken, BTC modelinde sınıf başarı oranları incelendiğinde, artış sınıfında %100 ve azalış sınıfında %33 başarı elde etmesi nedeniyle dengesiz bir performans sunmuştur. K-Star algoritması ETH modelinde yüksek tahmin başarısı sergilese de BTC üzerinde bu başarıyı sağlayamamıştır. Diğer yandan LWL, SMO, YSA ve LR algoritmalarının genel doğruluk oranları %50 ile %53 arasında kalmış ve F-skorları ile Kappa istatistikleri de çok düşük düzeyde seyretmiştir. Özellikle YSA algoritmasında modeller arasında BTC modelinde nispeten yüksek duyarlılık sağlanırken ETH modelinde düşük duyarlılık nedeniyle başarısızlık gözlenmiştir. Bu bulgular, parametre seçimleri ve veri seti seçimlerinin kullanılan algoritmaların sınıflandırma başarısını etkilediğini göstermektedir. Sonuç olarak, elde edilen performans farklılıkları, tahmin amaçlı kullanılan öğrenme algoritmaları arasında anlamlı ve istatistiksel olarak dikkate değer farklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, H₃ hipotezinin desteklendiğini fakat performans farklılıklarının nedenlerinin daha detaylı araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Araştırmanın hipotezleri bütüncül olarak değerlendirildiğinde, kripto varlık tahmin modellerinin başarımının hem kullanılan algoritmaya hem de tahmin edilmek istenen kripto varlık türüne göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu farklılaşma, tahmin sistemlerinin her bir kripto varlığın yapısal özellikleri ve piyasa dinamikleriyle ne derece örtüştüğü ile ilişkilidir. Bu doğrultuda, çalışmada test edilen tüm hipotezlerin desteklenme düzeylerini ve bu hipotezlere ilişkin açıklamaları özetleyen bilgiler aşağıda sunulan Tablo 22'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Hipotez Destek Tablosu

Hipotez	Destek Durumu	Açıklama
H₁, H_{1.1}, H_{1.2}	Kısmen Desteklenmektedir.	BTC fiyat yönü tahmininde IBk ve J48, ETH fiyat yönü tahmininde IBk, J48 ve K-Star algoritmaları başarı sağlamıştır. Ancak J48 algoritmasında aşırı öğrenme riski mevcuttur. Diğer algoritmalarda ise genel başarı düşüktür.
H₂, H_{2.1}, H_{2.2}	Kısmen Desteklenmektedir.	BTC ve ETH fiyat yönü tahmininde XAG değişkeninin pozitif yönlü etkisi diğer değişkenlere kıyasla daha anlamlı ve belirgindir. Ancak bu etki zayıf ve kısıtlıdır. Diğer değişkenler ise sınıflandırma kararlarını etkilemede anlamlı bir etkiye sahip değildirler.
H₃	Desteklenmektedir.	J48 algoritması her iki model içinde aşırı öğrenme riski altında tam performans göstermiştir. Benzer şekilde IBk algoritması ETH modelinde tam, BTC modelinde ise sınıflar arasında dengesiz bir performans göstermiştir. K-Star algoritması ETH modeli tahmininde yüksek BTC model tahmininde düşük başarı sağlamıştır. YSA BTC modelinde nispeten yüksek ETH modelinde düşük performans göstermiştir. Diğer algoritmalar ise başarısız tahmin performansları sergilemişlerdir.

Tablo 22'deki çalışmanın hipotezlerini destekler nitelikteki bulgular, makine öğrenmesi yöntemlerini kullanan literatürdeki bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak, bu alanda literatürde yer alan örnek sayısı sınırlı olup, benzer yöntemlerle elde edilmiş bulgulara dair çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Örneğin, Arslan ve diğerleri (2022) Bitcoin kapanış fiyatlarını J48 algoritması ile başarılı bir şekilde tahmin etmişlerdir. Kristian, Adzikri ve Rizkinia (2021) KNN algoritmasını kullanarak çeşitli borsa endeksleri ve emtiaları ile ETH fiyatını başarılı bir şekilde tahmin etmişlerdir. De ve Karmakar (2021) Bitcoin fiyat tahmini için çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmış olup KNN algoritması ile başarılı sonuçlar elde etmiştir. Benzer bir şekilde Ampountolas (2023) makine öğrenmesi algoritmaları kullanarak yapılan analizler neticesinde KNN modeli, ölçülen doğruluk ölçütüne bakıldığında, bazı dönemlerde diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini tespit etmişlerdir. Apriadi ve diğerleri (2024) Bitcoin fiyat tahminleri bağlamında makine öğrenmesi metodlarının

karşılaştırmalı performans analizini yapmışlardır ve K-NN'nin YSA'ya kıyasla Bitcoin fiyatlarını tahmin etmede daha iyi performans gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır. Samaddar ve diğerleri (2024) Bitcoin'in önümüzdeki yıllarda fiyat tahminini yapmak Farklı makine öğrenimi modellerinin ürettiği sonuçların karşılaştırmalı analizini yapmışlardır ve KNN algoritmasının en yüksek sonuçları elde ettiğini belirlemişlerdir. Kartal (2020) makroekonomik değişkenlerin Bitcoin fiyatlarını etkileme seviyelerini K-Star Algoritması kullanarak analiz etmiş ve algoritmanın yükseliş sınıfını tahmin etmede iyi bir performans gösterdiğini fakat genel performansının beklenen seviyede olmadığını belirlemiştir. Kumar ve diğerleri (2025) seçili makine öğrenmesi yöntemleri arasında Bitcoin fiyat tahmini performansını karşılaştırmış ve en düşük performansa (%37 doğruluk) LR modelinin ulaştığını tespit etmiştir. Jiang (2020) Bitcoin'in gelecek fiyatını tahmin etmek amacıyla makine öğrenmesi modelleri arasında MLP modelinin mevcut eğilime dayalı fiyat tahminleri için uygun olmadığını ortaya çıkarmıştır. Wu ve diğerleri (2024) seçili kripto para birimlerinin fiyat tahmin performanslarını karşılaştırmışlardır ve MLP'nin diğer modellerden daha kötü performans gösterdiğini bulmuşlardır. Hua, Kamisan ve Rahman (2023) Bitcoin fiyat tahmininde makine öğrenimi modelinin uygulanabilirliğini ve verimliliğini araştırmayı amaçlamışlardır. MLP modelinin, güvenilir tahminler sunmada daha düşük performans gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak, kripto varlık fiyat tahminlerinde makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılabilirliği ve başarı düzeyi, model tercihi, veri setinin yapısı ve hedef varlığın doğasına bağlı olarak değişmektedir. Bu bağlamda, algoritma seçimi kadar, değişken seçimi ve tahmin edilecek varlığın dinamiklerinin iyi analiz edilmesi de önem arz etmektedir. Çalışmada kullanılan veri seti, COVID-19 pandemisi ve sonrasındaki dönemi kapsamaktadır. Hem küresel anlamda finansal belirsizliklerin hem de kripto varlık piyasalarındaki risklerin yoğun olarak yaşandığı bir zaman aralığı ile sonrasındaki iyileşme dönemini içermektedir. Diğer bir bakış açısıyla veri seti, kripto varlıkların hem ayı (düşüş) hem de boğa (yükseliş) piyasası dönemlerine ait dinamiklerini barındırmaktadır. Bu yönüyle çalışma, farklı piyasa döngülerinin bir bütün olarak ele alındığındaki algoritma performanslarının gücüne dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Bu nedenle çalışma, kripto varlıkların geleneksel piyasa göstergeleriyle

olan ilişkisinin farklı algoritmalar üzerinden sistematik bir karşılaştırması sağlayarak literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca çalışma hem kripto varlık piyasalarına ilişkin öngörü geliştirmek isteyen araştırmacılara hem de portföy yönetimi ve finansal karar alma süreçlerine destek sunmak isteyen yatırımcılara yol gösterici niteliktedir.

Çalışmada elde edilen bulgular, kripto varlık fiyatlarının geleneksel piyasa göstergeleriyle belirli düzeyde tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur. Ancak bu ilişkinin zayıf ve sınırlı olduğu unutulmamalıdır. Araştırmacıların ve yatırımcıların, sadece tek bir algoritmanın tahminlerine değil, çoklu model çıktılarının karşılaştırılmasına dayalı bütüncül karar alma mekanizmaları geliştirmeleri önerilir. Ayrıca bu çalışmada yalnızca iki kripto varlık (BTC ve ETH) incelenmiştir. Gelecekte, alternatif altcoinlerin ya da DeFi protokollerinin de benzer modellerle incelenmesi daha kapsamlı bir tablo ortaya koyacaktır. Bununla birlikte araştırmada kullanılan değişkenlerin, makine öğrenmesi algoritmalarının gelecekte ortaya çıkacak daha gelişmiş ve optimizasyonu yapılmış sürümleri ile yeniden test edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- ABAY, E. G. (2024a) "Putin, Uluslararası Ödemelerde Dijital Varlıkların Kullanılmasına Onay Verdi", **Anadolu Ajansı**, "Çevrimiçi" <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/putin-uluslararasi-odemelerde-dijital-varliklarin-kullanilmasina-onay-verdi/3161637> Erişim tarihi 04/05/2024.
- ABAY, E. G. (2024b) "Resesyon Endişelerinin Ardından Bitcoin Fiyatındaki Düşüş Yüzde 18,5'e Yükseldi", **Anadolu Ajansı**, "Çevrimiçi" <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/resesyon-endiselerinin-ardindan-bitcoin-fiyatindaki-dusus-yuzde-18-5e-yukseldi/3295800> Erişim tarihi 20/10/2024.
- About** (2023) "Çevrimiçi" <https://soliditylang.org/about/>, Erişim Tarihi 03/12/2023.
- About Us** (2023) "Çevrimiçi" <https://www.digi.cash/about-us>, Erişim Tarihi 01/10/2023.
- About Ripple: Building the Internet of Value** (2023) "Çevrimiçi" <https://www.ripple.com/company/>, Erişim Tarihi 19/11/2023.
- ABREU, M.; ve diğerleri (2008) "Ordinal Logistic Regression Models: Application in Quality of Life Studies", **Cadernos de Saúde Pública**, Issue 24, ss. 581-591.
- ACHARYA, S. (2021) "What are RMSE and MAE?", **Towards Data Science**, "Çevrimiçi" <https://towardsdatascience.com/what-are-rmse-and-mae-e405ce230383/> Erişim tarihi 01/06/2025.
- ADAMOWSKI, J. (2024) "Bitcoin'i Resmi Para Yapan Orta Afrika Cumhuriyeti'nden Yeni Proje: Sango Coin", **Cryptonews**, "Çevrimiçi" <https://tr.cryptonews.com/news/bitcoini-resmi-para-yapan-orta-afrika-cumhuriyetinden-yeni-proje-sango-coin.htm> Erişim tarihi 12/05/2024.
- ADHAV, S. (2023) "Cryptocurrencies and The Future Of Finance: Opportunities And Risks", **Transdisciplinary Threads Crafting The Future Through Multidisciplinary Research**, Paradox International Publication Guide House, Volume 1, ss. 223-231.
- ADRIAN, T. (2024) "The Changing Landscape of Crypto Assets-Considerations for Regulatory and Supervisory Authorities" **IMF-FSB-OCC Crypto Conference**, "Çevrimiçi" <https://www.imf.org/en/News/Articles/2024/02/23/sp022324-changing-landscape-crypto-assets-considerations-regulatory-and-supervisory-authorities> Erişim tarihi 21/05/2024.
- ADRIAN, T.; T. IYER; M. S. QURESHI (2022) "Crypto Prices Move More in Sync with Stocks, Posing New Risks", **IMF Blog**, "Çevrimiçi" <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/01/11/crypto-prices-move-more-in-sync-with-stocks-posing-new-risks> Erişim tarihi 19/10/2024.

- AGATA, F. (2021) "The Curious Case of Stablecoins - Balancing Risks and Rewards?", **Journal of International Economic Law**, Volume 24, Issue 4, ss. 755-778.
- AĞAN, B.; Ü. AYDIN (2018) "Kripto Para Birimlerinin Küresel Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi", **Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu**, Mersin, 10-13 Ekim, ss. 797-816.
- AISHWARYA, A. (2023) "Singapur Kripto Düzenlemelerini Güçlendiriyor, Blok Zincirinin Benimsenmesini Teşvik Ediyor", **Investing**, "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/news/stock-market-news/singapur-kripto-duzenlemelerini-guclendiriyor-blok-zincirinin-benimsenmesini-tesvik-ediyor-93CH-2588527> Erişim tarihi 04/05/2024.
- AKARTUNA, E. A.; T. MADELIN (2022) "The State of Cross-Chain Crime", **Cross-Chain Report**, Elliptic, "Çevrimiçi" https://www.elliptic.co/hubfs/State%20of%20cross-chain%20crime/Elliptic_Cross-Chain_Crime_Report.pdf Erişim tarihi 28/04/2025.
- AKBIYIK, T. (2023) "Hong Kong'dan Büyük Spot Kripto ETF Adımı!", **Coin Mühendisi**, "Çevrimiçi" <https://coinmuhendisi.com/blog/hong-kongdan-buyuk-spot-etf-adimi/> Erişim tarihi 26/02/2024.
- AKBULAK, Y. (2022a) "FTX Çöküşü: Durum Tespiti, Düzenleme ve Kurumsal Yönetişim Neden Buharlaştı?", **Legal Blog**, "Çevrimiçi" <https://legal.com.tr/blog/genel/ftx-cokusu-durum-tespiti-duzenleme-ve-kurumsal-yonetisim-neden-buharlasti/> Erişim tarihi 24/05/2024.
- AKBULAK, Y. (2022b) "Kripto Varlıklarda Vergilendirme Rejimlerine Dair Ülke Uygulamaları", **Legal Blog**, "Çevrimiçi" <https://legal.com.tr/blog/genel/kripto-varliklarda-vergilendirme-rejimlerine-dair-ulke-uygulamalari-derleme/> Erişim tarihi 09/05/2024.
- AKBULAK, Y. (2024) "ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu Başkanı Gary Gensler'in 'Spot Bitcoin Borsasında İşlem Gören Ürünlerin Onaylanması' Üzerine Yaptığı Konuşma", **Legal Blok**, "Çevrimiçi" <https://legal.com.tr/blog/ekonomi/abd-menkul-kiymetler-ve-borsa-komisyonu-baskani-gary-genslerin-spot-bitcoin-borsasinda-islem-goren-urunlerin-onaylanmasi-uzerine-yaptigi-konusma/> Erişim tarihi 17/03/2024.
- AKKUŞ, H. T. (2023) "Altın ve Kripto Para Piyasaları Arasındaki İlişkilerin Doğrusal Olmayan Modeller ile İncelenmesi: Bitcoin ve Ethereum Örneği", **Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 26, Sayı 50, ss. 617-636.
- AKTAN, C. C. (2019) **Serbest Bankacılık ve Parasal Reform**, Türkiye Bankalar Birliği, Yayın No: 333, İstanbul.

- Altının Kolaylaşmış Hali** (2025) "Çevrimiçi" <https://gold.tether.to/>, Erişim Tarihi 06/03/2025.
- AKYILDIRIM, E.; A. GONCU; A. SENSOY (2021) "Prediction of Cryptocurrency Returns Using Machine Learning", **Annals of Operations Research**, Sayı 297, ss. 3-36.
- ALAN, M. A.; C. YEŞİLYURT (2018) "Farklı Veri Setleri Üzerinde SMO ve J48 Algoritmalarının Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması", **İşletme Bilimi Dergisi**, Cilt 6, Sayı 3, ss. 199-213.
- AL-BOSSLY, A.; ve diğerleri (2023) "A Comparative Study on Market Index Prediction: Long Short-Term Memory (LSTM) vs. Decision Tree Model", **Journal of Statistics Applications & Probability**, Volume 12, Issue 4, ss. 1603-1610.
- ALI, I. M.; M. CAPROLU; R. D. PIETRO (2020) "Foundations, Properties, and Security Applications of Puzzles: A Survey", **ACM Computing Surveys**, Volume 53, Issue 4, ss. 1-38.
- ALI, M. (2024) "Introduction to Activation Functions in Neural Networks", **Datacamp**, "Çevrimiçi" <https://www.datacamp.com/tutorial/introduction-to-activation-functions-in-neural-networks> Erişim tarihi 23/05/2025.
- ALJINOVIĆ, Z.; B. MARASOVIĆ; T. ŠESTANOVIĆ (2021) "Cryptocurrency Portfolio Selection-A Multicriteria Approach", **Mathematics**, Volume 9, Issue 14, ss. 1677.
- ALPAGO, H. (2018) "Bitcoin'den Selfcoin'e Kripto Para", **Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi**, Cilt 3 Sayı 2, ss. 411-428.
- ALPEN, İ.; S. İNCİ (2018) **Bitcoin Devrimi: Değişen Dünya Ekonomisinde Kripto Para Sistemi, Blockchain, Altcoinler**, 1.bs., Ankara, Elma Yayınevi.
- ALSALAMI, N.; B. ZHANG (2019) "SoK: A Systematic Study of Anonymity in Cryptocurrencies", **In: 2019 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC)**, IEEE, ss. 1-9.
- ALSHAMMARI, M.; M. MEZHER (2020) "A Comparative Analysis of Data Mining Techniques on Breast Cancer Diagnosis Data Using WEKA Toolbox", **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, Volume 11, Issue 8, ss.224-229.
- ALTAN, İ. M.; O. GÖZÜBÜYÜK (2025) "Tembel Öğrenme Algoritmalarını Kullanarak Sağlık Sektöründeki Finansal ve Psikolojik Dinamiklerin Modellenmesi", **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi**, Cilt 28 Sayı 1, ss. 95-108.
- ALVAREZ, F.; D. ARGENTE; D. V. PATTEN (2023) "Are Cryptocurrencies Currencies? Bitcoin as Legal Tender in El Salvador", **Science**, Volume 382,

Issue 6677, "Çevrimiçi" <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add2844>
Erişim tarihi 12/05/2024.

ALZHRANI, S.; T. DAIM (2019) "Analysis of the Cryptocurrency Adoption Decision: Literature Review", **In: 2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology**, IEEE, ss. 1-11

AMMOUS, S. (2016) "Can Cryptocurrencies Fulfil the Functions of Money?", **Columbia University Center on Capitalism and Society**, ss. 1-31.

AMSDEN, R.; D. SCHWEIZER (2018) "Are Blockchain Crowdsales the New 'Gold Rush'? Success Determinants of Initial Coin Offerings", **SSRN Electronic Journal**, "Çevrimiçi" https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3169682 Erişim tarihi 18/05/2024.

ANAM, M. K.; ve diğerleri (2024) "Early Stopping on CNN-LSTM Development to Improve Classification Performance", **Journal of Applied Data Sciences**, Volume 5, Issue 3, ss. 1175-1188.

ANTE, L. (2022) "Non-fungible Token (NFT) Markets on the Ethereum Blockchain: Temporal Development, Cointegration and Interrelations", **Blockchain Research Lab**, ss. 1-19, "Çevrimiçi" https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3904683 Erişim tarihi 26/09/2023.

ANTE, L.; I. FIEDLER (2020) "Cheap Signals in Security Token Offerings (STOs)", **Quantitative Finance and Economics**, Volume 4, Issue 4, ss. 608-639.

AQUI, K. A. (2014) "IRS Notice 2014-21", **Internal Revenue Service**, "Çevrimiçi" <https://www.irs.gov/pub/irs-drop/n-14-21.pdf> Erişim tarihi 18/04/2014.

AQUILINA, M.; J. FROST; A. SCHRIMPF (2024) "Decentralized Finance (DeFi): A Functional Approach", **Journal of Financial Regulation**, Volume 10, Issue 1, ss. 1-27.

ARAS, F. (2022) "Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi", **Aras Hukuk ve Danışmanlık**, "Çevrimiçi" <https://www.fatiharas.com/kripto-varliklari-vergilendirilmesi/> Erişim tarihi 05/05/2024.

ARGENTE, D.; D. V. PATTEN (2024) "El Salvador Adopted Bitcoin as an Official Currency; Salvadorans Mostly Shrugged", **Yale Insights**, "Çevrimiçi" <https://insights.som.yale.edu/insights/el-salvador-adopted-bitcoin-as-an-official-currency-salvadorans-mostly-shrugged> Erişim tarihi 12/05/2024.

ARI, A.; M. E. BERBERLER (2017) "Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü için Arayüz Tasarımı", **Acta Infologica**, Cilt 1 Sayı 2, ss. 55-73.

- ARIA, M. (2021) Constraints of New Investors in Cryptocurrency Markets, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **GOA University**, GOA.
- ARIKAN, N. İ. (2021) "Kripto Paraların Dünya Genelindeki Hukuki Durumuna İlişkin Bir İnceleme", **Düzce İktisat Dergisi**, Cilt 2, Sayı 1, ss. 1-12.
- ARORA, J.; L. KAUR (2024) "A Study of the Indian Taxation System on Cryptocurrency", **Gyan Management Journal**, Volume 18, Issue 1, ss. 38-42.
- ARSLAN, M. C. (2022) "3 Boyutlu Sanal Dünyaların Muhasebe Uygulamalarında Beklenen Dönüşümü Üzerine Bir Değerlendirme: Second Life ve Metaverse’de Muhasebe", **Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi**, Cilt 17, Sayı 2, ss. 133-149.
- ASHBURN, D. (2024) "S&P 500 Stock Market", **Britannica Money**, "Çevrimiçi" <https://www.britannica.com/money/SandP-500> Erişim tarihi 16/10/2024.
- ASPRIS, A.; ve diğerleri (2021) "Decentralized Exchanges: The 'Wild West' of Cryptocurrency Trading", **International Review of Financial Analysis**, Volume 77:101845.
- ASTE, T. (2019) "Cryptocurrency market structure: connecting emotions and economics", **Digital Finance**, Volume 1, Issue 1, ss. 5-21.
- AŞKAROĞLU, M. M.; ve diğerleri (2025) "Dijital Türk Lirası: Fayda ve Fırsatlar" **Merkezin Güncesi**, "Çevrimiçi" <https://tcmbblog.org/wps/wcm/connect/blog/tr/main+menu/analizler/dijital+turk+lirasi+fayda+ve+firsatlar> Erişim tarihi 26/06/2025.
- ATHANASSIOU, P. (2017) "Impact of Digital Innovation on the Processing of Electronic Payments and Contracting: An Overview of Legal Risks", **European Central Bank**, No: 16, Frankfurt
- ATILGAN, H. (2009) "Parasal Anayasa", **Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi**, Cilt 1, Sayı 1, ss. 11-37.
- Australian Taxation Office (2023) "**Crypto Asset Transactions**", "Çevrimiçi" <https://www.ato.gov.au/individuals-and-families/investments-and-assets/crypto-asset-investments/transactions-acquiring-and-disposing-of-crypto-assets/crypto-asset-transactions> Erişim tarihi 08/05/2024.
- Autorité des Marchés Financiers (2019) "**Towards a New Regime for Crypto-Assets in France**", "Çevrimiçi" <https://www.amf-france.org/en/news-publications/news/towards-new-regime-crypto-assets-france>, Erişim Tarihi 05/05/2024.
- AVCI, G. (2022) "NFT Pazar Yerleri Hukuki Olarak Nasıl Yapılanmalıdır?", **Fina Hukuk**, "Çevrimiçi" <https://www.finahukuk.com/nft-pazar-yerleri-hukuki-olarak-nasil-yapilanmalidir/> Erişim tarihi 27/05/2024.

- AVCI, G. (2023) "7 Soruda MiCA Düzenlemesi?", **Fina Hukuk**, "Çevrimiçi" <https://www.finahukuk.com/7-soruda-mica/> Erişim tarihi 14/05/2024.
- AVERIN, A.; A. SAMARTSEV (2023) "Review of Blockchain in Computer Games", **AIP Conference Proceedings**, Volume 2910, Issue 1, AIP Publishing.
- AVUNDUK, H.; H. AŞAN (2018) "Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi ve İşletme Uygulamaları: Genel Bir Değerlendirme", **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 33 Sayı 1, ss. 369-384.
- Avustralya Kripto Para Vergi Rehberi 2022** (2022) "Çevrimiçi" <https://help.crypto.com/tr/articles/6722553-avustralya-kripto-para-vergi-rehberi-2022>, Erişim Tarihi 08/05/2024.
- Avustralya Senatosu, Kripto Para Düzenlemeleri İçin Hazırlanan Yasa Tasarısını Reddetti** (2023) "Çevrimiçi" <https://tr.tradingview.com/news/muhabbit:665d42621d9e8:0/>, Erişim Tarihi 08/05/2024.
- AYDOĞDU, A.; H. M. ÇAKIR (2024) "Blockchain Teknolojisinin Uygulama Alanları ve Finans Sektörüne Etkisi", **Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 15 Sayı 30, ss. 101-128.
- AYODELE, T. O. (2010) "Types of Machine Learning Algorithms", **New Advances in Machine Learning**, Volume 3, ss. 19-48.
- AYTEKİN, B. (2024) "Kripto Para Borsalarını Hedef Alan Siber Tehditler: Paranın Dert Olduğu Anlar", **Ernst & Young Global Limited (EY)**, "Çevrimiçi" https://www.ey.com/tr_tr/insights/cybersecurity/kripto-para-borsalarini-hedef-alan-siber-tehditler Erişim tarihi 14/04/2025.
- AYYILDIZ, N.; O. İSKENDEROGU (2024) "How Effective is Machine Learning in Stock Market Predictions?", **Heliyon**, Volume 10, Issue 2, ss. 1-10.
- AZBEG, K.; ve diğerleri (2021) "An Overview of Blockchain Consensus Algorithms: Comparison, Challenges and Future Directions", **Advances on Smart and Soft Computing: Proceedings of ICACIn 2020**, Volume 1188, ss. 357-369, Kazablanka.
- BACINA, M.; L. MISTHOS (2023) "SEC Approves the First Ethereum Futures ETF", **Lexology**, "Çevrimiçi" <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=4ce1ffa4-c557-4531-ae29-6f89a39bbd70> Erişim tarihi 14/03/2024.
- BACK, A. (2002) "Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure", **Hashcash**, "Çevrimiçi" <http://www.hashcash.org/papers/hashcash.pdf> Erişim tarihi 10/09/2023.

- BAINS, P.; ve diğerleri (2022) "Regulating the Crypto Ecosystem: The Case of 007", **Fintech Notes**, International Monetary Fund, ss. 1-43 "Çevrimiçi" <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2022/09/26/Regulating-the-Crypto-Ecosystem-The-Case-of-Unbacked-Crypto-Assets-523715> Erişim tarihi 15/08/2023.
- BALIAN, B. (2024) "Four Key Lessons from the Binance Case", **Stephenson Harwood**, "Çevrimiçi" <https://www.shlegal.com/insights/four-key-lessons-from-the-binance-case> Erişim tarihi 25/05/2024.
- BAMAKAN, S. M.; A. MOTALAVI; A. B. BONDARTI (2020) "A Survey of Blockchain Consensus Algorithms Performance Evaluation Criteria", *Expert Systems with Applications*, Volume 154, Article 113385.
- De Nederlandsche Bank (2018) "**Position Paper by De Nederlandsche Bank Roundtable Cryptocurrencies/ICO's**", "Çevrimiçi" <https://perma.cc/6C3N-GF4B> Erişim tarihi 10/05/2024.
- BANSAL, M.; A. GOYAL; A. CHOUDHARY (2022) "A Comparative Analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory Algorithms in Machine Learning", **Decision Analytics Journal**, Volume 3, Article 100071.
- BARNES, P. (2018) "Crypto Currency and Its Susceptibility to Speculative Bubbles, Manipulation, Scams and Fraud", **Journal of Advanced Studies in Finance**, Cilt 2 Sayı 18, ss. 60-77.
- BARRAK, E. (2022) "Bitcoin Spot vs. Futures ETFs: How Do They Differ?", **Trackinsight**, "Çevrimiçi" <https://www.trackinsight.com/fr/etf-news/bitcoin-spot-futures-etfs-how-differ> Erişim tarihi 15/03/2024.
- Basel Committee on Banking Supervision (2022) "Prudential Treatment of Cryptoasset Exposures", **Bank for International Settlements**, "Çevrimiçi" <https://www.bis.org/bcbs/publ/d545.pdf> Erişim tarihi 13/05/2024.
- BAUR, D. G.; K. HONG; A. D. LEE (2018) "Bitcoin: Medium of Exchange or Speculative Assets?", **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, Volume 54, ss. 177-189.
- BBC News Türkçe (2021) "**Bitcoin, Çin Merkez Bankası'nın Kripto Paralarla Tüm İşlemleri Yasaklaması Sonrası Yüzde 5 Değer Kaybetti**", "Çevrimiçi" <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-58682451>, Erişim Tarihi 01/05/2024.
- BELEMUS, S.; D. GUEGAN (2020) "Initial Crypto-Asset Offerings (ICOs), Tokenization and Corporate Governance", **Capital Markets Law Journal**, Volume 15, Issue 2, ss. 191-223.

BENBACHIR, H.; E. H. YASSINE (2023) "Revue de Littérature de la Technologie Blockchain et son Impact sur le Secteur Bancaire", **Revue Française d'Economie et de Gestion**, Volume 4, Issue 6, ss. 325-340.

BENEDETTI, H.; L. ABARZÚA; C. CACERES FUENTES (2022) "Utility Tokens", **The Emerald Handbook on Cryptoassets: Investment Opportunities and Challenges**, Der.: H. Kent Baker; Hugo Benedetti; Ehsan Nikbakht; Sean Stein Smith, Kiel, Emerald Publishing Limited., ss. 79-92.

Belgium and Cryptocurrency (2024a) "Çevrimiçi" <https://freemanlaw.com/cryptocurrency/belgium-and-cryptocurrency/>, Erişim Tarihi 05/05/2024.

BENJAMIN, G. (2024) "Will El Salvador Change Its Bitcoin Laws For IMF's \$1.4B Loan?", **Coingape**, "Çevrimiçi" <https://coingape.com/will-el-salvador-change-its-bitcoin-laws-for-imfs-1-4b-loan/> Erişim tarihi 12/05/2024.

BHOLANE, K. P. (2021) "Pros and Cons of Cryptocurrency: A Brief Overview", *National Journal of Research in Marketing*, **Finance & HRM**, Volume 6, Issue 3, ss. 71-78.

BITO Bitcoin ETF (2025) "Çevrimiçi" <https://www.proshares.com/our-etfs/strategic/bito>, Erişim Tarihi 02/07/2025.

BİNİCİ, F. Ö.; Y. ASLAN (2022) "Kripto Paraların Muhasebe ve Raporlama Sisteminde Gösterimi", **Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi**, Cilt 12 Sayı 1, ss. 344-354.

BİRİNCİ, F. (2020) "Blokzincir Yıkıcı Değil Dönüştürücü Bir Teknolojidir!", Röportaj: N. Şişeci, **Tübitak Bilgem Kurumsal Dergisi**, Ankara, Sayı 8, ss. 22-25, "Çevrimiçi" <https://bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/sites/8/bilgem-teknoloji-dergisi-8.pdf> Erişim tarihi 11/10/2023.

Bitcoin Al-Sat Döneminde HUH Token İlgi Çekmeye Devam Ediyor (2021) "Çevrimiçi" <https://www.ntv.com.tr/teknoloji/bitcoin-al-sat-doneminde-huh-token-ilgi-cekmece-devam-ediyor,HEUSco378UqESUKuJsAzUg>, Erişim Tarihi 25/11/2022.

Bitcoin Hakimiyeti (2025b) "Çevrimiçi" <https://coinmarketcap.com/tr/charts/bitcoin-dominance/> Erişim Tarihi 30/06/2025.

BLEMUS, S. (2017) "Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide", **Revue Trimestrielle de Droit Financier (Corporate Finance and Capital Markets Law Review)**, RTDF N4-2017, ss. 1-15.

Bnb Chain (2025) "**BNB Chain: Empowering the Future of Decentralized Applications**", "Çevrimiçi" <https://docs.bnbchain.org/> Erişim Tarihi 18/03/2025.

- Board of Governors of the Federal Reserve System (2022) “**Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation**”, "Çevrimiçi" <https://www.federalreserve.gov/publications/files/money-and-payments-20220120.pdf>, Erişim Tarihi 19/04/2024.
- BOEHM, F.; P. PESCH (2014) "Bitcoin: A First Legal Analysis: With Reference to German and US-American Law", **International Conference on Financial Cryptography and Data Security**, ss. 43-54, "Çevrimiçi" https://www.zar.kit.edu/DATA/veroeffentlichungen/237_BTC_final_camready_437e610.pdf Erişim tarihi 09/05/2024.
- BOLZ, M.; ve diğerleri (2024) "**Machine Learning-Based Detection of Pump-and-Dump Schemes in Real-Time**", arXiv:2412.18848.
- BONNEAU, J.; ve diğerleri (2015) "SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies", **In: 2015 IEEE Symposium on Security and Privacy**, California, IEEE, ss. 104-121.
- BOURI, E.; R. GUPTA; D. ROUBAUD (2019) "Herding Behaviour in Cryptocurrencies", **Finance Research Letters**, Volume 29, ss. 216-221.
- BRADLEY, I. S. (2022) "**How Taxes on Cryptocurrencies and Digital Assets Will Soon Take Shape**", "Çevrimiçi" https://www.ey.com/en_gl/tax/how-taxes-on-cryptocurrencies-and-digital-assets-will-soon-take-shape Erişim tarihi 10/12/2022.
- BREWSTER, L. (2023) "SEC Approves 9 Ether Futures ETFs", **etf.com**, "Çevrimiçi" <https://www.etf.com/sections/news/sec-approves-9-ether-futures-etfs> Erişim tarihi 13/03/2024.
- Bitcoin** (2025) "Çevrimiçi" <https://www.coinbase.com/price/bitcoin>, Erişim Tarihi 02/07/2025.
- BTCUSD** **Grafiği** (2022) "Çevrimiçi" <https://tr.tradingview.com/symbols/BTCUSD/?exchange=CRYPTO>, Erişim Tarihi 10/09/2023.
- BTCUSD** **Grafiği** (2024) "Çevrimiçi" <https://tr.tradingview.com/symbols/BTCUSD/?exchange=CRYPTO>, Erişim Tarihi 18/12/2024.
- BULLMANN, D.; J. KLEMM; A. PINNA (2019) "In Search for Stability in Crypto-Assets: Are Stablecoins the Solution?", **Occasional Paper Series**, European Central Bank, No. 230, ss. 1-53.
- BURILOV, V. (2018) "**Utility Token Offerings and Crypto Exchange Listings: How Regulation Can Help?**", SSRN 3284049

- BUTERIN, V. (2014) "Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform", **Ethereum**, "Çevrimiçi" https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf Erişim tarihi 28/11/2023.
- Byzantine Fault Tolerance Explained** (2018) "Çevrimiçi" <https://academy.binance.com/tr/articles/byzantine-fault-tolerance-explained>, Erişim Tarihi 03/12/2023.
- CAMPISI, G.; S. MUZZIOLI; B. DE BAETS (2024). "A Comparison of Machine Learning Methods for Predicting the Direction of the Us Stock Market on the Basis of Volatility Indices". **International Journal of Forecasting**, Volume 40, Issue 3, ss. 869-880.
- CANTÜRK, S. (2024) "Kripto Varlıklara İlişkin Düzenlemeler", **KPMG Türkiye**, "Çevrimiçi" <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2024/01/Kripto-Varliklara-iliskin-Duzenlemeler.pdf> Erişim tarihi 09/05/2024.
- CARAPELLA, F.; ve diğerleri (2023) "Tokenization: Overview and Financial Stability Implications", **Finance and Economics Discussion Series**, ss. 1-29.
- CARLISLE, D. (2024) "Top Five Crypto Regulatory and Policy Trends for 2024", **Elliptic**, "Çevrimiçi" <https://www.elliptic.co/blog/top-five-crypto-regulatory-and-policy-trends-for-2024> Erişim tarihi 14/05/2024.
- CASTILHEJO, H. D.; J. P. ASSIS (2023) "CMS Expert Guide to Crypto Regulation in Brazil", **CMS Law**, "Çevrimiçi" <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-crypto-regulation/brazil> Erişim tarihi 12/05/2024.
- CAYMAZ, G. (2022) "Çin Hükümeti Kripto Paraları Yasaklamasına Rağmen Rekor Miktarda Bitcoin Tutuyor", **Investing**, "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/cin-hukumeti-kripto-paralar-yasaklamasna-ragmen-rekor-miktarda-bitcoin-tutuyor-2377644> Erişim tarihi 01/05/2024.
- CAYMAZ, G. (2024a) "SEC'ten Ethereum ETF için Bir Erteleme Daha: Beklenen Karar Ne Zaman Gelecek?", **Investing**, "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/secten-ethereum-etf-icin-bir-erteleme-daha-beklenen-karar-ne-zaman-gelecek-2686484> Erişim tarihi 25/02/2024.
- CAYMAZ, G. (2024b) "Bitcoin, Güney Kore'de Son İki Yılın En Yüksek Primiyle İşlem Görmeye Başladı", **Investing**, "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/bitcoin-guney-korede-son-iki-yiln-en-yuksek-primiyle-islem-gormeye-baslad-2734436> Erişim tarihi 25/03/2024.

- CAYMAZ, G. (2024c) "Binance'in Kurucusu İçin İstenen Hapis Cezası Belli Oldu", **Investing**, "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/binancein-kurucusu-icin-istenen-hapis-cezas-belli-oldu-2805807> Erişim tarihi 28/05/2024.
- CECCHETTI, S. G.; K. L. SCHOENHOLTZ (2015) Money, Banking, and Financial Markets, 4. Bs., New York, McGraw-Hill Education.
- Commodity Futures Trading Commission (2018) "A Primer On Smart Contracts", **LabCFTC**, "Çevrimiçi" www.cftc.gov/sites/default/files/2018-11/LabCFTC_PrimerSmartContracts112718.pdf Erişim tarihi 19/04/2024.
- CHANDRA, M. A.; S. BEDI (2021) "Survey on SVM and Their Application in Image Classification", **International Journal of Information Technology**, Volume 13, Issue 5, ss. 1-11.
- CHANG, P. H. K. (1988) "Commodity Price Shocks and International Finance", Yayınlanmamış Doktora Tezi, **Harvard University, Massachusetts Institute of Technology**, Cambridge.
- CHAUDHRY, N.; M. M. YOUSAF (2018) "Consensus Algorithms in Blockchain: Comparative Analysis, Challenges, and Opportunities", **2018 12th International Conference on Open Source Systems and Technologies**, IEEE, ss. 54-63.
- CHAUM, D. (1983) "Blind Signatures for Untraceable Payments", **Advances in Cryptology: Proceedings of Crypto 82**, Boston, Springer US, ss. 199-203.
- CHAUM, D.; A. FIAT; M. NOAR (1990) "Untraceable Electronic Cash", **Advances in Cryptology-CRYPTO'88: Proceedings 8**, Berlin, Springer, ss. 319-327.
- CHEN, B.; ve diğerleri (2023) "**Blockchain-Based Decentralized Co-Governance: Innovations and Solutions for Sustainable Crowdfunding**", arXiv preprint arXiv:2306.00869.
- CHEN, J.; ve diğerleri (2022) "Maintenance-Related Concerns for Post-Deployed Ethereum Smart Contract Development: Issues, Techniques, and Future Challenges", **Empirical Software Engineering**, Volume 26, Issue 6, ss. 1-41.
- CHEN, W.; ve diğerleri (2019) "Market Manipulation of Bitcoin: Evidence from Mining the Mt. Gox Transaction Network" **In IEEE INFOCOM 2019-IEEE Conference on Computer Communications**, Paris, France, IEEE, ss. 964-972.
- CHICCO, D.; G. JURMAN (2020) "The Advantages of the Matthews Correlation Coefficient (MCC) Over F1 Score and Accuracy in Binary Classification Evaluation", **BMC Genomics**, Volume 21, Issue 6, ss. 1-13.

- CHIMIENTI, M. T.; U. KOCHANSKA; A. PINNA (2019) "Understanding the Crypto-Asset Phenomenon, Its Risks and Measurement Issues", **Economic Bulletin Articles**, Issue 5, ss. 1-26.
- CHICCO, D.; M. J. WARRENS, G. JURMAN (2021). "The Coefficient of Determination R-Squared is More Informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in Regression Analysis Evaluation", **Peerj Computer Science**, Volume 7, Article e623.
- China Bans Financial, Payment Institutions from Cryptocurrency Business** (2021) "Çevrimiçi" <https://www.reuters.com/technology/chinese-financial-payment-bodies-barred-cryptocurrency-business-2021-05-18/> Erişim Tarihi 01/05/2024.
- CHOI, R. Y.; ve diğerleri (2020) "Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning", **Translational Vision Science & Technology**, Volume 9, Issue 14, ss. 1-12.
- CHOI, W.; J. WOO; J. W.-K. HONG (2024) "Fractional Non-Fungible Tokens: Overview, Evaluation, Marketplaces, and Challenges", **International Journal of Network Management**, Volume 34, Issue 4, e2260.
- CHOUEIRY, G. (2025) "Interpret the Logistic Regression Intercept", **Quantifying Health** "Çevrimiçi" <https://quantifyinghealth.com/interpret-logistic-regression-intercept/> Erişim Tarihi 23.06.2025
- CLACK, C. D.; V. A. BAKSHI; L. BRAINE (2017) "**Smart Contract Templates: Foundations, Design Landscape and Research Directions**", arXiv preprint arXiv:1608.00771
- CLAYTON, J. (2017) "Statement on Cryptocurrencies and Initial Coin Offerings", **U.S. Securities and Exchange Commission** "Çevrimiçi" <https://www.sec.gov/news/public-statement/statement-clayton-2017-12-11> Erişim tarihi 21/04/2024.
- CLEARY, J. G.; L. E. TRIGG (1995) "K*: An Instance-Based Learner Using an Entropic Distance Measure", **Proceedings of the Twelfth International Conference on Machine Learning (ICML'95)**, San Francisco, United States of America, Morgan Kaufmann Publishers Inc., ss. 108–114.
- CONTI, R. (2023) "What Is An NFT? Non-Fungible Tokens Explained", **Forbes**, "Çevrimiçi" <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/nft-non-fungible-token/> Erişim tarihi 20/09/2023.
- COOK, D.; ve diğerleri (2021) "**Binary Response and Logistic Regression Analysis**", "Çevrimiçi" <https://pages.stat.wisc.edu/~mchung/teaching/MIA/reading/GLM.logistic.Rpackage.pdf> Erişim tarihi 12/05/2025.

- CORTEZ, K.; M. RODRÍGUEZ-GARCÍA; S. MONGRUT (2021) "Exchange Market Liquidity Prediction with the K-Nearest Neighbor Approach: Crypto vs. Fiat Currencies", **Mathematics**, Volume 9, Issue 1, ss. 56.
- COŞAR, F. (2023) "BNB Nedir Nasıl Çalışır?", **Binance Square**, "Çevrimiçi" <https://www.binance.com/sv/square/post/706761> Erişim tarihi 18/03/2025.
- CROSSER, N. (2018) "Initial Coin Offerings as Investment Contracts: Are Blockchain Utility Tokens Securities", **Kansas Law Review**, Cilt 67 Sayı 1, ss. 379-423.
- Crypto Tax Legislation & Law in Luxembourg** (2023) "Çevrimiçi" <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-on-taxation-of-crypto-assets/luxembourg>, Erişim Tarihi 11/05/2024.
- Crypto Total Market Cap,** (2025) "Çevrimiçi" <https://tr.tradingview.com/symbols/TOTAL/?timeframe=ALL>, Erişim Tarihi 30/06/2025.
- Cryptoasset Market Coverage Initiation: Network Creation** (2018) "Çevrimiçi" https://research.bloomberg.com/pub/res/d28giW28tf6G7T_Wr77aU0gDgFQ, Erişim Tarihi 11/07/2018.
- CRYPTO-ASSETS. (2024) "Crypto-assets", **European Commission**, "Çevrimiçi" https://finance.ec.europa.eu/digital-finance/crypto-assets_en Erişim tarihi 20/05/2024.
- CUFFE, P. (2018) "The role of the ERC-20 token standard in a financial revolution: the case of Intial Coin Offerings", **In IEC-IEEE-KATS Academic Challenge**.
- CZARNECKI, J.; K. WOJDYŁO (2017, Ocak 12) "Blockchain, smart contracts and DAO from a legal perspective", **Oxford Business Law Blog**, "Çevrimiçi" <https://blogs.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2017/01/blockchain-smart-contracts-and-daos-legal-perspective> Erişim tarihi 05/08/2023.
- ÇARKACIOĞLU, A. (2016) "Kripto-Para Bitcoin", **Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi**, Araştırma Raporu, ss. 1-79.
- ÇEBİŞLİ, N. (2022) "Kripto Para Bitcoin ile Altın Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", **Uşak Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 2 Sayı 1, ss. 59-71.
- ÇEKİN, M. S. (2022) "Kripto Varlıklar Üzerinde Gerçekleştirilen İşlemlerin Borçlar Hukuku ve Eşya Hukuku Açısından Değerlendirilmesi", **İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt 9 Sayı 1, ss. 187-216.
- ÇOBAN, F.; L. DEMİR (2021) "Yapay sinir ağları ve destek vektör regresyonu ile talep tahmini: gıda işletmesinde bir uygulama", **Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, Cilt 23 Sayı 67, ss. 327-338.

- ÇOKMUTLU, M. E.; M. KILIÇ (2022) "Kripto Varlıklar Olarak Tokenların Muhasebeleştirilmesi", **International Journal of Applied Economic and Finance Studies**, Cilt 7 Sayı 1, ss. 19-36.
- ÇUBUKCU, G. (2022) "Non-Fungible Token'i (NFT) anlamak ve Türkçe isim önerisi", **International Journal of Social Sciences and Education Research**, Cilt 8 Sayı 3, ss. 259-273.
- DALTON, M. (2023) "Ethereum futures ETFs launch with modest first day of trading", **Crypto Slate**, "Çevrimiçi" <https://cryptoslate.com/ethereum-futures-etfs-launch-with-modest-first-day-of-trading/> Erişim Tarihi 18/03/2024.
- DANACI, M.; M. ÇELİK; A. AKKAYA (2010) "Veri madenciliği yöntemleri kullanılarak meme kanseri hücrelerinin tahmin ve teşhisi", **Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Konferansı**, Kayseri, Türkiye, ss. 1-4.
- DEEPIKA, E. P.; E. R. KAUR (2017) "Cryptocurrency: Trends, perspectives and challenges", **International Journal of Trend in Research and Development**, Volume 4, Issue 4, ss. 4-6.
- United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit 17.05.2007, Case 1:07-cr-00109-RMC, (<https://www.cadc.uscourts.gov/judgments>), ss.1-28.
- DELANY, S. J.; P. CUNNINGHAM; L. COYLE (2005) "An Assessment of Case-Based Reasoning for Spam Filtering", **Artificial Intelligence Review**, Volume 24, Issue 3, ss. 359-378.
- DEMİREL, A. C.; A. HAZAR (2021) "Kripto Para Değerlerine Dayanılarak BİST 100 Endeks Hareketi Tahmininde Destek Vektör Makineleri Uygulaması", **Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 5 Sayı 1, ss.
- DENER, M.; M. DÖRTERLER; A. ORMAN (2009) "Açık Kaynak Kodlu Veri Madenciliği Programları: WEKA'da Örnek Uygulama", **Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri**, Şanlıurfa, Türkiye, ss. 787-796.
- DEVELLIS, R. F. (2005) "Inter-Rater Reliability", **Encyclopedia of Measurement in Social Sciences**, Volume 2, ss. 317–322.
- DIETTERICH, T. (1995) "Overfitting and undercomputing in machine learning", **ACM Computing Surveys**, Volume 27, Issue 3, ss. 326–327.
- DIZKIRICI, A. S.; GÖKGÖZ, A. (2018) "Kripto Para Birimleri ve Türkiye'de Bitcoin Muhasebesi", **Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies**, Volume 4, Issue 2, ss. 92–105.
- Digitally Tokenized Silver for Secure, Transparent, and Accessible** (2025) "Çevrimiçi" <https://xagx.org/>, Erişim Tarihi 07/03/2025.

- DOĞAN, Ş. (2020) "Dijital Çağda Paranın Dönüşümü: Kripto Para Birimleri ve Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi: Üniversite Öğrencilerine Yönelik Bir Araştırma", **Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 8, Sayı 3, ss. 859–870.
- DOJ (United States Department of Justice Office of Public Affairs) (2023) "**Russian Nationals Charged With Hacking One Cryptocurrency Exchange and Illicitly Operating Another**", "Çevrimiçi" <https://www.justice.gov/opa/pr/russian-nationals-charged-hacking-one-cryptocurrency-exchange-and-illicitly-operating-another> Erişim Tarihi 23/05/2024.
- DOJ (United States Department of Justice Office of Public Affairs) (2024) "**Samuel Bankman-Fried Sentenced to 25 Years for His Orchestration of Multiple Fraudulent Schemes**", "Çevrimiçi" <https://www.justice.gov/opa/pr/samuel-bankman-fried-sentenced-25-years-his-orchestration-multiple-fraudulent-schemes> Erişim Tarihi 23/05/2024.
- DONIYOROV, L.; J. ESHONKULOV (2025) "Crypto-Assets and Property Rights: Modern Approaches and Legal Disputes", **International Journal of Artificial Intelligence**, Volume 5, Issue 3, ss. 1859-1870.
- DOMBALAGIAN, O. H. (2024) "Are Cryptoexchanges the Exchange Act's Trojan Horse?", **Berkeley Business Law Journal**, Volume 21, Issue 1, ss. 24-2.
- DONNA, M.; C. BIANCHI (2024) "Blockchain & Cryptocurrency Laws and Regulations 2024", **Global Legal Insights**, "Çevrimiçi" <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/italy/> Erişim Tarihi 10/05/2024.
- DOU, Y.; W. MENG (2023) "Comparative analysis of weka-based classification algorithms on medical diagnosis datasets", **Technology and Health Care**, Volume 31, Issue 1, ss. 397-408.
- DREIER, J.; A. KASSEM; P. LAFOURCADE (2015) "Formal Analysis of E-Cash Protocols", IEEE (Dü.), **In 2015 12th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications**, Colmar, France, Volume 4, ss. 65-75.
- DROULERS, A. (2024) "Hong Kong Firm Targets Spot Bitcoin ETF Launch in First Quarter", **Bloomberg**, "Çevrimiçi" <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-01-19/hong-kong-firm-targets-spot-bitcoin-btc-etf-launch-in-first-quarter?srnd=undefined> Erişim Tarihi 27/02/2024.
- DU, W.; Z. ZHAN (2023, Ağustos) "Using randomized response techniques for privacy-preserving data mining", **Proceedings of the Ninth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining**, Washington, United States of America, s. 505-510.

Dünyada Blokzinciri Regülasyonları ve Uygulama Örnekleri: Karşılaştırma Raporu (2019) "Çevrimiçi"

https://bctr.org/dokumanlar/Dunyada_Blokzinciri_Regulasyonlari.pdf, Erişim Tarihi 04/05/2024.

DYHRBERG, A. H. (2016) "Bitcoin, gold and the dollar-A GARCH volatility analysis", **Finance Research Letters**, Volume 16, ss. 85-92.

EISSA, H.; T N. ELESİ; S. MANSOUR (2022) "Comparison study of commonly used activation functions for deep neural networks", **Al Academia Journal for Basic and Applied Sciences**, Volume 4, Issue 2, ss. 1-11.

EKREM, E. C.; Z. DAŞIKAN (2021) "Perinatal dönemde yapay zekâ teknolojisinin kullanımı", **Eurasian Journal of Health Technology Assessment**, Cilt 5 Sayı 2, ss. 147-162.

ELLIOTT, D. J.; L. D. LIMA (2018) "**Crypto-Assets: Their Future and Regulation**", "Çevrimiçi" https://www.atlantafed.org/-/media/documents/news/conferences/2018/1018-financial-stability-implications-of-new-technology/papers/elliott_crypto-assets.pdf Erişim Tarihi 27/11/2022.

ENGLERT, P. (2012) "Locally weighted learning", **Seminar Class on Autonomous Learning Systems**, Volume 1, Issue 1, ss. 1-9.

EOM, J.; J. S. LEE (2024) "South Korean Party Pledges Access to US Bitcoin ETFs in Race for Votes", **Bloomberg**, "Çevrimiçi" <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-04-17/higher-tariffs-on-chinese-steel-aluminum-sought-by-biden-in-2024-election-push> Erişim Tarihi 17/04/2024.

ERDEM, T. (2024) "Bitcoin'den Sonra Gözler Ethereum'a Dönecek: SEC ETF Onayı İçin Sinyali Çoktan Verdi!", **Koin Bülteni**, "Çevrimiçi" <https://koinbulteni.com/bitcoinden-sonra-gozler-ethereuma-donecek-sec-etf-onayi-icin-sinyali-coktan-verdi-204479.html#:~:text=SEC%2C%20Ethereum%20vadeli%20i%C5%9Flem%20ETF,olarak%20kabul%20ettikleri%20anlam%C4%B1na%20geliyor> Erişim Tarihi 11/03/2024.

ERDOĞAN, S.; M. Y. AHMED; S. A. SARKODIE (2022) "Analyzing asymmetric effects of cryptocurrency demand on environmental sustainability", **Environmental Science and Pollution Research**, Volume 29, Issue 1, ss. 31723–31733.

EREN, B. S.; EREK, M. S.; AKBABA, A. B. (2020) "Kripto Para Kavramı ve Muhasebeleştirilmesi", **İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi**, Cilt 9 Sayı 2, ss. 1340-1367.

- ERGUN, H.; A. ESENKAYA (2022) "Blockchain Teknolojisi ile Finansal Piyasalar da Yaşanan Gelişmeler Üzerine bir İnceleme", **Karatay İslam İktisadı ve Finans Dergisi**, Cilt 1 Sayı 1, ss. 77-98.
- ERKOYUN, E. (2025) "Turkey Taking Crypto Transaction Steps to Hinder Laundering, Simsek Says", **Reuters**, "Çevrimiçi" <https://www.reuters.com/world/middle-east/turkey-taking-crypto-transaction-steps-hinder-laundering-simsek-says-2025-06-24/> Erişim Tarihi 26/06/2025.
- ERMAKOV, A.; E. ECONOMETRICIAN (2024) "Electricity demand growth for data centres and AI and implications for natural gas-fired power generation", **Gas Exporting Countries Forum**, "Çevrimiçi" https://www.gecf.org/_resources/files/events/gecf-expert-commentary-electricity-demand-growth-for-data-centres-and-ai-and-implications-for-natur/eefd-ec-2024-electricity-demand-for-data-centres-and-ai.pdf Erişim Tarihi 18/02/2025.
- ERNST & YOUNG (2018) "Accounting for crypto-assets", "Çevrimiçi" <https://eyfinancialservicesthoughtgallery.ie/wp-content/uploads/2018/03/EY-IFRS-Accounting-for-crypto-assets.pdf> Erişim Tarihi 08/12/2022.
- ERŞİN, A. (2024) "Sec Bitcoin ETF Kararı", **Hukuk ve Bilişim Dergisi**, "Çevrimiçi" <https://hukukvebilisim.org/sec-bitcoin-etf-karari/> Erişim Tarihi 10/02/2024.
- ERTEN, Z. (2024) "KYC'nin Kripto Para Borsalarındaki Rolü ve Önemi", **Hukuk ve Bilişim Dergisi**, "Çevrimiçi" <https://hukukvebilisim.org/kycnin-kripto-para-borsalarindaki-rolu-ve-onemi/> Erişim Tarihi 28/05/2024.
- ESHEL, T.; ve diğerleri (2024) "One Thousand Years of Mediterranean Silver Trade to the Levant: A Review and Synthesis of Analytical Studies", **Journal of Archaeological Research**, Volume 1, Issue 1, ss. 1-40.
- EŞİDİR, K. A. (2025) "TÜİK Mikro Verileri ile Çocuk İşgücü Tahmini: Makine Öğrenimi Modellerinin Performans Analizleri", **Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 37 Sayı 1, ss. 453-466.
- Ethereum Average Block Time Chart** (2023) "Çevrimiçi" <https://etherscan.io/chart/blocktime>, Erişim Tarihi 02/12/2023.
- Ethereum Proof-of-Authority on Azure** (2018) "Çevrimiçi" <https://azure.microsoft.com/en-us/blog/ethereum-proof-of-authority-on-azure/>, Erişim Tarihi 28/11/2023.
- EUR-LEX (2020) "Proposal for a regulation of the european parliament and of the council on Markets in Crypto-assets, and amending Directive (EU) 2019/1937", "Çevrimiçi" <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0593&print=true> Erişim Tarihi 09/05/2024.

EUR-LEX (2023) "**Regulation (EU) 2023/1114 Of The European Parliament And of The Council**", "Çevrimiçi" <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R1114> Erişim Tarihi 08/05/2024.

FADEYI, O.; ve diğerleri (2019) "Opinions on sustainability of smart cities in the context of energy challenges posed by cryptocurrency mining", **Sustainability**, Volume 12, Issue 1, ss. 169.

FANTACCI, L.; L. GOBBI (2021) "Stablecoins, Central Bank Digital Currencies and US Dollar Hegemony: The geopolitical stake of innovations in money and payments", **Accounting, Economics, and Law: A Convivium**, Volume 14, Issue 2, ss. 1-28.

FATF (The Financial Action Task Force) (2019) "**Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers**", "Çevrimiçi" <https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/RBA-VA-VASPs.pdf> Erişim Tarihi 24/05/2024.

FATF (The Financial Action Task Force) (2021) "**Updated Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers**", "Çevrimiçi" <https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/Updated-Guidance-VA-VASP.pdf.coredownload.inline.pdf> Erişim Tarihi 13/05/2024.

FIDAN, M.; DİLEK, S.; ESEV, A. (2019) "Dünden Bugüne Paranın Tarihi ve Türkiye’de Kağıt Para Kullanımı", **Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 9 Sayı 18, ss. 141-162.

FinCEN (Financial Crimes Enforcement Network) (2013) "**Application of FinCEN’s Regulations to Persons Administering, Exchanging, or Using Virtual Currencies**", "Çevrimiçi" <https://www.fincen.gov/sites/default/files/shared/FIN-2013-G001.pdf> Erişim Tarihi 18/04/2024.

FINCEN (Financial Crimes Enforcement Network) (2019) "**Application of FinCEN’s Regulations to Certain Business Models Involving Convertible Virtual Currency**", "Çevrimiçi" <https://www.fincen.gov/sites/default/files/2019-05/FinCEN%20Guidance%20CVC%20FINAL%20508.pdf> Erişim Tarihi 28/05/2024.

FRANKENFIELD, J. (2022) "Altcoin", **Investopedia**, "Çevrimiçi" <https://www.investopedia.com/terms/a/altcoin.asp> Erişim Tarihi 14/12/2022.

FROST, J. (2025) "**Multinomial Logistic Regression: Overview & Example**", "Çevrimiçi" <https://statisticsbyjim.com/regression/multinomial-logistic-regression/> Erişim Tarihi 13/05/2025.

FRÖHLICH, M.; GUTJAHR, F.; ALT, F. (2020) "Don't lose your coin! Investigating Security Practices of Cryptocurrency Users", **In Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference**, Temmuz, ss. 1751-1763.

- FSB (Financial Stability Board) (2020) “**Addressing the Regulatory, Supervisory and Oversight Challenges Raised by “Global Stablecoin” Arrangements**” "Çevrimiçi" <https://www.fsb.org/uploads/P140420-1.pdf>, Erişim Tarihi 27/08/2023.
- FSB (Financial Stability Board) (2018) "**Crypto-asset markets: Potential channels for future financial stability implications**", "Çevrimiçi" <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P101018.pdf> Erişim Tarihi 17/11/2022.
- FSB (Financial Stability Board) (2023) “**IMF-FSB Synthesis Paper: Policies for Crypto-Assets**”, "Çevrimiçi" <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/R070923-1.pdf>, Erişim Tarihi 07/09/2023.
- FSB (Financial Stability Board) (2023a) “**FSB Finalises Global Regulatory Framework for Crypto-Asset Activities**”, "Çevrimiçi" <https://www.fsb.org/2023/07/fsb-finalises-global-regulatory-framework-for-crypto-asset-activities/#:~:text=In%20October%202022%2C%20the%20FSB,ran%20until%2015%20December%202022>, Erişim Tarihi 13/05/2024.
- FSB (Financial Stability Board) (2023b) “**High-Level Recommendations for the Regulation, Supervision and Oversight of Crypto-Asset Activities and Markets**”, "Çevrimiçi" <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P170723-2.pdf>, Erişim Tarihi 21/05/2024.
- Futures (2025) "Çevrimiçi" <https://finance.yahoo.com/markets/commodities/> Erişim Tarihi 09.07.2025.
- GAJDEK, S. (2018) "Bitcoin As An Example Of Cryptocurrency – Current State And Perspectives", **Annals of Marketing Management & Economics**, Volume 4, Issue 2, ss. 47-56.
- GALBRAITH, J. K. (1990) **Para Nereden Gelir Nereye Gider**, Çeviren: Belkıs Çorakçı, Nilgün Himmetoğlu, İstanbul, Altın Kitaplar Yayınevi.
- GARRIGA, M.; M. ARIAS; A. DE RENZIS (2018) “**Blockchain and Cryptocurrency: A Comparative Framework of the Main Architectural Drivers**”, arXiv preprint arXiv: 1812.08806.
- GECHEV, V. (2022) “**The Fallacy of Stablecoins**”, Available at SSRN 4263372.
- GENSLER, G. (2024) "Statement on the Approval of Spot Bitcoin Exchange-Traded Products", **U.S. Securities and Exchange Commission**, "Çevrimiçi" https://www.sec.gov/news/statement/gensler-statement-spot-bitcoin-011023#_ftn2 Erişim Tarihi 13/02/2024.
- GEORGE, K. (2024) "**Cryptocurrency Regulations Around the World**", "Çevrimiçi" <https://www.investopedia.com/cryptocurrency-regulations-around-the-world-5202122> Erişim Tarihi 13/05/2024.

- GEORGIEV, G. (2024) "**What is an IDO - Initial DEX Offering? (Updated 2024)**", **CryptoPotato**, "Çevrimiçi" <https://cryptopotato.com/what-is-an-initial-dex-offering-ido-how-is-it-different-than-ico-ieo/#what> Erişim Tarihi 20/05/2024.
- GHERGHELAS, S. (2022) "**Dapp Industry Report 2022**", "Çevrimiçi" <https://dappradar.com/blog/dapp-industry-report-2022-dapp-industry-proves-resilient-in-crypto-winter> Erişim Tarihi 01/09/2023.
- GHORBEL, A.; A. JERIBI (2021) "Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets", **Decisions in Economics and Finance**, Volume 44, Issue 2, ss. 817-843.
- GHOSHAL, D. (2018) "**South Korea's crypto craze has morphed into a blockchain boom**", "Çevrimiçi" <https://qz.com/1485034/how-south-koreas-crypto-craze-turned-into-a-blockchain-boom> Erişim Tarihi 25/03/2024.
- Global Live Cryptocurrency Charts & Market Data** (2023) "Çevrimiçi" <https://coinmarketcap.com/charts/>, Erişim Tarihi 05/08/2023.
- GIBBS, T.; S. YORDCHIM (2014) "Thai Perception on Litecoin Value", **International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering**, Volume 8, Issue 8, ss. 2589-2591.
- GİTMEZ, E. (2023) "Devletlerin Kripto Varlıklara İlişkin Hukuki Düzenlemeleri Üzerinden Bir Değerlendirme", **Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt 27 Sayı 1, ss. 1-26.
- GOSAVI, N. A.; S. D. JOSHI (2021) "Cryptocurrency in India: An assessment of the prospects and challenges", **International Journal of Foreign Trade and International Business**, Volume 3, Issue 2, ss. 103-107.
- GÖKTAŞ, P.; B. AKSU (2021) "Endüstri 4.0 ile Beraber Blok Zincir (Blockchain) Teknolojisi, Bitcoin ve Sanal Paraların Gelecekteki Olası Etkileri", **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 26 Sayı 3, ss. 279-293.
- GÖRGÜ, B. (2022) "**Kripto piyasasının 'Mt. Gox' kabusu geri döndü**", Bloomberg, "Çevrimiçi" <https://www.bloomberght.com/kripto-piyasasinin-mtgox-kabusu-geri-dondu-2312971> Erişim Tarihi 23/05/2024.
- GRAMS Gram Silver** (2025) "Çevrimiçi" <https://www.token.com.tr/rezerv-tokenlar/gram-silver-grams/>, Erişim Tarihi 07/03/2025.
- GRANDJEAN, D.; L. HEIMBACH; R. WATTENHOFER (2023) "**Ethereum Proof-of-Stake Consensus Layer: Participation and Decentralization**", arXiv:2306.10777.
- GREGORY, R.; T. MINI (2025) "**Token Economics**", Elgar Encyclopedia of Cryptocurrencies, Blockchain, and DLT, Edward Elgar, ss. 1-8.

- GRIMES, D. A.; K. F. SCHULZ (2008) "Making sense of odds and odds ratios", **Obstetrics & Gynecology**, Volume 111, Issue 2, ss. 423-426.
- GROBYS, K.; ve diğerleri (2021) "On the stability of stablecoins", **Journal of Empirical Finance**, Volume 64, ss. 207-223.
- GUIDI, B. (2021) "An overview of blockchain online social media from the technical point of view", **Applied Sciences**, Volume 11, Issue 21, Article 9880, ss. 1-13.
- GULLIFER, L.; M. HARA; C. W. MOONEY (2019) "**English translation of the Mt Gox judgment on the legal status of bitcoin prepared by the Digital Assets Project**", "Çevrimiçi" <https://blogs.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2019/02/english-translation-mt-gox-judgment-legal-status-bitcoin-prepared> Erişim Tarihi 23/05/2024.
- GUPTA, A.; ve diğerleri (2020) "Tokenization of real estate using blockchain technology", **Applied Cryptography and Network Security Workshops: ACNS 2020 Satellite Workshops, AIBlock, AIHWS, AIoTS, Cloud S&P, SCI, SecMT, and SiMLA**, Roma, Italy, Springer International Publishing, Volume 18, ss. 77-90.
- GURDGIEV, C.; D. O'LOUGHLIN (2020) "Herding and anchoring in cryptocurrency markets: Investor reaction to fear and uncertainty", **Journal of Behavioral and Experimental Finance**, Volume 25, Article 100271.
- GÜVEN, V.; E. ŞAHİNÖZ (2022) **Blokzincir - Kripto Paralar - Bitcoin Satoshi Dünyayı Değiştiriyor**, 9.bs., İstanbul, Kronik Kitap.
- HACKER, P.; C. THOMALE (2018) "Crypto-securities regulation: ICOs, token sales and cryptocurrencies under EU financial law", **European Company and Financial Law Review**, Volume 15, Issue 4, ss. 645-696.
- HALL, J. (2023) "**Bitcoin, Sango Coin and the Central African Republic**", "Çevrimiçi" <https://cointelegraph.com/news/bitcoin-sango-coin-and-the-central-african-republic> Erişim Tarihi 12/05/2024.
- HAMILTON, M. (2020) "Blockchain distributed ledger technology: An introduction and focus on smart contracts", **Journal of Corporate Accounting & Finance**, Volume 31, Issue 2, ss. 7-12.
- HAMIN, D. I. (2020) "Crypto currensi dan pandangan legalitas menurut Islam: sebuah literature review", **Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis**, Volume 3, Issue 2, ss. 127-139.
- HAMOUDA, F.; I. YOUSAF; M. A. NAEEM (2024) "Exploring the dynamics of equity and cryptocurrency markets: fresh evidence from the Russia–Ukraine war", **Computational Economics**, Volume 64 ss. 3555–3576.

- HAN, J.; M. KAMBER; J. PEİ (2012) **Data Mining Concepts and Techniques**, 3.bs., Massachusetts, Morgan Kaufmann Publishers.
- HAN, L.; ve diğerleri (2010) "Adaptive knowledge transfer based on locally weighted learning", **2010 International Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence**, Hsinchu, Taiwan, IEEE, ss. 392-397.
- HARDIYANTO, N.; W. RAFDINAL; C. JUNIARTI (2023) "**Financial Technology In The New Era: Cryptocurrency**", "Çevrimiçi" https://www.researchgate.net/profile/Wahyu-Rafdinal/publication/377921737_FINANCIAL_TECHNOLOGY_IN_THE_NEW_ERA_Cryptocurrency/links/65bcecef79007454975fcb02/FINANCIAL-TECHNOLOGY-IN-THE-NEW-ERA-Cryptocurrency.pdf Erişim Tarihi 17/03/2025.
- HARRIS, J. K. (2021) "Primer on binary logistic regression", **Family Medicine Community Health**, Volume 9, ss. 1-7.
- HARTONO, D. J.; S. SUYANTO (2023) "Major Determinants of Bitcoin Price: Application of a Vector Error Correction", **Investment Management and Financial Innovations**, Volume 20 Issue 4, ss. 257-271.
- HASAN, M. F. (2023) "Beyond Bitcoin: A Review Study on the Diverse Future of Cryptocurrency", **Iconic Research and Engineering Journals**, Volume 7, Issue 3, ss. 64-69.
- HAYWOOD, S. R. (2024) "**Kripto topluluğu yeni tarihlere yönelirken SEC, Fidelity Ethereum ETF'sini erteledi**", SEC, "Çevrimiçi" <https://www.sec.gov/files/rules/sro/cboebzx/2024/34-99390.pdf> Erişim Tarihi 10/03/2024.
- HE, N.; ve diğerleri (2020) "**Security Analysis of EOSIO Smart Contracts**", arXiv preprint arXiv:2003.06568v2.
- HEARST, M.; ve diğerleri (1998) "Support vector machines", **IEEE Intelligent Systems and their Applications**, Volume 13, Issue 4, ss. 18-28.
- HELLANI, H.; ve diğerleri (2018) "On BlockChain Technology: Overview of Bitcoin and Future Insights", **IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology**, Beirut, Lebanon, ss. 1-8.
- HICKS, S. A.; ve diğerleri (2022) "On evaluation metrics for medical applications of artificial intelligence", **Scientific Reports**, Volume 12, Issue 1, ss. 5979.
- HINMAN, W. (2018) "**Digital Asset Transactions: When Howey Met Gary (Plastic)**", "Çevrimiçi" <https://www.sec.gov/news/speech/speech-hinman-061418> Erişim Tarihi 21/04/2024.

- HITAM, N. A.; A. R. ISMAIL (2018) “Comparative performance of machine learning algorithms for cryptocurrency forecasting”, **Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science**, Volume 11, Issue 3, ss. 1121-1128.
- HM TREASURY. (2018) “**Cryptoassets Taskforce: Final Report**”, “Çevrimiçi” <https://www.gov.uk/government/publications/cryptoassets-taskforce> Erişim Tarihi 23/11/2022.
- HODSON, T. (2022) “Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): When to use them or not”, **Geoscientific Model Development Discussions**, Volume 15, Issue 14, ss. 5481–5487.
- Hong Kong Securities and Futures Commission (2023) “**Circular on SFC-Authorised Funds With Exposure to Virtual Assets**”, “Çevrimiçi” <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/api/circular/openFile?lang=TC&refNo=23EC65>, Erişim Tarihi 02/03/2024.
- HOSMER, D. W.; S. LEMESHOW (2000) “**Applied Logistic Regression**”, 2.bs., New York, United States of America, John Wiley & Sons Inc..
- HOUY, S.; P. SCHMID; A. BARTEL (2023) “Security aspects of cryptocurrency wallets-a systematic literature review”, **ACM Computing Surveys**, Volume 56, Issue 1, ss. 1-31.
- How Luxembourg Taxes Cryptocurrency and NFTs** (2024) “Çevrimiçi” <https://www.simmons-simmons.com/en/features/tax-on-cryptocurrency/clb0yenvm006itqc0aor97dl1/how-luxembourg-taxes-cryptocurrency-and-nfts>, Erişim Tarihi 11/05/2024.
- HUANG, Y.; ve diğerleri (2020) “**Characterizing Eosio Blockchain**”, arXiv preprint arXiv:2002.05369v1.
- HUSEYNLI, N. (2024) “Dijital Finansın Temelleri: Blockzincir ve Kripto Paralar”, **Uluslararası Finansal Ekonomi ve Bankacılık Uygulamaları Dergisi**, Cilt 5 Sayı 1, ss. 52-67.
- Hürriyet (2017) “**Litecoin Nedir?**” “Çevrimiçi” <https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/litecoin-nedir-40675848>, Erişim Tarihi 06/11/2023.
- HÜSEYİN, R. (2021) “**Optimizing a Random Forest**”, “Çevrimiçi” <https://medium.datadriveninvestor.com/optimizing-a-random-forest-44ad5f44ef0c> Erişim Tarihi 10/05/2025.
- IGNATIUS, D. (2021) “Transcript: The Path Forward: Cryptocurrency with Gary Gensler”, **The Washington Post**, “Çevrimiçi” <https://www.washingtonpost.com/washington-post-live/2021/09/21/transcript-path-forward-cryptocurrency-with-gary-gensler/> Erişim Tarihi 16/03/2024.

- IMF (International Monetary Fund) (2021) “**Global Financial Stability Report Covid-19, Crypto, and Climate: Navigating Challenging Transitions. Executive Summary**”, “Çevrimiçi” <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2021/10/12/global-financial-stability-report-october-2021> Erişim Tarihi 21/05/2024.
- IMAL, F. H. (2021) “**FATF ve IOSCO Düzenlemelerinde Sanal Varlık Hizmet Sağlayıcılar**”, “Çevrimiçi” <https://universalhukuk.com/fatf-ve-iosco-duzenlemelerinde-sanal-varlik-hizmet-saglayicilar> Erişim Tarihi 14/05/2024.
- IMISTHOS. (2021) “**SEC Approves Bitcoin Synthetic ETF**”, “Çevrimiçi” <https://www.bitsofblocks.io/post/sec-approves-bitcoin-etf> Erişim Tarihi 16/03/2024.
- Indictment of the United States Attorney's Office for the Northern District of California 06.08.2023. 3:22-cr-00255-VC. Document:7 (U.S. Department of Justice, 12.07.2022), ss. 5-12.
- Infrastructure Investment and Jobs Act. The U.S. Government Publishing Office (2021) “**Infrastructure Investment and Jobs Act**”, “Çevrimiçi” <https://www.congress.gov/117/plaws/publ58/PLAW-117publ58.pdf>, Erişim Tarihi 24/04/2024.
- IRIGOIN, A. (2018) “The New World and the Global Silver Economy”, **Global Economic History**, Der.: Tirthankar Roy; Giorgio Riello, London, England, Bloomsbury Academic, ss. 271-286.
- ISHAQ, K.; F. KHAN (2023) “**Block Chain in the IoT industry: A Systematic Literature Review**”, arXiv preprint arXiv:2308.13613.
- ISLAM, M. S.; ve diğerleri (2025) “Machine Learning-Based Cryptocurrency Prediction: Enhancing Market Forecasting with Advanced Predictive Models”, **Journal of Ecohumanism**, Volume 4, Issue 2, ss. 2498 – 2519.
- İÇTEN, T.; ve diğerleri (2022) “Vergi Konseyi Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi Çalışma Grubu Raporu”, **T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı Vergi Konseyi**, “Çevrimiçi” <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/8/2024/01/6Kripto-Varliklarin-Vergilendirilmesi-2022-1-1.pdf> Erişim Tarihi 28/04/2024.
- İlk **DEX** **Arzı** **(IDO)** (2024) “Çevrimiçi” <https://academy.binance.com/tr/glossary/initial-dex-offering-ido>, Erişim Tarihi 20/05/2024.
- İş Bankası’ndan Blockchain Teknolojisiyle Dış Ticarete Bir İşlem Daha** (2020) “Çevrimiçi” <https://www.isbank.com.tr/bankamizi-taniyin/is-bankasindan-blockchain-teknolojisiyle-dis-ticarete-bir-islem-daha>, Erişim Tarihi 14/09/2023.

- JAIN, R.; D. PRAJAPATI; A. DANGI (2023) "Transforming the financial sector: A review of recent advancements in FinTech", **International Journal for Research Trends and Innovation**, Volume 8, Issue 2, ss. 250-267.
- JAIN, S.; ve diğerleri (2019) "Blockchain based Cryptocurrency for IOT", **In 2019 6th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks**, Noida, India, IEEE, ss. 744-749.
- JAKKULA, V. (2006) "**Tutorial on Support Vector Machine (SVM)**", School of EECS, Washington State University, Volume 37.
- JANI, S. (2017) "An overview of ethereum & its comparison with bitcoin", **International Journal of Scientific & Engineering Research**, Volume 10, Issue 8, ss. 1-6.
- JANI, S. (2018) "**An overview of ripple technology & its comparison with bitcoin technology**", "Çevrimiçi" <https://www.researchgate.net/publication> Erişim Tarihi 2024.
- JEFRI, S. (2024) "Navigating the Crypto Landscape: Exploring the Risks and Potential Misuse of Crypto Assets in Money Laundering", **E-Justice: Journal of Law and Technology**, Volume 1, Issue 1, ss. 16-29.
- JEONG, E. Y. (15/01/2018) "Uproar as South Korea Plans Cryptocurrency Crackdown", **The Wall Street Journal**, "Çevrimiçi" <https://www.wsj.com/articles/uproar-as-south-korea-plans-cryptocurrency-crackdown-1516010494> Erişim Tarihi 25/03/2024.
- JHA, P. (2024) "**Hong Kong'da ilk spot Bitcoin ETF başvurusu yapıldı**", "Çevrimiçi" <https://tr.cointelegraph.com/news/hong-kong-sfc-receives-first-spot-bitcoin-etf-application> Erişim Tarihi 26/02/2024.
- JJO, B. T.; A. M. ABDULAZEEZ (2021) "Classification based on decision tree algorithm for machine learning", **Journal of Applied Science and Technology Trends**, Volume 2, Issue 1, ss. 20-28.
- JOHN, K.; M. O'HARA; F. SALEH (2022) "Bitcoin and Beyond", **Annual Review of Financial Economics**, Volume 14, ss. 95-115.
- JOHNSON, S. (2021, Ekim 20) "Bitcoin exchange traded fund debuts on Wall Street", **Financial Times**, "Çevrimiçi" <https://www.ft.com/content/7bad0235-9fdd-4e0c-8d20-35a6c41696e0> Erişim Tarihi 16/03/2021.
- JUDIJANTO, L.; I. KUSNADI; AL-AMIN (2024) "Accounting Analysis for Cryptocurrencies: Challenges And Solutions In Financial Reporting Standards", **COSMOS: Jurnal Ilmu Pendidikan, Ekonomi ve Teknologi**, Volume 1, Issue 6, ss. 500-512.

- JUMAILI, M. L.; S. M. KARIM (2021) "Comparison of two cryptocurrencies: Bitcoin and Litecoin", **Journal of Physics: Conference Series**, Volume 1963, Issue 1, Bağdat, Iraq, IOP Publishing, Article 012143.
- JUNG, S. O. (2022) "**Towards a web application to detect and analyze wash trading in NFT collections on the Solana blockchain**". Department of Informatics Technische Universität München, München, Germany.
- JUNG-A, S.; B. HARRIS (2017, Aralık 7) "Bitcoin frenzy in South Korea pushes payment premiums to 23%", **Financial Times**, "Çevrimiçi" <https://www.ft.com/content/e774bd68-db09-11e7-a039-c64b1c09b482> Erişim Tarihi 25/03/2025.
- KAAL, W. A.; M. DELL'ERBA (2017) "Initial Coin Offerings: Emerging Practices, Risk Factors, and Red Flags". **Forthcoming in: FINTECH HANDBOOK**, Der.: Florian Möslin; Sebastian Omlor, Munich, Germany, Verlag CH Beck, ss. 1-22.
- KABLA, A.; ve diğerleri (2022) "Applicability of intrusion detection system on Ethereum attacks: A comprehensive review", **Institute of Electrical and Electronics Engineers**, Volume 10, ss. 71632-71655.
- KAJTAZI, A.; A. MORO (2019) "The role of bitcoin in well diversified portfolios: A comparative global study", **International Review of Financial Analysis**, Volume 61, ss. 143-157.
- KAKINAKA, S.; K. UMEMO (2021) "Exploring asymmetric multifractal cross-correlations of price–volatility and asymmetric volatility dynamics in cryptocurrency markets", **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, Issue 581, Article 126237.
- KGK (Kamu Gözetimi Kurumu) (2021) "**Kripto Varlıklar ve Kripto Varlıkların Raporlanması-Webinar Sonuç Raporu**", "Çevrimiçi" <https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/webinar/Webinar%20Sonu%C3%A7%20Raporu.pdf> Erişim Tarihi 02/08/2023.
- KAPENGUT, E.; B. MIZRACH (2023) "An Event Study of the Ethereum Transition to Proof-of-Stake", **Commodities**, Volume 2, Issue 2, ss. 96-110.
- KAPOOR, S. (2023) "Case Study: FTX and Sam Bankman-Fried", Seven Pillar Institute, "Çevrimiçi" <https://sevenpillarsinstitute.org/case-study-ftx-and-sam-bankman-fried/> Erişim Tarihi 24/05/2024.
- KAPRON, Z. (2025) "What Is Solana (SOL)? How It Works And What To Know", **Forbes**, "Çevrimiçi" <https://www.forbes.com/sites/digital-assets/article/what-is-solana-sol-how-it-works-and-what-to-know/> Erişim Tarihi 17/03/2025.
- KAPUKAYA, B. U. (2021) "**Kriptonun Sırları Kripto Paralara Güvenli Yatırımın El Kitabı**", 1.bs., İstanbul, Nefes Yayıncılık.

- KARA, Ş. E.; R. ŞAMLI (2021) “Yazılım projelerinin maliyet tahmini için WEKA’da makine öğrenmesi algoritmalarının karşılaştırmalı analizi”, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, Sayı 23, ss. 415-426.
- KARA, Y.; M. A. BOYACIOĞLU; Ö. K. BAYKAN (2011) “Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange”, **Expert Systems with Applications**, Volume 38, Issue 5, ss. 5311-5319.
- KARAAĞAÇ, G. A.; S. ALTINIRMAK (2018) “En Yüksek Piyasa Değerine Sahip On Kripto Paranın Birbirleriyle Etkileşimi”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı 79, ss. 123-138.
- KARAAHMETOVIC, S. (2024) “**Trump’ın Bitcoin’i stratejik rezerv varlık olarak tanımlaması çok önemli bir gelişme olarak görülüyor**”, “Çevrimiçi” <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/trumpn-bitcoini-stratejik-rezerv-varlik-olarak-tanmlamas-cok-onemli-bir-gelisme-olarak-goruluyor-432SI-2949648> Erişim Tarihi 18/12/2024.**
- KARAARSLAN, E. (2022) “Bankaların Potansiyel Kripto Varlık Riskleri ve Basel Komitesi’nin İhtiyati Yaklaşımının Değerlendirilmesi”, **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Sayı 47, ss. 245-264.
- KARAMAN, B.; A. GÜVEN (2021) “Fokal ve Fokal Olmayan EEG Sinyallerinin Sınıflandırılması”, **Electronic Letters on Science and Engineering**, Volume 17, Issue 1, ss. 20-29.
- KARAME, G.; E. ANDROULAKI (2016) “**Bitcoin and Blockchain Security**”, Norwood, United States of America, Artech House Inc..
- KARDAŞ, S. (2019) “Blokzincir teknolojisi: uzlaşma protokolleri”, **DÜMF Mühendislik Dergisi**, Cilt 10 Sayı 2, ss. 481-496.
- KARTAL, C. (2020) “Bitcoin Fiyatlarının K-Star Algoritması ile Modellenmesi”, **Business & Management Studies: An International Journal**, Volume 8, Issue 1, ss. 213-231.
- KARTLAŞMIŞ, M. C. (2023, Aralık 21) “**Dijital Ruble, Rusya’da Vergi Kanuna Eklendi!**”, “Çevrimiçi” <https://coinmuhendisi.com/blog/dijital-ruble-rusya-da-vergi-kanuna-eklendi/> Erişim Tarihi 04/05/2024.
- KAUR, G. (2023, Eylül 27) “**An overview of cryptocurrency regulations in South Korea**”, “Çevrimiçi” <https://cointelegraph.com/learn/crypto-regulations-in-south-korea> Erişim Tarihi 17/04/2024.
- KAUR, P.; ve diğerleri (2019) “Empirical analysis of cervical and breast cancer prediction systems using classification”, **International Journal of Education and Management Engineering**, Volume 3, ss. 1-15.

- KAVAS, A. (2022) “**Orta Afrika Cumhuriyeti’nde dijital para denemesi**”, “Çevrimiçi” <https://afam.org.tr/orta-afrika-cumhuriyetinde-dijital-pa-denemesi/> Erişim Tarihi 12/05/2024.
- KAYAKUŞ, M. (2021) “Yazılım çaba tahmininde yapay sinir ağları için optimum yapının belirlenmesi”, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, Sayı 22, ss. 43-48.
- KEÇECİ, B. (2023) “**EOS Coin Nedir? Nasıl Çalışır?**”, “Çevrimiçi” <https://coinmuhendisi.com/blog/eos-coin-nedir-nasil-calisir/> Erişim Tarihi 10/12/2023.
- KELEMEN, I.; J. VECSI (2024) “**Canadian securities regulators provide update on interim approach to value-referenced crypto assets**”, Canadian Securities Administrators, “Çevrimiçi” <https://www.securities-administrators.ca/news/canadian-securities-regulators-provide-update-on-interim-approach-to-value-referenced-crypto-assets/> Erişim Tarihi 12/05/2024.
- KENTON, W. (2022) “**Korean Composite Stock Price Indexes (KOSPI): Meaning, History**”, “Çevrimiçi” <https://www.investopedia.com/terms/k/kospi.asp> Erişim Tarihi 20/10/2024.
- KEREIBAYEV, O. (2023) “All You Need to Know About UK Crypto Regulations-2024 Guide”, **The Sumsuher**, “Çevrimiçi” <https://sumsub.com/blog/all-you-need-to-know-about-uk-crypto-regulations-2023-guide/> Erişim Tarihi 11/05/2024.
- KHAN, S.; ve diğerleri (2022) “Developing a credit card fraud detection model using machine learning approaches”, **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, Volume 13, Issue 3, ss. 411-418.
- KHANNA, N. (2021) “**J48 Classification (C4.5 Algorithm) in a Nutshell**”, Medium, “Çevrimiçi” <https://medium.com/@nilimakhanna1/j48-classification-c4-5-algorithm-in-a-nutshell-24c50d20658e> Erişim Tarihi 09/05/2025.
- KING, S.; S. NADAL (2012) “**PPCoin: Peer-to-Peer Crypto-Currency with Proof-of-Stake**”, “Çevrimiçi” <https://www.peercoin.net/read/papers/peercoin-paper.pdf> Erişim Tarihi 12/11/2023
- KING, T.; ve diğerleri (2021) “**Disruptive Technology in Banking and Finance: an International Perspective on FinTech**”, London, England, Palgrave Macmillan
- KIRBAŞ, İ. (2018) “Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları”, **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Cilt 9, Sayı 1, ss. 75-82.
- KOBAYASHI, N. (2025) “**Notice regarding Repayment in Bitcoin and Bitcoin Cash through Designated Cryptocurrency Exchange, etc. (6)**”, “Çevrimiçi” https://www.mtgox.com/img/pdf/20250327_50441ef4-dc28-473a-9fd2-495db2da4bbd_announcement_en.pdf Erişim Tarihi 02/07/2025.

- KOCHERGIN, D. (2022) "Crypto-Assets: Economic Nature; Classification and Regulation of Turnover", **International Organisations Research Journal**, Volume 17, Issue 3, ss. 75-130.
- KOÇOĞLU, Ş.; Y. E. ÇEVİK; C. TANRIÖVEN (2016) "Bitcoin Piyasalarının Etkinliği; Likiditesi ve Oynaklığı", **İşletme Araştırmaları Dergisi**, Cilt 8, Sayı 2, ss. 77-97.
- KONAK, F.; E. ÖZKAHVECİ (2023) "Blockchain Üzerine Yeni Bir Halka; Non-Fungible Token (NFT)'nin Bilinirliği Üzerine Bir Araştırma", **Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 13, Sayı 1, ss. 97-115.
- KOSPI Bileşenler** (2024c) "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/indices/kospi-components>, Erişim Tarihi 20/10/2024.
- KOZLOVSKYI, S.; ve diğerleri (2021) "Comparative Assessment of the Different Cryptocurrencies Investment Efficiency on the Different Time Periods", **Montenegrin Journal of Economics**, Volume 17, Issue 4, ss. 189-198.
- KRAUSE, D. (2024) "Unlocking Bitcoin Liquidity; The Impact of Cardano's Grail Bridge", Available at SSRN 5038636, ss. 1-21.
- KRAUSE, D. (2025) "Dogecoin ETFs; A Viable Investment or a Speculative Gimmick?", Available at SSRN 5122380.
- KREPPMEIER, J.; ve diğerleri (2023) "Real Estate Security Token Offerings and the Secondary Market; Driven by Crypto Hype or Fundamentals?", **Journal of Banking & Finance**, Volume 154, Article 106940.
- KRISHNAMURTHY, R.; G. RATHEE; N. JAGLAN (2020) "An Enhanced Security Mechanism Through Blockchain for E-Polling/Counting Process Using IoT Devices", **Wireless Networks**, Volume 26, Issue 4, ss. 2391-2402.
- Kripto Gümüş Nedir? Gümüş Endeksli Kripto Paralar Hakkında Her Şey** (2023b) "Çevrimiçi" <https://akademi.bitlo.com/makale/kripto-gumus-nedir-gumus-endeksli-kripto-paralar-hakkinda-her-sey>, Erişim Tarihi 12/10/2024.
- Kripto Para Birimleri Listesi** (2023, Ağustos 2) "Çevrimiçi" https://tr.wikipedia.org/wiki/Kripto_para_birimleri_listesi#cite_note-7, Erişim Tarihi 17/09/2023.
- Kripto Para Yatırımı Yaparken Nelere Dikkat Edilmelidir?** (2024b) "Çevrimiçi" <https://tr.investing.com/analysis/kripto-para-yatrm-yaparken-nelere-dikkat-edilmelidir-200495234>, Erişim Tarihi 29/05/2024.
- Kriptoların Piyasa Değeri 2,7 Trilyon Doları Geçti** (2021) "Çevrimiçi" <https://www.bloomberght.com/kriptolarin-piyasa-degeri-2-7-trilyon-dolari-gecti-2290195>, Erişim Tarihi 25/11/2022.

- KROLL, J. H. (2009) "What About Coinage?", **Interpreting the Athenian Empire**, Der.: Nikolaos Papazarkadas; Robert Parker, London, England, Duckworth, ss. 195-209.
- KRX (Korea Exchange) (2024) "**KRX History**", "Çevrimiçi" <https://global.krx.co.kr/contents/GLB/01/0102/0102040000/GLB0102040000.jsp#05e0c8f0ea08d0e4736f6b8af871c5e7=8> Erişim Tarihi 20/10/2024.
- KUCCOIN (2023) "**Understanding Crypto Users in Turkey: More Than Half of Turkish Adults Invest in Crypto**", "Çevrimiçi" <https://www.kucoin.com/blog/more-than-half-of-Turkish-adults-invest-in-crypto-tr> Erişim Tarihi 26/06/2025
- KUMAR, M.; M. THENMOZHI (2006) "Forecasting Stock Index Movement; A Comparison of Support Vector Machines and Random Forest", **Indian Institute of Capital Markets 9th Capital Markets Conference Paper**, ss. 1-16.
- KUO, T. T.; H. Z. ROJAS; L. OHNO-MACHADO (2019) "Comparison of Blockchain Platforms; A Systematic Review and Healthcare Examples", **Journal of the American Medical Informatics Association**, Volume 26, Issue 5, ss. 462-478.
- KURIAKOSE, N.; MIDHUNCHAKKARAVARTHY, D. (2022) "A Review on IoT Blockchain Technology", **Indian Journal of Data Communication and Networking**, Volume 3, Issue 1, ss. 1-5.
- KÜÇÜKAY, Ç. (2024) "**Ethereum ETF'i Piyasaya Sürülecek mi?**", "Çevrimiçi" <https://www.doviz.com/analiz/ethereum-etf-i-piyasaya-surulecek-mi/721236> Erişim Tarihi 06/02/2024.
- KÜÇÜKKIRALI, Z.; K. E. AFŞAR (2022) "Dijital Finansallaşma Kavramı Çerçevesinde Blok Zincir Teknolojisinin Yeni Finansal İş Modelleri ve Kripto Para Piyasaları", **İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 11, Sayı 1, ss. 115-138.
- KWON, Y.; ve diğerleri (2023, Temmuz 25) "**What Drives the (In)stability of a Stablecoin**", arXiv preprint arXiv:2307.11754v2
- LAKSHMI, T. M.; ve diğerleri (2013) "An Analysis on Performance of Decision Tree Algorithms Using Student's Qualitative Data", **International Journal of Modern Education and Computer Science**, Volume 5, Issue 5, ss. 18-27.
- LAMBERT, T.; LIEBAU, D.; ROOSENBOOM, P. (2021) "Security Token Offerings", **Small Business Economics**, Volume 59, 299-325.
- LANDIS, J. R.; G. G. KOCH (1977) "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data" **Biometrics**, Volume 33, Issue 1, ss. 159-174.
- Largest cryptocurrency spot exchanges based on 24h trade volume in the world on June 30, 2025 (in Billion U.S. Dollars) (2025)** "Çevrimiçi"

<https://www.statista.com/statistics/864738/leading-cryptocurrency-exchanges-traders/> Erişim Tarihi 02/07/2024.

LARIMER, D. (2018) “**EOSIO Dawn 3.0 Now Available**”, “Çevrimiçi” <https://medium.com/eosio/eosio-dawn-3-0-now-available-49a3b99242d7> Erişim Tarihi 09/12/2023.

LASHKARIPOUR, M. (2024) “Some Stylized Facts About Bitcoin Halving”, **Finance Research Letters**, Cilt 69, 106198.

LEE, J. (2024a) “**S. Korea Authorities Discuss Prospects for Allowing Spot Bitcoin ETFs**”, “Çevrimiçi” <https://www.reuters.com/technology/skorea-authorities-discuss-prospects-allowing-spot-bitcoin-etfs-2024-03-05/> Erişim Tarihi 24/04/2024.

LEE, J.; ve diğlerleri (2015) “Bitcoin Basics: A Primer on Virtual Currencies”, **Business Law International**, Volume 16, Issue 1, ss. 21-48.

LEE, S. C. (2022) “Magical Capitalism, Gambler Subjects: South Korea’s Bitcoin Investment Frenzy”, **Cultural Studies**, Volume 36, Issue 1, ss. 96-119.

LEE, S. P. (2024b) “**Dead Coins: Over 50% of Cryptocurrencies Have Failed**”, “Çevrimiçi” https://www.coingecko.com/research/publications/how-many-cryptocurrencies-failed?utm_source=twitter&utm_campaign=Data%2BVisualization&utm_medium=social Erişim Tarihi 17/05/2024.

LEE, S. H.; ve diğlerleri (2017) “In South Korea, the Virtual Currency Boom Hits Home”, **The New York Times**, “Çevrimiçi” <https://www.nytimes.com/2017/12/03/technology/virtual-currency-south-korea.html> Erişim Tarihi 25/03/2024.

LEE, S.-S.; ve diğlerleri (2023) “Sok: Not Quite Water Under the Bridge: Review of Cross-Chain Bridge Hacks”, **2023 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency**, Dubai, United Arab Emirates, IEEE, ss. 1-37.

LEWIS, A. (2021) **Bitcoin ve Blokzincirinin Temelleri**, Çeviren: Deniz Kılınç, İstanbul, Scala Yayıncılık.

LI, X.; A. B. WHINSTON (2020) “Analyzing Cryptocurrencies”, **Information Systems Frontiers**, Volume 22, ss. 17-22.

LIF, H. H. (2024) “**Müebbet Hapis Bile Mümkün: Güney Kore’de Kripto Para Yasaları Genişletildi!**”, “Çevrimiçi” <https://www.koinfinans.com/muebbet-hapis-bile-mumkun-guney-korede-kripto-para-yasolari-genisletildi/#:~:text=G%C3%BCney%20Kore%2C%20kripto%20para%20piyas%C4%B1nda,gibi%20ciddi%20yapt%C4%B1r%C4%B1mlar%C4%B1%20da%20i%C3%A7eriyor.> Erişim Tarihi 17/04/2024.

- LIGON, C. (2023) “**Conservative Candidate Yoon Suk-Yeol Wins South Korea’s Presidential Election**”, “Çevrimiçi”
<https://www.coindesk.com/policy/2022/03/09/conservative-candidate-yoon-suk-yeol-wins-south-koreas-presidential-election/> Erişim Tarihi 17/04/2023.
- LIN, C. Y.; H. K. LIAO; F. C. TSAI (2022) “A Systematic Review of Detecting Illicit Bitcoin Transactions”, **Procedia Computer Science**, Volume 207, ss. 3211-3219.
- LIN, L. X. (2019) “**Deconstructing Decentralized Exchanges**”, “Çevrimiçi”
<https://stanford-jblp.pubpub.org/pub/deconstructing-dex/release/1> Erişim Tarihi 23/03/2025.
- LIPTON, A.; ve diğerleri (2020) “Stablecoins, Digital Currency, and the Future of Money”, **Building the New Economy**, Volume 30, ss. 1-33.
- LUKAS, R.; S. SEIDENS (2019) “**Evaluating the Performance of Machine Learning Algorithms in Financial Market Forecasting: A Comprehensive Survey**”, arXiv preprint, arXiv:1906.07786.
- Luxembourg and Cryptocurrency** (2024b) “Çevrimiçi”
<https://freemanlaw.com/cryptocurrency/luxembourg/>, Erişim Tarihi 11/05/2024.
- Luxembourg Completes Its DLT Framework With Blockchain III Law** (2023) “Çevrimiçi”
<https://www.deloitte.com/lu/en/Industries/investment-management/perspectives/luxembourg-completes-its-dlt-framework-with-blockchain-III-law.html>, Erişim Tarihi 11/05/2024.
- LYER, T. (2022) “Cryptic Connections: Spillovers between Crypto and Equity Markets”, **Monetary and Capital Markets**, Global Financial Stability Notes, 2022/1
- MA, F.; ve diğerleri (2020) “Cryptocurrency Volatility Forecasting: A Markov Regime-Switching MIDAS Approach”, **Journal of Forecasting**, Volume 39, Issue 8, ss. 1277-1290.
- MACİT, D. (2022) “Paranın Evrimsel Dinamikleri: Dijital Çağda Nakitsiz Ekonominin Oluşumu”, **İşletme ve İktisadî Bilimler Metodoloji, Araştırma ve Uygulama**, Der.: Yüksel Akay Ünvan, Lyon, French, Livre de Lion, ss. 105-133.
- MAHESH, B. (2018) “Machine Learning Algorithms: A Review”, **International Journal of Science and Research**, Volume 9, Issue 1, ss. 381-386.
- MAHMOUD, Q.H.; ve diğerleri (2019) “Research Challenges and Opportunities in Blockchain and Cryptocurrencies”, **Internet Technology Letters**, Volume 2, Issue e93, ss. 1-6.

- MALHERBE, L.; ve diğeri (2019) “Cryptocurrencies and Blockchain: Opportunities and Limits of a New Monetary Regime”, **International Journal of Political Economy**, Volume 48, Issue 2, ss. 127-152.
- MANAA, M.; ve diğeri (2019) “**Crypto-Assets: Implications for Financial Stability, Monetary Policy, and Payments and Market Infrastructures**”, “Çevrimiçi”
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op223~3ce14e986c.en.pdf>
Erişim Tarihi 10/12/2022.
- MANDELBROT, B.; R.L. HUDSON (2021) **Finans Piyasalarında Saklı Düzen Risk Çöküş ve Kazanç**, Çeviren: Metin Hüner, 1.bs., İstanbul: Sia Kitap.
- MARIANA, C.D.; I.A. EKAPUTRA; Z.A. HUSODO (2021) “Are Bitcoin and Ethereum Safe-Havens for Stocks During the COVID-19 Pandemic?”, **Finance Research Letters**, Volume 38, Article 101798.
- MARTINEZ, D.; L. MAGDALENA; A.N. SAVITRI (2024) “AI and Blockchain Integration: Enhancing Security and Transparency in Financial Transactions”, **International Transactions on Artificial Intelligence**, Volume 3, Issue 1, ss. 11-20.
- MARUYAMA, T.; T. KAWACHI; V.P. SINGH (2005) “Entropy-Based Assessment and Clustering of Potential Water Resources Availability”, **Journal of Hydrology**, Volume 309, Issue 1-4, ss. 104-113.
- MAS (Monetary Authority of Singapore) (2017) “**MAS Clarifies Regulatory Position on the Offer of Digital Tokens in Singapore**”, “Çevrimiçi”
<https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2017/mas-clarifies-regulatory-position-on-the-offer-of-digital-tokens-in-singapore> Erişim Tarihi 04/05/2024.
- MASRANI, A. (2024) “**Cardano Mitigates DDoS Attack**”, “Çevrimiçi”
[https://www.nasdaq.com/articles/cardano-mitigates-ddos-attack#:~:text=The%20Cardano%20\(ADA%2DUSD\),transactions%20to%20disrupt%20its%20operations](https://www.nasdaq.com/articles/cardano-mitigates-ddos-attack#:~:text=The%20Cardano%20(ADA%2DUSD),transactions%20to%20disrupt%20its%20operations) Erişim Tarihi 18/03/2024.
- MAUGHAN, S.W. (2020) “Utility Token Offerings: Can a Security Transform into a Non-Security?”, **BYU Law Review**, Volume 2020, Issue 4, ss. 1113-1145.
- MAUME, P.; M. FROMBERGER (2019) “Regulations of Initial Coin Offerings: Reconciling US and EU Securities Laws”, **Chicago Journal of International Law**, Volume 19, Issue 2, ss. 548-585.
- MAYER, M.M. (2018) “Cryptocurrencies as an Alternative Asset Class”, **Junior Management Science**, Volume 3, Issue 4, ss. 1-29.
- McCLURE, Z. (2024) “**Guide to Crypto Tax in Canada (2024 CRA Rules)**”, “Çevrimiçi” <https://tokentax.co/blog/guide-to-crypto-taxes-in-canada> Erişim Tarihi 12/05/2024.

- McGEE, S.; B.M. KAMDAR (2023) “**VanEck, ProShares, Bitwise Launch ETFs Tied to Ether Futures**”, “Çevrimiçi” <https://www.reuters.com/technology/vaneck-launches-etf-tied-ether-futures-2023-10-02/> Erişim Tarihi 11/03/2024.
- McLAUGHLIN, T.F.; R.L. WILLIAMS (1988) The Token Economy, **Handbook of Behavior Therapy in Education**, Der.: Frank Gresham; J.C. Witt; Stephen N. Elliott, Boston, United States of America, Springer US, ss. 469-487.
- MEMBERS, L.A. (2019) “**An Introduction to Libra White Paper**”, “Çevrimiçi” <https://www.docdroid.net/kudDQUQ/librawhitepaper-en-us-pdf> Erişim Tarihi 19/12/2023.
- MIDDLEBROOK, S.T.; S.J. HUGHES (2014) “Regulating Cryptocurrencies in the United States: Current Issues and Future Directions”, **William Mitchell Law Review**, Volume 40, Issue 2, ss. 813-848.
- MISHKIN, F.S.; A. SERLETIS (2010) **The Economics of Money, Banking and Financial Markets**, 4.bs., Toronto, Canada, Pearson Canada Inc..
- MOGHADDAM, A.H.; M.H. MOGHADDAM; M. ESFANDYARI (2016) “Stock Market Index Prediction Using Artificial Neural Network”, **Journal of Economics, Finance and Administrative Science**, Volume 21, Issue 41, ss. 89-93.
- MOHAMED, H. (2021) “Decentralizing Finance via Cryptocurrencies and Tokenization of Assets and Peer-to-Peer Platforms”, **International Journal of Islamic Economics**, Volume 3, Issue 1, ss. 1-15.
- MOLLAZADE, K.; ve diğerleri (2008) “An Intelligent Combined Method Based on Power Spectral Density, Decision Trees and Fuzzy Logic for Hydraulic Pumps Fault Diagnosis”, **International Journal of Intelligent Systems and Technologies**, Volume 3, Issue 4, ss. 251-263.
- MOMTAZ, P.P. (2023) “Security Tokens”, **The Emerald Handbook on Cryptoassets: Investment Opportunities and Challenges**, Ed.: H. Kent Baker; Hugo Benedetti; Ehsan Nikbakht; Sean Stein Smith, Emerald Publishing Limited ss. 61-78.
- MOMTAZ, P.P.; K. RENNERTSEDER; H. SCHRÖDER (2019) “**Token Offerings: A Revolution in Corporate Finance?**”, Available at SSRN 3346964.
- MORGAN, G. A.; ve diğerleri (2003) “Logistic regression and discriminant analysis: Use and interpretation”, **Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry**, Volume 42, Issue 8, ss. 994-997.
- MUKHOPADHYAY, U.; ve diğerleri (2016) “A Brief Survey of Cryptocurrency Systems”, **2016 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust**, IEEE, ss. 1-8.

MULLAN, P.C. (2016) **A History of Digital Currency in the United States**. New York, United States of America, Palgrave Macmillan.

Multinomial Logistic Regression (2021) "Çevrimiçi"
https://www.ibm.com/docs/ru/spss-statistics/beta?topic=SSLVMB_subs/statistics_mainhelp_ddita/spss/regression/idh_mnlr.htm, Erişim Tarihi 13/05/2025.

Multinomial Logistic Regression (2025) "Çevrimiçi"
<https://resources.nu.edu/statsresources/Multinomiallogistic/>, Erişim Tarihi 13/05/2025.

Multinomial Logistic Regression | Stata Data Analysis Examples (2025) "Çevrimiçi"
<https://stats.oarc.ucla.edu/stata/dae/multinomiallogistic-regression/>, Erişim Tarihi 14/05/2025.

MUNGO, L.; S. BARTOLUCCI; L. ALESSANDRETTI (2024) "Cryptocurrency co-investment network: token returns reflect investment patterns", **EPJ Data Science**, Volume 13, Issue11, ss. 1-21.

MURIALDO, M.; J. L. BELOF (2022) "**Can a Stablecoin Be Collateralized by a Fully Decentralized, Physical Asset?**", "Çevrimiçi"
https://cryptoeconomicsystems.pubpub.org/pub/murialdo-physical-asset-stablecoin/release/2?utm_source=ixbtcom Erişim Tarihi 05/08/2023.

MÜŞERREF, M. (2023) "**ERC Token'ları Nedir ve Bunları Neden Kullanırız?**", "Çevrimiçi" <https://www.ledger.com/tr/academy/blockchain/erc-tokenlari-nedir-ve-bunlari-neden-kullaniriz> Erişim Tarihi 13/05/2024.

MYALO, A. (2019) "Comparative Analysis of ICO, DAOICO, IEO and STO. Case Study", Case study. **Финансы: теория и практика**, Volume 23, Issue 6-25, ss. 1-34.

NADINI, M.; ve diğerleri (2021) "Mapping the NFT Revolution: Market Trends, Trade Networks, and Visual Features", **Scientific Reports**, Volume 11, Issue 1, Article 20902.

NAGASE, T.; T. FUKUI; K. HATANO (2024) "**Blockchain & Cryptocurrency Laws and Regulations 2024**", "Çevrimiçi"
<https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/japan/> Erişim Tarihi 03/05/2024.

NAHHAS, R. W. (2025) **Introduction to Regression Methods for Public Health Using R**, 1.bs. Danvers, United States of America, CRC Press.

NAKAMOTO, S. (2008) "**Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**", "Çevrimiçi" <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Erişim Tarihi 05/10/2023.

- Netherlands and Cryptocurrency** (2024c) "Çevrimiçi"
<https://freemanlaw.com/cryptocurrency/netherlands/>, Erişim Tarihi 10/05/2024.
- NGUYEN, G. T.; K. KIM (2018) "A Survey About Consensus Algorithms Used in Blockchain", **Journal of Information Processing Systems**, Volume 14, Issue 1, ss. 101-128.
- NFT İşlem Hacmi Aralık Ayından Bu Yana Yüzde 63 Düştü** (2025) "Çevrimiçi"
<https://tr.tradingview.com/news/cointelegraph:347aa2faad9e8:0/>, Erişim Tarihi 02/07/2025.
- NISHIBE, M. (2020) "Good Money Drives Out Bad: Introduction to the Featured Section on The Evolution of Diverse E-money, Digital-community Currencies and Cryptocurrencies", **The Japanese Political Economy**, Volume 46, Issue 1, ss. 1-16.
- NODA, A. (2020) "On the evolution of cryptocurrency market efficiency", **Applied Economics Letters**, Volume 28, Issue 6, ss. 433-439.
- NOTABENE. (2024) "Crypto Travel Rule Regulations in NetherlandsbyNederlandsche Bank (DNB)", "Çevrimiçi"
<https://notabene.id/world/netherlands#:~:text=Is%20cryptocurrency%20legal%20in%20the,not%20accepted%20as%20digital%20money.> Erişim Tarihi 10/05/2024.
- OKEKE, U.; A. BANS-AKUTEY; M. SASSAH-AYENSU (2021) "Benefits and Risks Associated with the Use of Blockchain and Cryptocurrency as a Form of Payment in Ghana: A Case Study of Selected Bitcoin Trading Companies", **International Journal of ICT and Management**, ss. 1-14.
- ONU, E. (2024) "Nigeria to Ban Person-to-Person Crypto Trade in Dented Naira", "Çevrimiçi" <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-05-07/nigeria-to-ban-person-to-person-crypto-trade-in-battered-naira> Erişim Tarihi 12/05/2024.
- ORMAN, S. (2014) **İktisat, Tarih ve Toplum**, İstanbul, Türkiye, Küre Yayınları.
- ORUÇ, M. (2025) "Kripto para piyasası yılın ilk yarısını hareketli geçirdi", "Çevrimiçi" <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/kripto-para-piyasasi-yilin-ilk-yarisini-hareketli-gecirdi/3619406> Erişim Tarihi 02.07.2025.
- OSIPOVICH, A.; C. OSTROF (2022) "Crash of TerraUSD Shakes Crypto. 'There Was a Run on the Bank'", "Çevrimiçi" <https://www.wsj.com/articles/crash-of-terrausd-shakes-crypto-there-was-a-run-on-the-bank-11652371839> Erişim Tarihi 25/05/2024.
- Osmanlı Para ve Finansman Sisteminin Esasları Nedir?** (2025) "Çevrimiçi"
<https://osmanli.org.tr/osmanli-para-finansman-sisteminin-esaslari-nedir/#:~:text=1873%20y%C4%B1l%C4%B1ndan%20itibaren%20g%C3%BCm%C3%BC%C5%9F%C3%BCn%20d%C3%BCnya,%C3%BCzine%20m>

ecidiye%20bas%C4%B1m%C4%B1na%20son%20verilir, Erişim Tarihi 10/03/2025.

Ouroboros (2025) "Çevrimiçi"
<https://cardano.org/ouroboros/#:~:text=Ouroboros%20is%20a%20proof%2Dof,a%20block%20to%20the%20chain>, Erişim Tarihi 18/03/2025.

ÖNCÜ, S.; D. EKTİK (2021) "Kripto Paraların Yatırım Amaçlı Kullanımı: Riskler ve Getiriler", **Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 19, Sayı 4, ss. 362-395.

ÖRNEK, A.; D. GÜNEŞ (2022) "Yeni Bir Varlık: Kripto Varlık Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde Yer Alan Otoritelerin Kripto Varlıklara İlişkin Yaklaşımları ve Öngörülleri", "Çevrimiçi"
<https://www.mondaq.com/turkey/fin-tech/1252458/yeni-bir-varlik-kripto-varlik-avrupa-birli%C4%9Fi-ve-amerika-birle%C5%9Fik-devletlerinde-yer-alan-otoritelerin-kripto-varliklara-ili%C5%9Fkin-yakla%C5%9Fimlari-ve-%C3%B6ng%C3%B6r%C3%BCleri>- Erişim Tarihi 18/04/2024.

ÖZBUCAK, Y.E. (2023) "Satın Alabileceğiniz Yeşil Enerji Coinleri - 2023", "Çevrimiçi" <https://tr.cryptonews.com/news/yesil-enerji-coinleri-2023.htm>
Erişim Tarihi 15/10/2023.

ÖZÇALICI, M. (2016) "Yapay Sinir Ağları ile Çok Aşamalı Fiyat Tahmini: BIST30 Senetleri Üzerine Bir Araştırma", **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Volume 31, Issue 2, ss. 209-227.

ÖZKUL, F.U.; E. BAŞ (2020) "Dijital Çağın Teknolojisi Blokzincir ve Kripto Paralar: Ulusal Mevzuat ve Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Mali Yönden Değerlendirme", **Muhasebe ve Denetime Bakış**, Cilt 20, Sayı 60, ss. 57-74.

ÖZTÜRK, K.; M.E. ŞAHİN (2018) "Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış", **Takvim-i Vekayi**, Cilt 6, Sayı 2, ss. 25-36.

ÖZUYSAL, H.; M. ATAN; H. A. GÜVENİR (2022) "Kripto Para Birimlerinin Ölme Riskinin Tahmini", **Gazi İktisat ve İşletme Dergisi**, Cilt 8, Sayı 3, ss. 548-565.

PALA, M.A.; ve diğerleri (2019) "Meme Kanserinin Teşhis Edilmesinde Karar Ağacı ve KNN Algoritmalarının Karşılaştırmalı Başarım Analizi", **Academic Perspective Procedia**, Cilt 2, Sayı 3 ss. 544-552.

Paranın Değer Kaybetmesi Roma'nın Düşüşünü Nasıl Etkiledi? (2021) "Çevrimiçi"
<https://arkeofili.com/paranin-deger-kaybetmesi-romanin-dususunu-nasil-etkiledi/>, Erişim Tarihi 10/03/2025.

PANETTA, F. (2023) "Paradise Lost? How Crypto Failed to Deliver on Its Promises and What to Do About It", "Çevrimiçi"
https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230623_1~80751450e6.en.html Erişim Tarihi 03/09/2023.

- PARK, D. (2024) “**South Korean Regulator and Gary Gensler to Discuss NFTs and Crypto ETFs: Report**”, “Çevrimiçi” <https://www.theblock.co/post/279049/south-korea-gary-gensler-nft-crypto-etf-discussion> Erişim Tarihi 24/03/2024.
- PARLAKTUNA, İ.; M. GÜNGÜL (2020) “Bitcoin’in Tanımlanma Sorunu”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı 86, ss. 25-38.
- PARMAR, R. (2021) “**SEC Approved the ProShares Bitcoin Strategy ETF**”, “Çevrimiçi” <https://www.cryptotimes.io/2021/10/16/sec-approved-the-proshare-bitcoin-strategy-etf/> Erişim Tarihi 16/03/2024.
- PARTZ, H. (2024) “**Hong Kong’s VSFG Eyes Q1 2024 for Spot Bitcoin ETF Introduction**”, “Çevrimiçi” <https://cointelegraph.com/news/hong-kong-bitcoin-etf-venture-smart-q1-2024> Erişim Tarihi 26/02/2024.
- PAVESIC, N. (2018) “**Cryptocurrencies: South Korea's Winding Regulatory Path**”, “Çevrimiçi” <https://asia.nikkei.com/Business/Business-Insight/Cryptocurrencies-South-Korea-s-winding-regulatory-path> Erişim Tarihi 25/03/2024.
- PEIRCE, H.M. (2024) “**Out, Damned Spot! Out, I Say![1]: Statement on Omnibus Approval Order for List and Trade Bitcoin-Based Commodity-Based Trust Shares and Trust Units**”, “Çevrimiçi” <https://www.sec.gov/news/statement/peirce-statement-spot-bitcoin-011023> Erişim Tarihi 11/03/2024.
- PHUA, P.; X. ZHU; C. KOH (2003) “Forecasting Stock Index Increments Using Neural Networks with Trust Region Methods”, **Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks**, IEEE, Washington, United States of America, Volume 1, ss. 260-265.
- PICCIALI, V.; M. SCIANDRONE (2022) “Nonlinear Optimization and Support Vector Machines”, **Annals of Operations Research**, Volume 314, Issue 1, ss. 15-47.
- PIERRO, G. A.; R. TONELLI (2022) “**A Study on Diem Distributed Ledger Technology**”, “Çevrimiçi” <https://ceur-ws.org/> Erişim Tarihi 18/12/2023.
- PILKINGTON, M. (2022) “De Libra 1.0 à Libra 2.0 (Diem): Entre Échec Programmé et Pertinence Renouvelée pour l’Économie Politique”, **Revue d’Économie Politique**, Volume 32, Issue 3, ss. 397-420.
- Piyasa Değeri Grafikleri** (2025) “Çevrimiçi” <https://tr.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/global-charts/>, Erişim Tarihi 03/07/2025.
- POLAT, M.; A. AKBIYIK (2019) “Sosyal Medya ve Yatırım Araçlarının Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Örneği”, **Akademik İncelemeler Dergisi**, Cilt 14, Sayı 1, ss. 443-462.

- POPPER, N.; M. ISAAC (2020) "Facebook-Backed Libra Cryptocurrency Project Is Scaled Back", **The New York Times**, "Çevrimiçi" <https://www.nytimes.com/2020/04/16/technology/facebook-libra-cryptocurrency.html> Erişim Tarihi 05/08/2023.
- POTUR, İ. (2025) "Türkiye'de Kripto Paraların Vergilendirilmesi: Mevcut Durum ve Geleceğe Bakış", PKF, "Çevrimiçi" <https://pkf.com.tr/turkiyede-kripto-paralarin-vergilendirilmesi-mevcut-durum-gelecege-bakis/> Erişim Tarihi 26/06/2025.
- PRASAD, A.; BAKHSHI, P.; GUHA, D. (2023). "Forecasting the Direction of Daily Changes in the India VIX Index Using Deep Learning", **IIMB Management Review**, Volume 35, Issue 2, ss. 149-163.
- PRAT, J.; V. DANOS; S. MARCASSA (2019) "Fundamental Pricing of Utility Tokens" **Thema Working Papers**, Issue 11, ss. 1-27.
- QU, F.; ve diğerleri (2022) "A State-of-Art Survey: Digitalization of Money to Cryptocurrency", **Issues in Information Systems**, Volume 23, Issue 2, ss. 193-199.
- QUARMBY, B. (2021) "**ProShares Bitcoin ETF, Borsada İlk Gününde Rekor İşlem Hacmi Gördü**", "Çevrimiçi" <https://tr.cointelegraph.com/news/bitcoin-futures-etf-debuts-with-highest-ever-first-day-natural-volume-of-1b> Erişim Tarihi 16/03/2024.
- RAHIMIAN, R.; J. CLARK (2021) "**TokenHook: Secure ERC-20 Smart Contract**", arXiv preprint arXiv:2107.02997.
- RAJASEKARAN, A. S.; M. AZEES; F. AL-TURJMAN (2022) "A Comprehensive Survey on Blockchain Technology", **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, Volume 52, Article 102039.
- RAMADOSS, R. (2022) "Blockchain Technology: An Overview", **IEEE Potentials**, Volume 41, Issue 6, ss. 6-12.
- RAMIREZ, E. (2017) "**5 Times Cryptocurrencies Rocked South Korea In 2017**", "Çevrimiçi" <https://www.forbes.com/sites/elaineramirez/2017/12/19/5-times-cryptocurrencies-rocked-south-korea-in-2017/?sh=9c1d781591ee> Erişim Tarihi 25/03/2024.
- RATRA, R.; P. GULIA; N. S. GILL (2021) "Performance Analysis of Classification Techniques in Data Mining Using WEKA", **Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communication**, Delhi, India, ss. 1-8.
- REHMAN, W.; ve diğerleri (2021) "NFTs: Applications and Challenges", **2021 22nd International Arab Conference on Information Technology**, Muscat, Oman, IEEE, ss. 1-7.

- RHARDJA, U.; ve diğerleri (2021) “GOOD, Bad and Dark Bitcoin: A Systematic Literature Review”, **Aptisi Transactions on Technopreneurship**, Volume 3, Issue 2, ss. 115-119.
- ROY, G. (2024) “**Kriptoda Bizans Hata Toleransı Nedir?**”, “Çevrimiçi” <https://www.ledger.com/tr/academy/topics/blockchain/byzantine-fault-tolerance-in-crypto-what-is-it> Erişim Tarihi 01/03/2025.
- RRUSTEMI, J.; N. S. TUCHSCHMID (2020) “Facebook’s Digital Currency Venture ‘Diem’: The New Frontier... or a Galaxy Far, Far Away?”, **Technology Innovation Management Review**, Volume 10, Issue 12, ss. 19-30.
- Rusya’da Kripto Para Krizi: Rus Duması, Kripto Para Borsalarını Yasaklayacak Yasa Tasarısı Sundu** (2024) “Çevrimiçi” <https://www.binance.com/ar/square/post/7375095785769>, Erişim Tarihi 04/05/2024.
- RYAN, F. (2015) “An Analysis of the Cryptocurrency Industry”, **Wharton Research Scholars**, Issue 130, ss. 1-23.
- SAAD, S. M.; R.Z. RADZI (2020) “Comparative Review of the Blockchain Consensus Algorithm Between Proof of Stake (PoS) and Delegated Proof of Stake (DPoS)”, **International Journal of Innovative Computing**, Volume 10, Issue 2, ss. 27-32.
- SABRY, F.; ve diğerleri (2020) “Cryptocurrencies and Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities”, **IEEE Access**, Volume 8, ss. 175840-175858.
- SABUNCU, B. (2022) “Kripto Varlık İşlemlerinin Muhasebeleştirilmesi”, **Journal of Academic Value Studies**, Volume 8, Issue 3, ss. 220-230.
- SAIKIA, B. K. (2022) “Digital Currency and Buoyancy in Indian Economy: Issues and Challenges”, **An Approach Towards Central Bank Digital Currency**, Ed.; Debesh Bhowmik, New Delhi, India, Kunal Books, ss. 247-256.
- SAKURAI, Y.; T. KUROSAKI (2023) “Have Cryptocurrencies Become an Inflation Hedge After the Reopening of the US Economy?”, **Research in International Business and Finance**, Volume 65, Article 101915.
- SALIH, A. A.; A. M. ABDULAZEEZ (2021) “Evaluation of Classification Algorithms for Intrusion Detection System: A Review”, **Journal of Soft Computing and Data Mining**, Volume 2, Issue 1, ss. 31-40.
- SANTOS, D.; T. SILVA; M. SANFINS (2021) “A Bibliometric Analysis of the Literature on Utility and Security Tokens”, **American Scientific Research Journal for Engineering**, Volume 81, Issue 1, ss. 1-22.

- SARAÇ, M.; R. BAŞAR (2015) “Amerikan Ekonomisindeki Borçluluğun Altın Fiyatlarına Etkisi”, **Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 5, Sayı 2, ss. 1-21.
- SARHAN, H. (2020) **Crypto-Assets: An Overview**.
- SARKAR, P. (2013) “Multiple-Use Transferable E-Cash”, **International Journal of Computer Applications**, Volume 77, Issue 6, ss. 1-4.
- SARMAH, S.S. (2018) “Understanding Blockchain Technology”, **Computer Science and Engineering**, Volume 8, Issue 2, ss. 23-29.
- SCHWARTZ, D.; N. YOUNGS; A. BRITTO (2014) “The Ripple Protocol Consensus Algorithm”, **Ripple Labs Inc White Paper**, Volume 5, Issue 8, ss. 1-8.
- SEC (U.S. Securities and Exchange Commission) (2013) “**Ponzi Schemes Using Virtual Currencies**”, “Çevrimiçi” https://www.sec.gov/investor/alerts/ia_virtualcurrencies.pdf Erişim Tarihi 23/04/2024.
- SEC (U.S. Securities and Exchange Commission) (2014) “**Investor Alert: Bitcoin and Other Virtual Currency-Related Investments**”, “Çevrimiçi” <https://www.investor.gov/introduction-investing/general-resources/news-alerts/alerts-bulletins/investor-alerts/investor-39> Erişim Tarihi 23/04/2024.
- SEC (U.S. Securities and Exchange Commission) (2017) “**Investor Bulletin: Initial Coin Offerings**”, “Çevrimiçi” <https://www.investor.gov/introduction-investing/general-resources/news-alerts/alerts-bulletins/investor-bulletins-16> Erişim Tarihi 22/04/2024.
- SEC (U.S. Securities and Exchange Commission) (2021) “**Funds Trading in Bitcoin Futures – Investor Bulletin**”, “Çevrimiçi” https://www.sec.gov/oiea/investor-alerts-and-bulletins/ib_fundstrading Erişim Tarihi 18/04/2024.
- SEC (U.S. Securities and Exchange Commission) (2023) “**IShares Ethereum Trust Form S1**”, “Çevrimiçi” https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/2000638/000143774923032233/iset20231114_s1.htm Erişim Tarihi 20/02/2024.
- SEC, **Spot Ethereum ETF’leri İçin Son Adıma Geçti** (2024a) “Çevrimiçi” <https://tr.investing.com/news/cryptocurrency-news/sec-spot-ethereum-etfleri-icin-son-adma-gecti-2876836>, Erişim Tarihi 02/06/2024.
- SEGENDORF, B. (2014) “What is Bitcoin?”, **Sveriges Riksbank Economic Review**, Stockholm.
- SEL, A. (2020) “Pandemi Sürecinde Altın Fiyatları ile Kripto Para İlişkisinin Makine Öğrenme Metotları ile İncelenmesi”, **İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi**, Volume 1, Issue 2, ss. 85-98.

- SENKARDES, C.G. (2021) "Blockchain Technology and NFT's: A Review in Music Industry", **Journal of Management, Marketing and Logistics**, Volume 8, Issue 3, ss. 154-163.
- SEO, M.H.; B. KOO; Y.F. YANG (2024) "Nonlinear Dynamics of Kimchi Premium", **Economic Modelling**, Volume 135, Article 106726.
- SER, G. ve C. T. BATI (2019) "Derin Sinir Ağları ile En İyi Modelin Belirlenmesi: Mantar Verileri Üzerine Keras Uygulaması", **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, Cilt 29, Sayı 3, ss. 406-417.
- SERÇEMELİ, M. (2018) "Kripto Para Birimlerinin Muhasebeleştirilmesi ve Vergilendirilmesi", **Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar**, Cilt 60, Sayı 639, ss. 33-66.
- SEZAL, L. (2023) "Dolar Endeksi ve Kripto Paralar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Örneği", **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 16, Sayı 1, ss. 53-65.
- SHAILAK, J. (2017) "An Overview of Ethereum & Its Comparison with Bitcoin", **International Journal of Scientific & Engineering Research**, Volume 10, Issue 8, ss. 1-6.
- SHANNON, C. E. (1948) "A Mathematical Theory of Communication", **The Bell System Technical Journal**, Volume 27, Issue 3, ss. 379-423.
- SHETH, A.; A. SINHAL; A. SHRIVASTAVA (2021) **Intelligent Systems Proceedings of SCIS 2021**, Ed.: Amit Kumar Pandey, Springer, Singapur.
- SHIN, L. (2017) "**Here's The Man Who Created ICOs And This Is The New Token He's Backing**", **Forbes**, "Çevrimiçi" <https://www.forbes.com/sites/laurashin/2017/09/21/heres-the-man-who-created-icos-and-this-is-the-new-token-hes-backing/?sh=43faff5d1183> Erişim Tarihi 18/05/2024.
- SHINE, I. (2024, Mayıs 2) "**Cryptocurrency regulations are changing across the globe. Here's what you need to know**", "Çevrimiçi" <https://www.weforum.org/agenda/2024/05/global-cryptocurrency-regulations-changing/#:~:text=Brazil%20instated%20cryptocurrency%20regulation%20in,preventing%20scams%20related%20to%20cryptocurrency> Erişim Tarihi 12/05/2024.
- SHUKLA, P. K.; ve diğerleri (2023) "Enhancing IoT security in cryptocurrency with smart model-based blockchain integration: KAFKAIOT-A distributed access control system", **Research Square**, ss. 1-39.
- SHUMBA, C. (2024) "**UK Law Enforcement Will Soon Have More Power to Seize Crypto Assets**", "Çevrimiçi" <https://www.coindesk.com/policy/2024/03/01/uk-law-enforcement-will-soon-have-more-power-to-seize-crypto->

assets/#:~:text=The%20provisions%20from%20the%202023,that%20is%20likely%20to%20assist Erişim Tarihi 11/05/2024.

SINGH, A.; ve diğerleri (2020) "Sidechain technologies in blockchain networks: An examination and state-of-the-art review", **Journal of Network and Computer Applications**, Volume 149, Article 102471.

SINGH, O. (2023) "What is market manipulation in cryptocurrency?", "Çevrimiçi" <https://cointelegraph.com/explained/what-is-market-manipulation-in-cryptocurrency> Erişim Tarihi 25/02/2025.

SINGH, R. (2024) "Support Vector Machines (SVM)", "Çevrimiçi" <https://medium.com/@RobuRishabh/support-vector-machines-svm-27cd45b74fbb> Erişim Tarihi 15/05/2025.

SINNO, S. R. (2019) "Revenue Ruling 2019-24", "Çevrimiçi" <https://www.irs.gov/pub/irs-drop/rr-19-24.pdf> Erişim Tarihi 18/04/2024.

Size of the Bitcoin Blockchain from January 2009 to May 26, 2024 (2024) "Çevrimiçi" <https://www.statista.com/statistics/647523/worldwide-bitcoin-blockchain-size/>, Erişim Tarihi 02/06/2024.

SOKOLOVA, M.; N. JAPKOWICZ; S. SZPAKOWICZ (2006) "Beyond accuracy, F-score and ROC: a family of discriminant measures for performance evaluation", **Australasian Joint Conference on Artificial Intelligence**, Berlin, Germany, Springer, ss. 1015-1021.

SOOD, K.; ve diğerleri (2023) "Identification and prioritization of the risks in the mass adoption of artificial intelligence-driven stable coins: The quest for optimal resource utilization", **Resources Policy**, Volume 81, ss. 1-16.

SRIVASTAVA, N.; ve diğerleri (2014) "Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting", **The Journal of Machine Learning Research**, Volume 15, Issue 1, ss. 1929-1958.

STANGER, A. (2023) "Are Cryptocurrencies and Decentralized Finance Democratic?", **Introduction to Digital Humanism: A Textbook**, Der: Hannes Werthner; ve diğerleri, Springer, ss. 511-522.

SUN, W.; ve diğerleri (2021) "Factors affecting institutional investors to add cryptocurrency to asset portfolios", **North American Journal of Economics and Finance**, Volume 58, Article 101499.

SURATKAR, S.; M. SHIROLE; S. BHIRUD (2020) "Cryptocurrency wallet: A review", **2020 4th International Conference on Computer, Communication and Signal Processing**, Chennai, India, IEEE, ss. 1-7.

SYUKUR, A.; D. ISTIAWAN (2021) "Prediction of LQ45 Index in Indonesia Stock Exchange: A Comparative Study of Machine Learning Techniques",

International Journal of Intelligent Engineering & Systems, Volume 14, Issue 1, ss. 453-463.

SZANDAŁA, T. (2020) "Review and Comparison of Commonly Used Activation Functions for Deep Neural Networks", **Bio-inspired Neurocomputing**, ss. 203-224.

SZUMILAS, M. (2010) "Explaining Odds Ratios", **Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, Volume 19, Issue 3, ss. 227-229.

S&P Global (2025) "Çevrimiçi" <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500/#overview> Erişim Tarihi 30.06.2025

ŞAHİN, E. E.; O. ÖZKAN (2018) "Asimetrik Volatilitenin Tahmini: Kripto Para Bitcoin Uygulaması", **Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 3, Sayı 2, ss. 240-247.

ŞAHİN, O. N. (2018) "TMS & TFRS Işığında Muhasebe, Vergi ve Denetim Açısından Bitcoin ve Diğer Kripto Para Birimleri", **Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi**, Cilt 20, Sayı 4, ss. 898-923.

ŞAHİN, O. N.; Z. Y. SERTER (2023) "Kripto Para Piyasalarında Yaşanan Güvenlik Sorunlarının Yatırımcı Davranışı Üzerindeki Etkisi: Muhasebe Öğrencilerine Yönelik Bir Araştırma", **İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 10, Sayı 2, ss. 609-628.

ŞAMİLLİ, S. (2024) "**Crypto Regulation in Dubai**", "Çevrimiçi" [https://rue.ee/crypto-regulations/dubai/#:~:text=General%20rules%20for%20crypto%20companies,Money%20Laundering%20\(AML\)%20policies](https://rue.ee/crypto-regulations/dubai/#:~:text=General%20rules%20for%20crypto%20companies,Money%20Laundering%20(AML)%20policies) Erişim Tarihi 12/05/2024.

ŞENEL, S.; ALATLI, B. (2014) "Lojistik Regresyon Analizinin Kullanıldığı Makaleler Üzerine Bir İnceleme", **Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi**, Cilt 5, Sayı 1, 35-52.

ŞENGÖZ, M.; ve diğerleri (2024) "**Tokenizasyon Geleceğin Para ve Varlık Sistemi**", "Çevrimiçi" https://bctr.org/wp-content/uploads/2024/01/tokenizasyon_rapor_230124_compressed.pdf Erişim Tarihi 02/03/2025.

T.C. Resmi Gazetesi. (2021) "**Ödemelerde Kripto Varlıkların Kullanılmamasına Dair Yönetmelik**", "Çevrimiçi" <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm> Erişim Tarihi 02/06/2024.

T.C. Resmi Gazetesi. (2024) "Sermaye Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun", "Çevrimiçi" <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/07/20240702-1.htm> Erişim Tarihi 26/06/2024.

- TALUKDAR, S.; ve diğerleri (2020) "Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations-A review", **Remote Sensing**, Volume 12, Issue 7, ss. 1135.
- TAPKAN, P.; L. ÖZBAKIR; A. BAYKASOĞLU (2011) "Weka ile Veri Madenciliği Süreci ve Örnek", **Endüstri Mühendisliği Yazılımları ve Uygulamaları Kongresi**, İzmir, Türkiye, ss. 247-262.
- TAPSCOTT, A.; D. TAPSCOTT (2021) "Blok Zinciri Finans Dünyasını Nasıl Değiştiriyor?", **Dijital Dönüşüm Blok Zinciri**, Ed.: Patrick Murck; Allison Berke; Catherine Tucker, Çeviren: Taner Gezer, İstanbul, Türkiye, Optimist Kitap, ss. 105-114.
- TARAKÇIOĞLU, Z. E. (2021) "Kripto Varlıklar ve Ceza Hukuku Sorumluluğu", **Akdeniz Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi**, Cilt 11, Sayı 2, ss. 295-352.
- TARMISSI, K.; ve diğerleri (2022) "A Literature Review of Bitcoin Network Infrastructure, Methodology, and Challenges", **2022 Fifth National Conference of Saudi Computers Colleges**, Mekke, Saudi Arabia, IEEE, ss. 157-164.
- TAŞ, O.; F. KIANI (2018) "Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırıları Üzerine Bir İnceleme", **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, Cilt 11, Sayı 4, ss. 369-382.
- TAŞLI, Y. (2022) "Rusya Bankasından Altın Destekli Dijital Varlık Hamlesi", "Çevrimiçi": <https://coinmuhendisi.com/blog/rusya-dijital-varlik-hamlesi/> Erişim Tarihi 04/05/2021.
- TAYLOR, R. (2019) **Bitcoin for Beginners**, 1.bs. Blu Editore.
- TCMB (Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası) (2023) "**Dijital Türk Lirası Birinci Faz Değerlendirme Raporu**", "Çevrimiçi" Erişim Tarihi 26/06/2025.
- TECİM, E.; F. YILMAZ; M. KARAKOYUNLU (2023) "Metafor ve Olgusal Gerçeklik Olarak Kripto Para Algısı", **Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt 12, Sayı 1, ss. 270-289.
- Tether** (2025) "Çevrimiçi" <https://coinmarketcap.com/currencies/tether/>, Erişim Tarihi 02/07/2025.
- THAKUR, K. K.; G. G. BANIK (2018) "Cryptocurrency: Its Risks and Gains and the Way Ahead", **IOSR Journal of Economics and Finance**, Volume 9, Issue 2, ss. 38-42.
- THANUJAN, T.; C. RAJAPAKSE; D. WICKRAMAARACHCHI (2020) "A Review of Blockchain Consensus Mechanisms: State of the Art and Performance Measures", **Kduirc 2020 13th International Research Conference Holistic Approach To National Growth And Security**, Ratmalana, Sri Lanka, ss. 315-326.

- The History and Evolution of Proof-of-Stake** (2017) "Çevrimiçi" <https://cointelegraph.com/news/the-history-and-evolution-of-proof-of-stake>, Erişim Tarihi 02/11/2023.
- The History of Silver as Money** (2024) "Çevrimiçi" <https://www.hardmoneyhistory.com/history-of-silver/>, Erişim Tarihi 10/10/2024.
- The Merge** (2023) "Çevrimiçi" <https://ethereum.org/en/roadmap/merge/>, Erişim Tarihi 06/12/2023.
- The State of Cryptocurrency Adoption: Germany Q1 2019 Results of a Representative Survey Among German Internet Users** (2019) "Çevrimiçi" https://www.blockchainresearchlab.org/wp-content/uploads/2019/07/The_State_of_Cryptocurrency_Adoption_Q1_2019_Germany_Blockchain_Research_Lab.pdf, Erişim Tarihi 09/05/2024.
- The Weka Workbench** (2025) "Çevrimiçi" <https://ml.cms.waikato.ac.nz/weka/>, Erişim Tarihi 10/06/2025.
- TIDY, J. (2022) "Kripto piyasasının çöküşü: Stabil Kripto Para Terra Ust'nin Yere Çakılması Piyasaları Nasıl Sarstı?", Çevrimiçi: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-61437441#:~:text=Ge%C3%A7en%20ay%20de%C4%B1Feri%20118%20Dolar,ile%2C%20piyasalar%20da%20yere%20%C3%A7ak%C4%B1ld%C4%B1> Erişim Tarihi 27/05/2024.
- TOMOV, Y. K. (2019) "Bitcoin: Evolution of Blockchain Technology", **2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics**, Sofia, Bulgaria, IEEE, ss. 1-4.
- TONG, S.; D. KOLLER (2001, Kasım 1) "Support Vector Machine Active Learning with Applications to Text Classification", **Journal of Machine Learning Research**, Volume 2, ss. 45-66.
- Top Tokenized Gold Tokens by Market Capitalization** (2025a) "Çevrimiçi" <https://coinmarketcap.com/view/tokenized-gold/>, Erişim Tarihi 06/03/2025.
- TOPPA, S. (2024, Ocak 19) "SEC Delays Fidelity Ethereum Etf as Crypto Community Turns to New Deadlines", "Çevrimiçi" <https://www.thestreet.com/crypto/policy/sec-delays-fidelity-ethereum-etf-crypto-turns-to-new-deadlines> Erişim Tarihi 10/03/2024.
- TRANMER, M.; D. VANCHUGOVA; M. ELLIOT (2023) "Binary Logistic Regression," **Cathie Marsh for Census and Survey Research**, Volume 2, ss. 1-53.
- Transparency** (2023) "Çevrimiçi" <https://tether.to/en/transparency/#usdt>, Erişim Tarihi 20/11/2023.

- TRIPATHY, N.; ve diğerleri (2024) "Cryptocurrency fraud detection through classification techniques," **International Journal of Electrical and Computer Engineering**, Volume 14, Issue 3, ss. 2918-2926.
- TRUBY, J. (2018) "Decarbonizing Bitcoin: Law and policy choices for reducing the energy consumption of Blockchain technologies and digital currencies," **Energy Research & Social Science**, Volume 44, ss. 399-410.
- Trust Score'un Sıralamasına Göre En İyi Kripto Borsaları** (2025) "Çevrimiçi" <https://www.coingecko.com/tr/borsalar>, Erişim Tarihi 14/04/2025.
- TUNÇEL, M. B.; ve diğerleri (2022) "Kripto Paralar ile BIST100 Endeksi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Bitcoin Örneği," **Abant Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 22, Sayı 1, ss. 367-374.
- Türkiye Bankalar Birliği (2022) "Dijital Varlıklara Yönelik Bankacılık Açısından Genel Bakış, Potansiyel İş Modelleri ve Dijital Varlıkların Hukuki Açısından Değerlendirmesi", "Çevrimiçi" <https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/tos/Dijital%20Varl%C4%B1klar%20Raporu.pdf>, Erişim Tarihi 05/08/2023.
- Türkiye İş Bankası Yatırım Fon Bülteni** (2023) "Çevrimiçi" <https://www.isportfoy.com.tr/medium/MonthlyFundBulletin/Document/4789ef92-fe92-4a39-af09-e9b2115c8ee4>, Erişim Tarihi 14/09/2023.
- UETAKE, T.; H. SANO (2017) "CME's Melamed sees bitcoin becoming new asset class", "Çevrimiçi": <https://www.reuters.com/article/us-cme-group-bitcoin-idUSKBN1D712M> Erişim Tarihi 05/10/2022.
- UK Treasury to Introduce Regulatory Framework for Crypto Assets and Stablecoins in July** (2024) "Çevrimiçi" <https://dig.watch/updates/uk-treasury-to-introduce-regulatory-framework-for-crypto-assets-and-stablecoins-in-july#:~:text=In%20addition%20to%20the%20regulatory,economic%20crime%20and%20illicit%20activities>, Erişim Tarihi 11/05/2024.
- ULLAH, M. (2024) "Dynamic Connectedness between Crypto and Conventional Financial Assets: Novel Findings from Russian Financial Market," **Journal of Applied Economic Research**, Volume 23, Issue 1, ss. 110-135.
- URQUHART, A. (2016) "The inefficiency of Bitcoin," **Economics Letters**, Issue 148, ss. 80-82.
- ÜLKER, A. (2024) "Sandığınızdan Daha Zengin! MT Gox Hacker'ının Çaldığı Bitcoin'ler Kaç Dolar Oldu?", "Çevrimiçi": <https://coin-turk.com/sandiginizdan-daha-zengin-mt-gox-hackerinin-caldigi-bitcoinler-kac-dolar-oldu> Erişim Tarihi 23/05/2024.

- VAKILI, M.; M. GHAMSARI; M. REZAEI (2020) "**Performance analysis and comparison of machine and deep learning algorithms for IoT data classification**", arXiv preprint arXiv:2001.09636.
- VELET, A. D. (2025) "Yarı-Çevreden Merkeze: Erken Modern Dönemde Balkanlar'da Ticaret, Ekonomik Entegrasyon ve Jeopolitik Rekabet," **Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Sayı 67, ss. 35-52.
- VIGNA, P. (2017) "**Which Digital Currency Will Be the Next Bitcoin?**", "Çevrimiçi": <https://www.wsj.com/articles/which-digital-currency-will-be-the-next-bitcoin-1513679400> Erişim Tarihi 15/12/2022.
- VIGNA, P.; M. J. CASEY (2017) **Bitcoin ve Dijital Paranın Küresel Ekonomik Sistemlere Meydan Okuması: Kripto Para Çağı**, Çeviren: Ali Atav, Ankara, Türkiye, Buzdağı Yayınevi.
- VOKERLA, R. R.; ve diğerleri (2019) "An overview of blockchain applications and attacks", **2019 International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking**, Tamil Nadu, India, IEEE, ss. 1-16.
- VONDRÁČKOVÁ, A. (2016) "Regulation of Virtual Currency in the European Union", **Charles University in Prague Faculty of Law Research Paper**, Volume 3, Issue 3, ss. 1-17.
- VRANKEN, H. (2017) "Sustainability of bitcoin and blockchains", **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Issue 28, ss. 1-9.
- VRIES, A. D. (2023) "Cryptocurrencies on the road to sustainability: Ethereum paving the way for Bitcoin", **Patterns**, Volume 4, Issue 1, ss. 1-5.
- VURAL, A.; M. N. URAL; A. ÇİFTÇİ (2020) "Değerli Metallerin Sosyal/Siyasal/Ekonomik Olaylarla İlişisinin N-gram Yöntemi ile Değerlendirilmesi", **Social Mentality and Researcher Thinkers Journal**, Volume 6, Issue 29, ss. 247-257.
- VYAS, K. A. (2021) "Evaluation Of Crypto-Currencies And Block Chain In India: A Logical Study", **International Journal of Advanced Research in Commerce, Management & Social Science**, Volume 4, Issue 3, ss. 77-84.
- WAERZEGGERS, C.; I. AW; J. CHENG (2023) "Taxing Stablecoins", , **International Monetary Fund Fintech Note**, 2023/2
- WANG, G.; ve diğerleri (2022a) "Blockchain-based crypto management for reliable real-time decision-making", **IEEE Transactions on Computational Social Systems**, Volume 10, Issue 6, ss. 3333-3342.

- WANG, J.; G. M. NGENE (2020) "Does Bitcoin still own the dominant power? **An intraday analysis**", **International Review of Financial Analysis**, Volume 71, Article 101551.
- WANG, P.; X. LIU; S. WU (2022) "Dynamic linkage between Bitcoin and traditional financial assets: A comparative analysis of different time frequencies", **Entropy**, Volume 24, Issue 11, Article 1565.
- WANG, Q.; ve diğerleri (2021) "**Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges**", "Çevrimiçi": <https://arxiv.org/abs/2105.07447> Erişim Tarihi 29/07/2023.
- WANG, Y.; ve diğerleri (2022b) "Cyclic Arbitrage in Decentralized Exchanges", **Companion Proceedings of the Web Conference 2022**, ss. 1-12.
- WANG, Y.; ve diğerleri (2019) "A Review of Fast-Growing Blockchain Hubs in Asia", **The Journal of the British Blockchain Association**, Volume 2, Issue 2, ss. 1-16.
- WARNER, P. (2008) "Ordinal Logistic Regression", **Journal of Family Planning and Reproductive Health Care**, Volume 34, Issue 3, ss. 169-170.
- WATKINS, D. (2022) "**Scrypt Mining with ASICs**", arXiv preprint arXiv:2208.02160.
- WAŁTOREK, M.; ve diğerleri (2021) "Multiscale characteristics of the emerging global cryptocurrency market", **Physics Reports**, arXiv preprint arXiv:2010.15403v2, ss. 1-124.
- WEATHERFORD, J. (2019) **Para - Deniz Kabuğundan Sanal Paraya**, Çeviren: İnönü Korkmaz, 1.bs., İstanbul, Türkiye, Maya Kitap.
- WEN, X.; ve diğerleri (2023) "NFTDisk: Visual Detection of Wash Trading in NFT Markets", **Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, Hamburg, Germany, ACM, ss. 1-15.
- WENG, B.; M. A. AHMED; F. M. MEGAHED (2017) "Stock market one-day ahead movement prediction using disparate data sources", **Expert Systems with Applications**, Issue 79, ss. 153-163.
- WERNER, S. M.; P. J. PRITZ; D. PEREZ (2020) "Step on the gas? A better approach for recommending the ethereum gas price", **Mathematical Research for Blockchain Economy: 2nd International Conference MARBLE 2020**, Vilamoura, Portekiz: Springer International Publishing, ss. 161-177.
- What Are Smart Contracts on Blockchain?** (2025) "Çevrimiçi" <https://www.ibm.com/think/topics/smart-contracts>, Erişim Tarihi 04/03/2023.
- What Are Tether Tokens and How Do They Work?** (2023) "Çevrimiçi" <https://tether.to/en/how-it-works>, Erişim Tarihi 19/11/2023.

- What Is BNB** (2025) "Çevrimiçi" <https://www.bnbchain.org/en/what-is-bnb>, Erişim Tarihi 18/03/2025.
- What Is ICO and How Does It Work?** (2024) "Çevrimiçi" <https://www.solulab.com/what-is-the-ico-and-how-does-it-work/>, Erişim Tarihi 18/05/2024.
- What Is Initial Exchange Offering (IEO) & How Does It Work?** (2022) "Çevrimiçi" <https://cleartax.in/s/initial-exchange-offering-ieo>, Erişim Tarihi 17/05/2024.
- Why Cardano (2025) **"Introduction-Motivation"**, "Çevrimiçi": <https://why.cardano.org/en/introduction/motivation/> Erişim Tarihi 19/03/2025.
- WIN, W.; ve diğerleri (2023) **"2023 Q2 Kripto Endüstri Raporu"**, "Çevrimiçi": https://assets.coingecko.com/reports/2023/CoinGecko-2023-Q2-Report-TR.pdf?utm_source=web&utm_campaign=2023-Q2-Crypto-Industry-Report&utm_medium=display Erişim Tarihi 10/09/2023.
- WITTEN, I. H.; E. FRANK (2005) **Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques**, 2.bs., Ed.: Jim Gray, San Francisco, United States of America, Morgan Kaufmann Publishers.
- WONG, S. C.; T. T. MELISSA; Y. K. ANGELINE (2022) "Determinants of Cryptocurrency Adoption Behavior in Malaysia", **Jurnal Pengurusan**, Sayı 65, ss. 1-15.
- WOOD, G. (2014) "Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger", **Ethereum Project Yellow Paper**, Berlin Version, Volume 151, ss. 1-32.
- WU, J.; ve diğerleri (2021) "Analysis of cryptocurrency transactions from a network perspective: An overview", **Journal of Network and Computer Applications**, Issue 190, Article 103139.
- XIN, Q.; ve diğerleri (2024) "Enhancing Bank Credit Risk Management Using the C5.0 Decision Tree Algorithm", **Journal of Computer Technology and Applied Mathematics**, Volume 1, Issue 4, ss. 100-107.
- XU, J.; C. WANG; X. JIA (2023) "A Survey of Blockchain Consensus Protocols", **ACM Computing Surveys**, Volume 55, Issue 13, ss. 1-35.
- YADAVA, A. K. (2018) "Prevalence of Crypto-Currencies: A Critical Review of Their Functioning and Impact on Indian Economy", **International Journal of Research in Economics and Social Sciences**, Volume 8, Issue 1, ss. 560-567.
- YAKOVENK, A. (2025) **"What Is Solana (SOL)?"** Çevrimiçi: <https://www.gemini.com/cryptopedia/solana-blockchain> Erişim Tarihi 17/03/2025.

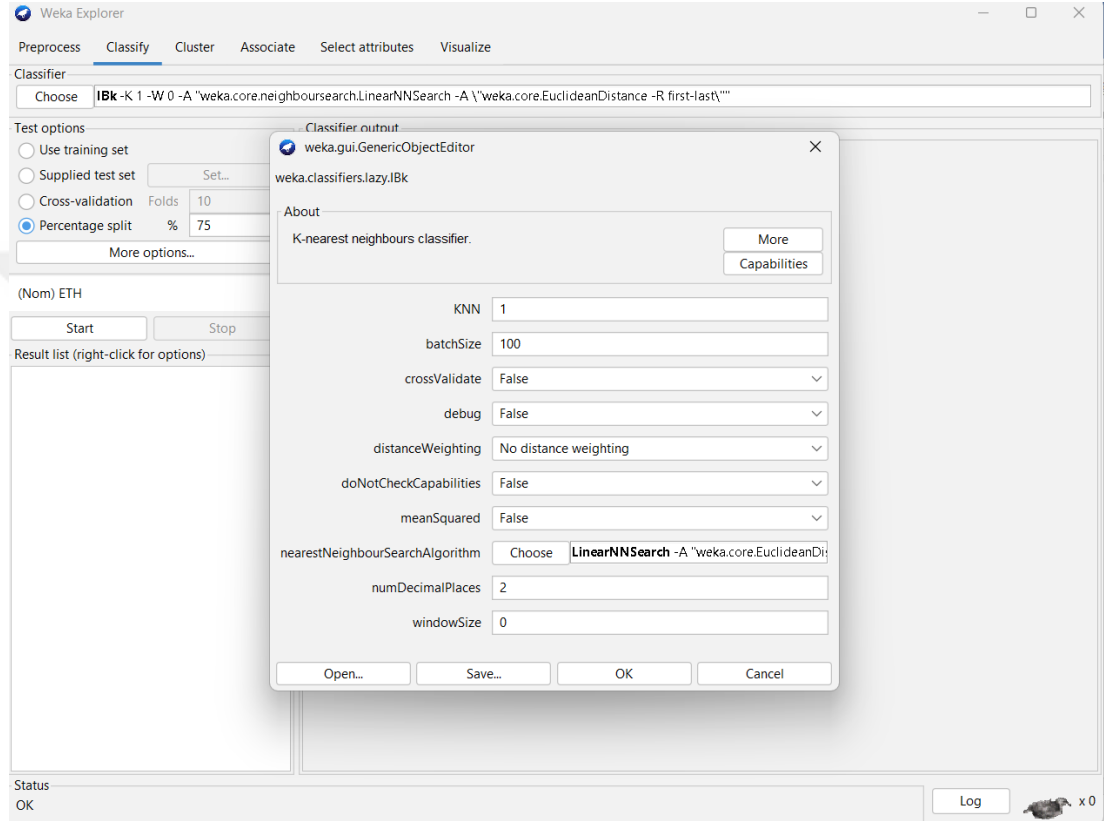
- YAKOVENKO, A. (2018) "**Solana: A New Architecture for a High Performance Blockchain v0.8.13**", Çevrimiçi: <https://solana.com/solana-whitepaper.pdf> Erişim Tarihi 17/03/2025.
- YAO, Y.; ve diğerleri (2013) "K-SVM: An Effective SVM Algorithm Based on K-Means Clustering", **Journal of Computers**, Volume 8, Issue 10, ss. 2632-2639.
- YAVUZ, M. S. (2019) "Ekonomide Dijital Dönüşüm: Blockchain Teknolojisi ve Uygulama Alanları Üzerine Bir İnceleme", **Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt 4, Sayı 1, ss. 15-29.
- YAYA, F.; T. ROBINSON (2018) "Bitcoin Laundering: An Analysis of Illicit Flows into Digital Currency Services", **Center on Sanctions and Illicit Finance Memorandum**, Elliptic.
- YETİZ, F.; M. TERZİOĞLU; M. KAYAKUŞ (2021) "Makina Öğrenmesi Yöntemleri ile Türk Mevduat Bankalarının Müşteri Tahminine Yönelik Bir Uygulama", **Sosyoekonomi**, Cilt 29, Sayı 50, ss. 413-432.
- YILDIRIM, F. (2015) "Kripto Paralar, Blok Zinciri Teknolojisi ve Uluslararası İlişkilere Muhtemel Etkileri", **Medeniyet Araştırmaları Dergisi**, Cilt 2, Sayı 4, ss. 81-97.
- YILDIRIM, M. (2019) "Blok Zincir Teknolojisi, Kripto Paralar ve Ülkelerin Kripto Paralara Yaklaşımları", **Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 10, Sayı 20, ss. 265-277.
- YILMAZ, H. U. (2022) "Merkezi Olmayan Otonom Kuruluşlar (DAO): Kavramsal Bir Çalışma", **In 14th SCF International Conference on Economic, Social, and Environmental Sustainability in the Post Covid-19 World**, Antalya, Türkiye, ss. 196-203.
- YLI-HUUMO, J.; ve diğerleri (2016) "Where Is Current Research on Blockchain Technology?-A Systematic Review", **PLOS One**, Volume 11, Issue 10, Article e0163477.
- YU, T.; Z. LIN; Q. TANG (2018) "Blockchain: The Introduction and Its Application in Financial Accounting", **Journal of Corporate Accounting & Finance**, Volume 29, Issue 4, ss. 37-47.
- YÜCE, Ç. (2022) "Kripto Varlıkların Vergilendirilmesi - Diğer Ülke Uygulamaları ve Türkiye İçin Öneriler", Çevrimiçi: <https://www.verginet.net/dtt/1/kripto-varliklarin-vergilendirilmesi.aspx> Erişim Tarihi 05/05/2024.
- YÜKÇÜ, S.; G. ATAĞAN (2011) "Ortadoğu'da Zaman Tünelinde Ticaret", **Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi**, Cilt 1, ss. 86-109.
- ZAGHLOUL, E.; ve diğerleri (2020) "Bitcoin and Blockchain: Security and Privacy", **IEEE Internet of Things Journal**, Volume 7, Issue 10, ss. 10288-10313.

- ZAKARIA, M.; M. AL-SHEBANY; S. SARHAN (2014) "Artificial Neural Network: A Brief Overview", **International Journal of Engineering Research and Applications**, Volume 4, Issue 2, ss. 7-12.
- ZEREN, F.; S. ESEN (2018) "Geleceğin Para Birimi ya da Sadece Bir Balon: Bitcoin", **Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt 21, Sayı 39, ss. 433-448.
- ZHANG, Y.; L. WU (2009) "Stock Market Prediction of S&P 500 via Combination of Improved BCO Approach and BP Neural Network", **Expert Systems with Applications**, Volume 36, Issue 5, ss. 8849-8854.
- ZHONG, S.; D. B. HITCHCOCK (2021) "S&P 500 Stock Price Prediction Using Technical, Fundamental and Text Data", arXiv preprint arXiv:2108.10826.
- ZOHAR, A. (2015) "Bitcoin: Under the Hood", **Communications of the ACM**, Volume 58, Issue 9, ss. 104-113.
- ОЧАКОВ, А. К.; А. К. ИРИНА (2016) "Обзор Современных Криптовалют", **In Университетские Чтения**, ss. 42-45.
- 연두, 최. (2024, Şubat 26) "[단독]NFT 도 가상자산되나...이복현, 5 월 SEC 와 논의", "Çevrimiçi" Edaily:
<https://m.edaily.co.kr/amp/read?newsId=03093046638794456&mediaCodeNo=257> Erişim Tarihi 24/03/2024
- 'Regulate Crypto Trading Platforms', IMF Urges Nigeria (2024) "Çevrimiçi" <https://www.channelstv.com/2024/05/10/regulate-crypto-trading-platforms-imf-urges-nigeria/>, Erişim Tarihi 12/05/2024.
- 4 Soruda Kripto Gümüş (2023a) "Çevrimiçi" <https://akademi.bitlo.com/makale/4-soruda-kripto-gumus>, Erişim Tarihi 07/03/2025.

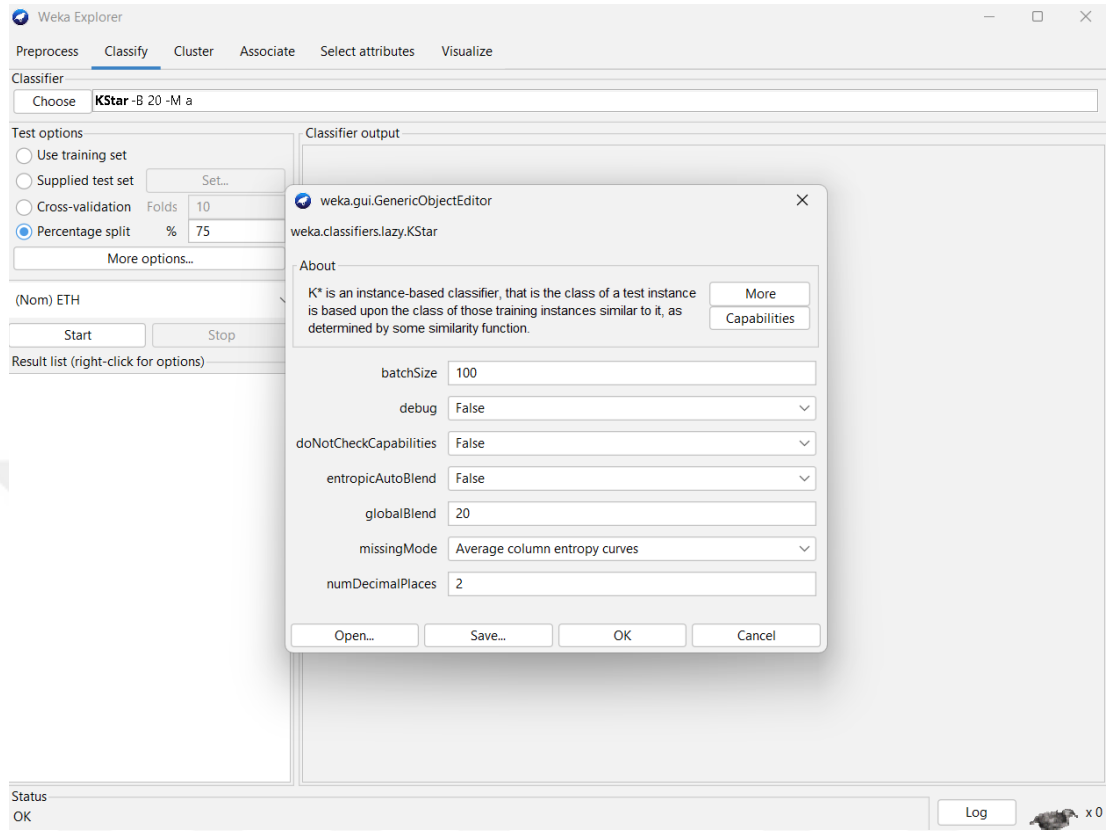
EKLER

Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarına ilişkin parametrelere aşağıda yer verilmiştir.

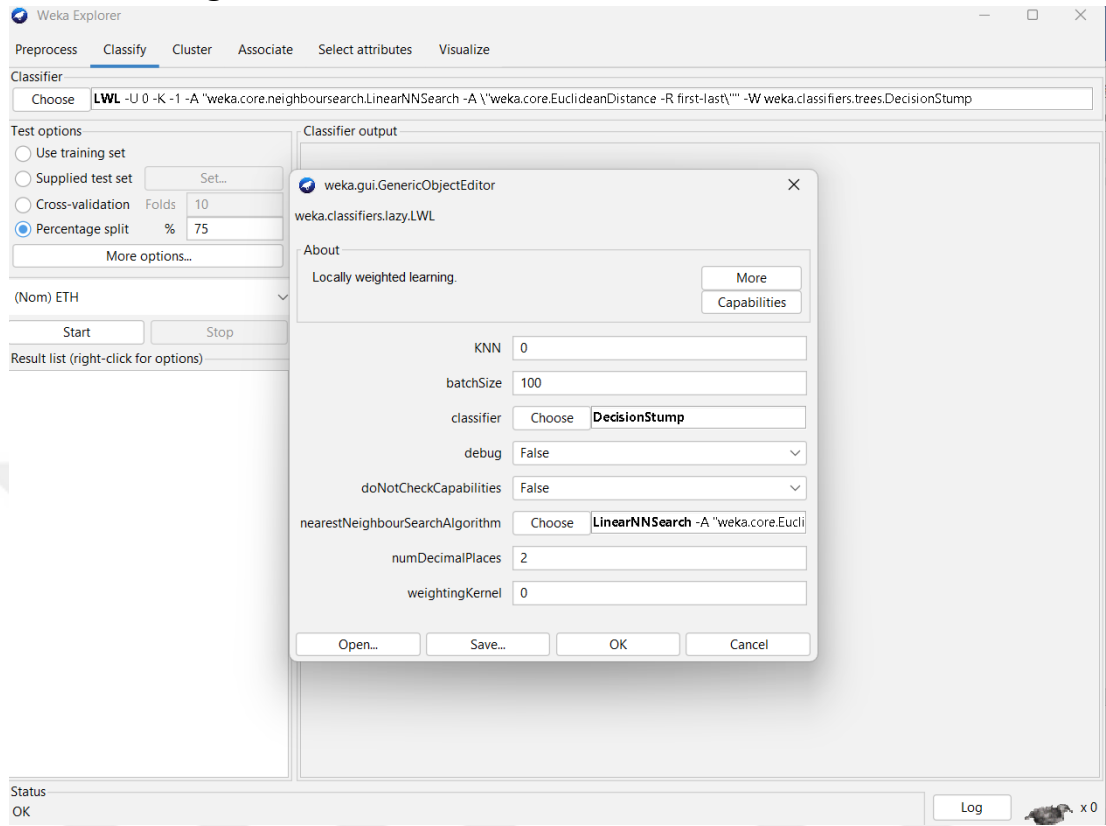
Ek 1: IBk Algoritması Parametleri



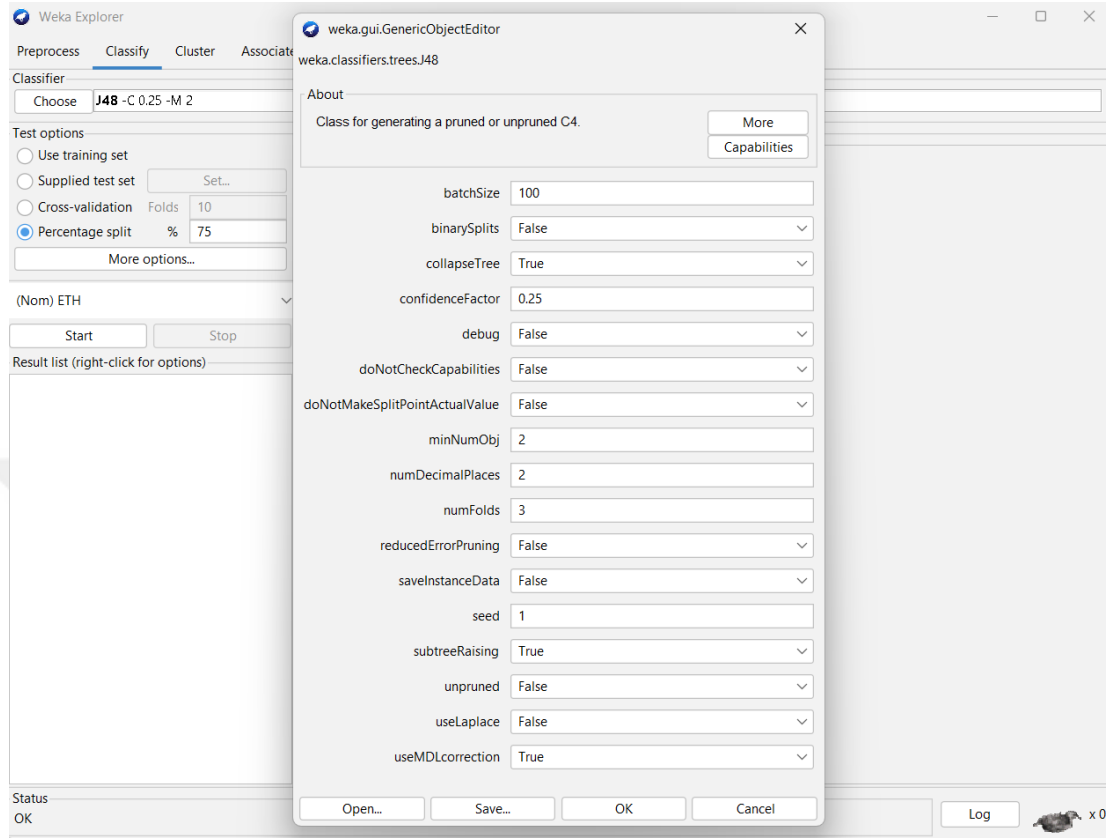
Ek 2: K-Star Algoritması Parametleri



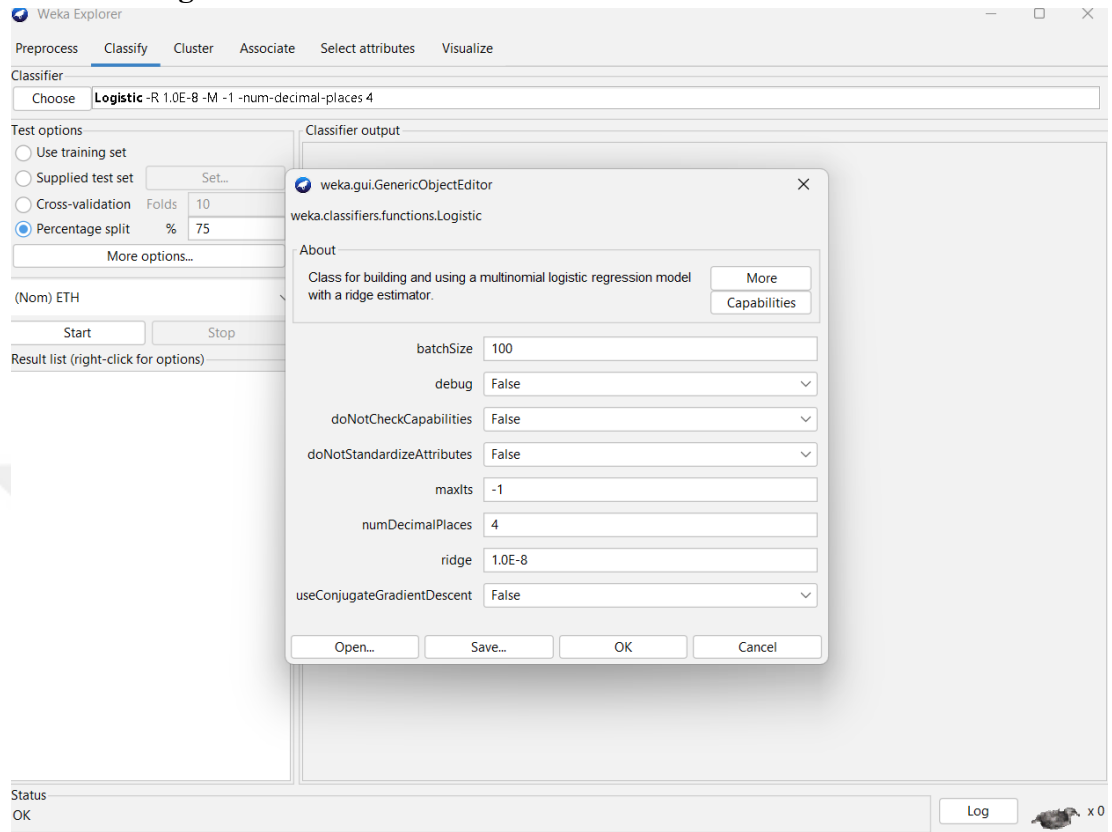
Ek 3: LWL Algoritması Parametleri



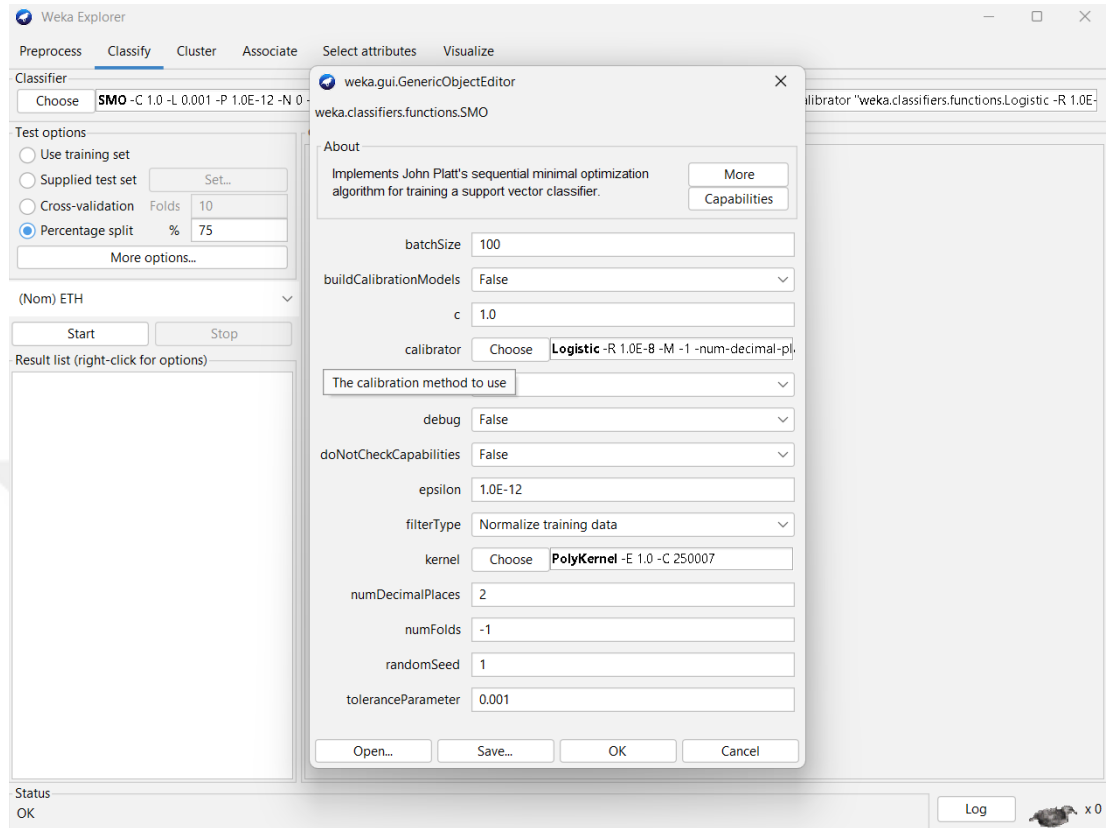
Ek 4: J48 Algoritması Parametreleri



Ek 5: LR Algoritması Parametreleri



Ek 6: SMO Algoritması Parametreleri



Ek 7: YSA Algoritması Parametleri

