



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İKTİSAT ANABİLİM DALI
EKONOMİ BİLİM DALI**

**BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİ İLE FED POLİTİKA FAİZ ORANI, ABD
ENFLASYON ORANI VE NASDAQ100 ENDEKSİ İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMRAH ÖZDEMİR

DANIŞMAN: PROF. DR. CEMİL ERARSLAN

**YALOVA
EKİM 2024**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI
EKONOMİ BİLİM DALI

BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİ İLE FED POLİTİKA FAİZ ORANI, ABD
ENFLASYON ORANI VE NASDAQ100 ENDEKSİ İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMRAH ÖZDEMİR
228103017

DANIŞMAN: PROF. DR. CEMİL ERARSLAN

YALOVA
EKİM 2024

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİ İLE FED POLİTİKA FAİZ ORANI, ABD ENFLASYON ORANI VE NASDAQ100 ENDEKSİ İLİŞKİSİ” başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Emrah ÖZDEMİR



ÖNSÖZ

Bu çalışmada blokzincir sisteminden bahsedilmiş olup ayrıca kripto paraların mevcut finansal sistemdeki yeri ve önemi anlatılmıştır. Sonrasında ise ampirik bir analiz yapılmış, Bitcoin fiyat hareketleri ile FED politika faizi, ABD enflasyon oranı ve NASDAQ100 endeksi arasındaki ilişki çeşitli ekonometrik yöntemler kullanılarak incelenmiştir.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bilgi ve tecrübesi ile bana her noktada destek olan sayın danışman hocam Prof. Dr. Cemil ERARSLAN başta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma kıymetli katkıları için teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca bana destek olan sevgili eşim Erisa Causholli'ye, değerli aileme ve bana her zaman güç veren kızım Emili'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam süresince destekleriyle katkıda bulunan yöneticim Sayın Eray TÜRKYILMAZ'a, bölüm çalışma arkadaşlarım Ömer Faruk ÜNER'e, Ceyda KESKİN'e ve SAZCILAR OTOMOTİV A.Ş.'ye çok teşekkür ederim.

EKİM – 2024

Emrah ÖZDEMİR



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
GİRİŞ	1
1.TEMEL KAVRAMLAR.....	5
1.1. Blokzincir Teknolojisi	5
1.1.1. Blokzincir kronolojisi	5
1.1.2. Satoshi'nin makalesi	6
1.1.3. Blokzincir çalışma yapısı.....	8
1.1.3.1. Blok kavramı.....	8
1.1.3.2. Hash fonksiyonu	9
1.1.3.3. Düğümler (Nodes)	10
1.1.4. Blokzincir sisteminde uzlaşma mekanizmaları.....	10
1.1.4.1. İş ispatı modeli (POW)	11
1.1.4.2. Hisse ispatı modeli (POS).....	11
1.1.4.3. Bizans hata toleransı algoritması	12
1.1.5. Blokzincir sisteminin avantajları ve dezavantajları	12
1.1.6. Kripto para kavramı	13
1.1.6.1. Para kavramı	14
1.1.6.2. Para çeşitleri.....	15
1.1.6.2.1. Mal para	15
1.1.6.2.2. İtibari para.....	15
1.1.6.2.3. Kaydi para (Banka parası)	16
1.1.6.2.4. Elektronik para.....	16
1.1.6.2.5. Kripto para	17
1.1.6.3. Merkez bankası dijital paraları (CBDC)	17
1.1.6.3.1. Dijital türk lirası (DTL)	18
1.1.6.3.2. Dijital euro	18
1.1.6.3.3. Dijital dolar	18
1.2. Enflasyon Kavramı	19

1.2.1. Enflasyon çeşitleri ve nedenleri	20
1.2.1.1. Talep enflasyonu.....	20
1.2.1.2. Maliyet enflasyonu	21
1.2.2. Enflasyonun etkileri.....	22
1.3. Faiz Kavramı	23
1.3.1. Faiz.....	24
1.3.2. Faiz teorileri	24
1.3.2.1. Klasik faiz kuramı.....	24
1.3.2.2. Keynes'in likidite tercihi teorisi	26
1.3.2.3. Ödünç verilebilir fonlar teorisi	26
1.4. Borsa Kavramı	26
2. KRİPTO PARA PİYASASININ YAPISI VE DİNAMİKLERİ.....	29
2.1. Kripto Paraların Yasallık Durumu.....	29
2.2. Kripto Para Ekosistemleri.....	32
2.2.1. Bitcoin.....	33
2.2.2. Ethereum	34
2.2.3. Ripple.....	35
2.2.4. Cardano	36
2.2.5. Hedera	37
2.3. Kripto Para Piyasasında Arz Kontrolleri	38
2.3.1. Yarılanma (Halving) kavramı	38
2.3.2. Yakma İşlemi	39
2.3.3. Yarılanma'nın kripto para piyasasına etkileri.....	40
2.4. Kripto Para Cüzdanları	41
2.4.1. Sıcak cüzdan	41
2.4.2. Soğuk cüzdan	42
2.4.2.1. Emanete dayalı cüzdanlar	42
2.4.2.2. Binance	43
2.4.2.3. Coinbase.....	43
2.4.2.4. BTC Türk.....	44
2.4.2.5. Paribu	44
3. LİTERATÜR ÖZETİ	45
4. BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİNİN ABD ENFLASYON ORANI, FED POLİTİKA FAİZİ VE NASDAQ100 İLE OLAN İLİŞKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ.....	51
4.1. Analizde Kullanılan Veriler.....	52

4.2. Birim Kök ve Durağanlık Testleri	55
4.3. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testi.....	56
4.4. Phillips Perron (PP) birim kök testi.....	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
ÖZGEÇMİŞ	85





SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER

X_t	: Durağanlık testine tabi olan değişken
Δ	: Birinci dereceden fark
δt	: Doğrusal zaman trendi
ε	: Hata terimi
α	: Sabit terim
β	: Bağımlı/bağımsız değişken katsayısı
Σ	: Toplam simgesi

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACF	: Otokorelasyon Fonksiyonu
ACF1	: 1. Gecikmedeki Otokorelasyon Fonksiyonu
ADA	: Cardano Kripto Para Birimi
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
AICc	: Düzeltilmiş Akaike Bilgi Kriteri
AR	: Otokorelasyonlu
ARIMA	: Otokorelasyonlu Entegre Hareketli Ortalama
ARIMAX	: Dışsal Değişkenlerle Otokorelasyonlu Entegre Hareketli Ortalama
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Sınır Testi
ASELSAN	: Askeri Elektronik Sanayi
BEKK-GARCH	: Baba, Engle, Kraft ve Kroner GARCH
BIC	: Bayesyen Bilgi Kriteri
BİST	: Borsa İstanbul A.Ş.
BNB	: Binance Kripto Para Birimi
BTC	: Bitcoin Kripto Para Birimi
CBDC	: Merkez Bankası Dijital Parası
CFTC	: Emtia Vadeli İşlemler Komisyonu
CZ	: Changpeng Zhao
dApp	: Merkeziyetsiz Uygulamalar
DCC-GARCH	: Dinamik Koşullu Kolerasyon GARCH
DF	: Dickey-Fuller
DeFi	: Merkeziyetsiz Finans
DTL	: Dijital Türk Lirası
ECB	: Avrupa Merkez Bankası
ECT	: Hata Düzeltme Terimi
ENAG	: Enflasyon Araştırma Grubu
EPU:	: Ekonomik Politika Belirsizliği
ETH	: Ethereum Kripto Parası
EVM	: Ethereum Sanal Makinası
FED	: Amerika Merkez Bankası
FTSE 100	: Londra Borsası'ndaki En Büyük 100 Şirketin Yer Aldığı Endeks
GAG	: Dedikodu Hakkında Dedikodu
GARCH:	: Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GSYH	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
HAVELSAN	: Hava Elektronik Sanayii

HBAR	: Hedera Kripto Para Birimi
LRAS	: Uzun Dönem Toplam Arz
LTC	: Lite Coin
MA	: Hareketli Ortalama
MAE	: Ortalama Mutlak Hata
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata
MASE	: Ortalama Mutlak Ölçeklendirilmiş Hata
ME	: Ortalama Hata
MPE	: Ortalama Yüzde Hata
NASDAQ	: Ulusal Menkul Kıymet Satıcıları Birliği Otomatik Fiyat Teklifleri
NASD	: Ulusal Menkul Kıymet Satıcıları Birliği
NFT	: Değiştirilemez Token
OMX	: Opsiyon Komisyoncuları/Helsinki Borsası
POS	: Hisse İspatı
POW	: İş İspatı
PP	: Phillips-Perron
PSY	: Phillips, Shi, and Yu
RECM	: Kısıtlanmış Hata Düzeltme Modeli
RMSE	: Ortalama Karesel Hatanın Kökü
RNN	: Tekrarlayan Sinir Ağları
SARIMA	: Mevsimsel Otokorelasyonlu Entegre Hareketli Ortalama
SEC	: Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu
SHA	: Güvenli Karma Algoritması
SMA	: Basit Hareketli Ortalama
SOES	: Küçük Emir Sistemi
S&P500	: Standard & Poor's 500
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TDK	: Türk Dil Kurumu
TÖDEB	: Türkiye Ödeme ve Elektronik Para Kuruluşları Birliği
TÜBİTAK-BİLGEM	: Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USD/CNY	: ABD Doları / Çin Yuanı
USD/GBP	: ABD Doları / İngiliz Sterlini
ÜFE	: Üretici Fiyat Endeksi
VAR	: Vektör Otoregresyon
VIX	: Volatilite Endeksi
XRP	: Ripple Kripto Para Birimi
2FA	: İki Faktörlü Kimlik Doğrulama

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Ülke bazında kripto varlıkların yasal durumu	30
Tablo 2.1. (Devam) Ülke bazında kripto varlıkların yasal durumu	31
Tablo 2.2. Yıllara göre Bitcoin halving süreci	38
Tablo 2.2. (Devam) Yıllara göre Bitcoin halving süreci	39
Tablo 3.1. Literatür tablosu	45
Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu	46
Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu	47
Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu	48
Tablo 4.1. Seviyede ADF ve Philips-Perron sonuçları	58
Tablo 4.2. Mevsimsel dönüşüm sonrası serilere ait ADF ve Philips-Perron sonuçları	58
Tablo 4.2. (Devam) Mevsimsel dönüşüm sonrası serilere ait ADF ve Philips-Perron sonuçları	59
Tablo 4.3. ARIMA model parametre tahminleri	60
Tablo 4.4. ARIMA model özeti	60
Tablo 4.4. (Devam) ARIMA model özeti	61
Tablo 4.5. ARIMAX model katsayıları	63
Tablo 4.6. ARIMAX modeli performans metrikleri	63
Tablo 4.7. ARIMAX model eğitim seti hata ölçütleri	64
Tablo 4.8. Ljung-Box test sonuçları	65



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Blokzincir yapısı	8
Şekil 1.2. SHA256 Hash kodlaması	9
Şekil 1.3. Talep enflasyonu	21
Şekil 1.4. Maliyet enflasyonu.....	22
Şekil 1.5. Klasik faiz kuramı: Denge faizi	25
Şekil 2.1. Bitcoin yasal durum haritası	30
Şekil 2.2. Kripto para ekosistem kırılımı	32
Şekil 4.1. BTC fiyatlarındaki farkın yıllara göre değişimi.....	53
Şekil 4.2. FED Politika Faiz oranlarının yıllara göre değişimi	53
Şekil 4.3. ABD Enflasyon oranlarının yıllara göre değişimi	54
Şekil 4.4. NASDAQ100 endeks değerlerinin yıllara göre değişimi	55
Şekil 4.5. Artıklar ve zaman grafiği	61
Şekil 4.6. Otokorelasyon fonksiyonu (ACF).....	62
Şekil 4.7. Artıkların histogramı.....	62
Şekil 4.8. ARIMAX modeline göre tahmin edilen BTC fiyatları	67



BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİ İLE FED POLİTİKA FAİZ ORANI, ABD ENFLASYON ORANI VE NASDAQ100 ENDEKSİ İLİŞKİSİ

ÖZET

Kripto teknolojisi, blokzincir altyapısı sayesinde merkeziyetsiz, güvenilir ve şeffaf bir dijital ekonomi sunmaktadır. Bu teknoloji, geleneksel finansal sistemlerde görülen araçlara olan ihtiyacı ortadan kaldırmakta, böylece işlem maliyetlerini düşürmekte ve işlem hızını artırmaktadır. Kripto teknolojisinin önemi, dijital ekonomi ve finansal işlemlerde yeni bir dönemi başlatarak, merkezi otoritelerin müdahalesi olmadan işleyen bir sistem sunmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, birçok yatırımcı için yeni fırsatlar ve alternatifler yaratmaktadır. İlk merkeziyetsiz kripto para birimi olarak Bitcoin, küresel çapta finansal işlemler yapabilme kabiliyetiyle öne çıkmış ve birçok ekonomide önemli bir yatırım aracı olarak kendine yer bulmuştur. Bitcoin'in sınırlı arzı, enflasyona karşı bir koruma mekanizması olarak görülmekte ve "dijital altın" olarak adlandırılmaktadır. Bu nitelikler, Bitcoin'i sadece bir ödeme aracı değil, aynı zamanda güvenli bir yatırım aracı olarak da konumlandırmaktadır. Bitcoin'in yatırım araçları arasına girmesi, alternatif bir değer saklama aracı ve portföy çeşitlendirme unsuru olarak önem arz etmektedir. Bu özellikleri, Bitcoin'i geleneksel finansal sistemlerin dışındaki yatırımcılar için cazip hale getirmiştir.

Kripto paraların gelecekte finansal sisteme egemen olması, taraflar arasında akıllı sözleşmelerin artışı, evlilik ve tapu gibi belgelerin değiştirilemez blok zinciri yöntemi ile kayıt altına alınması, merkez bankalarının para basımlarının blok zinciri vasıtası ile kayıt altına alınması gibi potansiyeller bu teknolojinin ne denli geniş bir kullanım alanına sahip olabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, blok zinciri teknolojisinin ve kripto paraların sadece finansal sektörde değil, aynı zamanda hukuki ve idari süreçlerde de devrim yaratabileceği öngörülmektedir. Bu da kripto paraların ve blok zinciri teknolojisinin, gelecekte daha şeffaf, güvenli ve verimli bir dünya yaratma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında blok zinciri sistemi ve kripto paralar, özellikle de Bitcoin ele alınmaktadır. Tezin amacı, bir kripto para birimi olarak Bitcoin fiyat hareketlerinin, diğer değişkenler olan FED politika faizi, ABD enflasyonu ve NASDAQ100 endeksi ile nasıl bir etkileşim içerisinde olduğunu değerlendirmektir. NASDAQ100 ile Bitcoin arasındaki ilişkinin incelenmesi, Bitcoin'in küresel finansal piyasalarla olan bağlantısının anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır. NASDAQ100 endeksi, teknoloji odaklı şirketleri temsil ettiğinden, Bitcoin'in bu endeks ile olan ilişkisinin analizi, Bitcoin'in teknoloji yatırımları ile olan bağına da ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, Bitcoin (BTC) zaman serisine NASDAQ100 endeksi, FED politika faizi ve ABD enflasyon oranı gibi dışsal değişkenleri içeren bir ARIMAX modeli uygulanmıştır. Bulgular, Bitcoin fiyatları ile NASDAQ100 endeksi ve ABD enflasyonu arasında negatif bir ilişki olduğunu, FED politika faizinin ise Bitcoin fiyatları üzerinde küçük fakat pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Model, düşük artık varyans ve artıklarda otokorelasyon olmaması ile verilere makul bir uyum sağlamış, mutlak hata ölçütleri (RMSE ve MAE) açısından iyi performans sergilemiştir. Ancak, yüksek MAPE değeri, BTC'nin fiyat hareketlerindeki önemli dalgalanmalar nedeniyle yüzde bazlı tahminlerin zorlaştığını göstermektedir. Ljung-Box testi, model artıklarının beyaz gürültü gibi davrandığını ve modelin dinamikleri yakalamakta başarılı olduğunu doğrulamıştır. Bitcoin'in yüksek volatilitesi ve dış ekonomik faktörlerin etkisi göz önünde bulundurulduğunda, modelin tahminleri zamanla artan belirsizlikle birlikte ılımlı bir düşüş eğilimi göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitcoin, Blokzincir, Kripto Para, Merkeziyetsizlik.



THE RELATIONSHIP BETWEEN BITCOIN PRICE MOVEMENTS, THE FED'S POLICY INTEREST RATE, U.S. INFLATION RATE, AND THE NASDAQ100 INDEX

ABSTRACT

Crypto technology, through its blockchain infrastructure, offers a decentralized, secure, and transparent digital economy. This technology eliminates the need for intermediaries commonly seen in traditional financial systems, thereby reducing transaction costs and increasing transaction speed. The importance of crypto technology lies in its ability to initiate a new era in digital economy and financial transactions by providing a system that operates without central authority intervention, creating new opportunities and alternatives for many investors. As the first decentralized cryptocurrency, Bitcoin has distinguished itself with its ability to facilitate financial transactions on a global scale and has established itself as a significant investment asset in many economies. Its limited supply is seen as a mechanism for protection against inflation, earning it the title of "digital gold." These attributes position Bitcoin not only as a means of payment but also as a secure investment asset. The inclusion of Bitcoin among investment assets is significant as it offers an alternative store of value and a means for portfolio diversification, making it appealing to investors outside of traditional financial systems.

The potential for cryptocurrencies to dominate the future financial system, the increasing use of smart contracts between parties, the recording of documents such as marriage certificates and property deeds through immutable blockchain methods, and the recording of central banks' currency issuance via blockchain demonstrate the broad range of applications this technology may have. In this context, it is anticipated that blockchain technology and cryptocurrencies could revolutionize not only the financial sector but also legal and administrative processes. This highlights the potential of cryptocurrencies and blockchain technology to create a more transparent, secure, and efficient world in the future.

This thesis examines the blockchain system and cryptocurrencies, with a particular focus on Bitcoin. The objective of the study is to evaluate how Bitcoin's price movements, as a cryptocurrency, interact with other variables such as the FED policy rate, U.S. inflation, and the NASDAQ100 index. Analyzing the relationship between NASDAQ100 and Bitcoin is crucial for understanding Bitcoin's connection with global financial markets. Since the NASDAQ100 index represents technology-driven companies, examining Bitcoin's correlation with this index also highlights its ties to technology investments. In this study, an ARIMAX model was applied to the Bitcoin (BTC) time series, incorporating external variables such as the NASDAQ100 index, the FED policy rate, and U.S. inflation. The findings suggest a negative relationship between Bitcoin prices and both the NASDAQ100 index and inflation, while the FED policy rate exhibits a small yet positive effect on Bitcoin prices. The model demonstrated a reasonable fit, evidenced by low residual variance and the absence of significant autocorrelation in the residuals, with good performance in terms of root mean squared error (RMSE) and mean absolute error (MAE). However, the high mean absolute percentage error (MAPE) indicates that the significant volatility in BTC price movements makes percentage-based predictions more challenging. The Ljung-Box test confirmed that the model's residuals behave like white noise, indicating that the model successfully captures the underlying dynamics. Given Bitcoin's high volatility and the influence of external economic factors, the model's forecasts point to a moderate downward trend accompanied by increasing uncertainty over time.

Keywords: Bitcoin, Blockchain, Cryptocurrency, Decentralized.



GİRİŞ

Blokzincir teknolojisi ve kripto paralar, günümüz finansal dünyasında büyük bir ilgi görmektedir. Blokzincir, merkezi olmayan ve güvenli bir şekilde verilerin saklanması sağlayan bir teknolojidir. Bu teknolojinin en popüler uygulaması ise kripto para olarak bilinmektedir. 2008 yılında Satoshi Nakamoto isimli bir kişi ya da grup tarafından yayımlanan “Bitcoin: A peer-to-Peer Electronic Cash System” adlı makale ile dünya finans sistemi merkeziyetsizlik kavramı ile tanışmıştır. Blokzincir ağı üzerinde çalışan bu sistemde aracısız olarak varlık değiş tokuşu yapılabilmekte ve tüm işlem kayıtları blok isimli dağıtık defterlere sistemde bulunan kişiler vasıtası ile onaylanıp kaydedilmektedir (Nakamoto, 2008).

Geçmişten günümüze aralıksız devam etmekte olan ticaret sistemi farklı ödeme çeşitleri ile sürdürülmüştür. Bunlar, takas ekonomisinden günümüzde kullanılan kripto paraya kadar uzanmaktadır. Kripto paralar merkezi otoritelerden bağımsız olarak çalışan dijital varlıklardır. Teknolojinin de gelişmesi ile dünya genelinde birçok insan kripto para borsalarını kullanarak bu varlıklar ile tanışmıştır. Kripto paralar içerisinde en tanınmış olanı ise Bitcoin’dir (Pooper, 2016).

Kripto paralar, geleneksel finansal sistemlerin dışında olduğu için regülasyon konusunda belirli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bazı ülkeler kripto paralar için düzenleme yapmakta iken bazıları ise tamamen yasaklamaktadır. Finansal sistemde yaşanan bu gelişmelere kayıtsız kalmayan merkez bankaları da kendi dijital paralarını (CBDC) çıkarmak için çalışmalara başlamıştır. Fakat bu projeler blokzincirin kendi kimyası içerisinde bulunan merkeziyetsizlik kavramı ile çatışmaktadır (Auer&Claessens, 2018).

Bu çalışmada, blok zincir sistemi ve kripto paraların geleceği, özellikle de Bitcoin ele alınmaktadır. Bitcoin'in piyasa dinamiklerini anlamak için ABD merkezli veriler kullanılmıştır. Bunun nedeni, ABD'nin dünya finans piyasalarında oynadığı önemli roldür; bu da kripto para piyasalarını doğrudan etkilemektedir. Bitcoin, ilk olarak ABD'de popüler hale gelmiş ve yaygın bir yatırım aracı olarak kabul edilmiştir. ABD'nin ekonomik politikaları ve finansal koşulları, Bitcoin'in fiyat hareketleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Bu bağlamda, Bitcoin'in fiyat hareketlerini etkileyen temel faktörleri analiz etmek, kripto para piyasalarının geleceğini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Analiz kısmında kullanılan bağımsız değişkenler arasında FED politika faizi, NASDAQ100 endeksi ve ABD enflasyonu bulunmaktadır. FED politika faizi, ABD ekonomisinin para politikalarını yönlendiren ana araçlardan biridir ve küresel finans piyasaları üzerinde geniş

çaplı etkiler yaratmaktadır. FED'in faiz oranlarındaki değişiklikler, yatırımcıların risk iştahını ve sermaye akışlarını doğrudan etkileyebilmektedir.

NASDAQ100 endeksi, ABD'deki büyük teknoloji ve inovasyon şirketlerinin performansını yansıtmaktadır. Bitcoin ve diğer kripto paralar, genellikle teknoloji odaklı yatırımcılar tarafından ilgi gördüğü için NASDAQ100 endeksinin performansı Bitcoin fiyat hareketleriyle ilişkilendirilebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ABD enflasyon oranı, tüketici fiyat endeksini temsil etmektedir. Bu verinin dikkate alınmasının nedeni, enflasyon karşısında değer kaybını önlemek isteyen yatırımcıların, Bitcoin'i bir korunma aracı olarak tercih edebilmeleridir.

Blok zinciri teknolojisi ve kripto paralar, kısa bir zaman diliminde tahmin edilenden daha fazla etki yaratmış olup, bu teknolojilerin ilerlemeye ve olgunlaşmaya devam etmesiyle, hükümetler, finansal kurumlar ve bireyler gibi paydaşların sorumlulukla uyum sağlaması ve bu teknolojilerin yeteneklerini kullanması son derece önem arz etmektedir.

Araştırma Sorusu

Bu tezde, Bitcoin fiyat hareketlerinin FED politika faizi, ABD enflasyonu ve NASDAQ100 borsası ile ilişkisi olup olmadığı, var ise bu ilişkinin boyutu ve yönü incelenmektedir. Bu bağlamda, kripto paraların ve blokzincir teknolojisinin gelecekteki olası önemi de değerlendirilecektir.

Tezin Amacı

Çalışmanın amacı, blok zinciri teknolojisi ve kripto paraları yakından inceleyerek, Bitcoin'in fiyat hareketlerini, bir değişim aracı olarak rolünü ve kendisinden sonra gelen kripto paralara öncülük etmesini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, Bitcoin fiyat hareketleri ile FED politika faizi, ABD enflasyonu ve NASDAQ100 Endeksi arasındaki ilişkiler ampirik bir analizle ele alınmıştır.

Tezin Kapsamı

Bu tez, finans ve ekonomi alanında olup, özellikle Bitcoin fiyat hareketleri ile makroekonomik göstergeler olan FED politika faizi ile ABD enflasyonu arasındaki ilişki üzerine odaklanmaktadır. Araştırma, dünyadaki tüm tüketiciler ve yatırımcılar başta olmak üzere, merkez bankaları, finans kuruluşları ve dijital gizlilik ile merkeziyetsizliğe değer veren tüm kurum ve kuruluşları kapsamaktadır. Çalışma, Ocak 2013 ile Ağustos 2024 arasındaki dönemi kapsayan ABD'ye ait aylık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tezin birinci bölümünde, blokzincir teknolojisinin kronolojisi, çalışma yapısı, uzlaşma mekanizmaları, avantajları ve dezavantajları ile para kavramı ele alınmakta olup ayrıca ilgili diğer kavramlar anlatılmıştır. İkinci bölümde, kripto paralar ve regülasyon konusu incelenmiş olup, kripto para ekosistemleri ve kripto para cüzdanları alt başlıkları yer almaktadır. Üçüncü bölümde ise, Bitcoin fiyat hareketlerinin ABD enflasyonu, FED politika faizi ve NASDAQ100 ile olan ilişkisinin ekonometrik analizi yapılmaktadır.

Bu çalışma, belirtilen süre ve verilerle sınırlı olup, başka ülkelerdeki verileri veya daha geniş zaman dilimlerini kapsamamaktadır. Araştırma sırasında herhangi bir sınırlama ile karşılaşılmamıştır. Bitcoin kripto para birimi her ne kadar global bir değer olsa da ilk çıkış yeri ve dünyanın finans merkezi olması nedeni ile ABD verileri ile çalışılmıştır.

Yöntem

Ekonometrik analizlerde kullanılan birçok model bulunmaktadır. Bu modeller serilerin yapısına ve veri türlerine göre farklılık göstermektedir. Bu tez çalışmasında ise ARIMAX modeli kullanılmıştır. Bunun nedeni ilgili modelin, durağan olmayan verilerin ele alınmasında etkili olmasıdır. Ayrıca ARIMA modeli, entegrasyon sayesinde durağan olmayan verileri uygun şekilde fark alarak durağan hale getirmeye olanak tanımaktadır. Geçmiş değerleri (otoregresyon) ve gecikmeli hata terimlerini (hareketli ortalama) kullanarak gelecekteki değerleri tahmin etme konusunda başarılıdır, bu da modelin mevcut analitik hedeflerle uyumlu olmasını sağlamaktadır.

Çalışmada kullanılan Bitcoin fiyatlarına ilişkin veriler, Amerika Birleşik Devletleri'nde Bitcoin'in kapsamlı geçmiş fiyat bilgilerini sağlayan Yahoo Finance adresindeki Bitcoin geçmiş verilerinden elde edilmiştir. Ekonomik göstergeler olan FED faiz oranları, ABD enflasyon verisine ilişkin bilgiler ABD Merkez Bankası'nın resmî web sitesinden elde edilmiştir. NASDAQ100 endeks değerleri bilgisine ise Nasdaq Borsası'ndan ulaşılmıştır.

Tezin Yapısı

Tez üç bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümünde blokzincir teknolojisi ele alınmıştır; burada blokzincirin tarihsel gelişimi ve günümüz çalışma yapısı anlatılmış, uzlaşma mekanizmaları açıklanmış ve para kavramına değinilmiştir. Ayrıca tezde kullanılan diğer kavramlara ilişkin açıklamalar bu bölümde verilmiştir. Tezin ikinci bölümünde ülkelerin kripto paralara uyguladıkları regülasyonlar ve kripto para ekosistemleri anlatılmıştır. Bu bölümde ayrıca bazı öncü kripto paralara değinilmiş, kripto piyasasındaki arz kontrollerinden bahsedilmiş ve kripto para cüzdanları anlatılmıştır. Çalışmanın son bölümü olan üçüncü

bölümde ise, ampirik analiz yer almaktadır. Analiz sonucunda değişkenler arasında ortaya çıkan ilişkiler ışığında sonuç bölümü yazılmıştır.



1.TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde, çalışmanın temelini oluşturan ve analizlerin anlaşılmasına katkı sağlayacak olan bazı kavramlar detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. İlk olarak, blokzincir teknolojisi ve bu teknolojinin gelişimi, yapısı ve işleyiş mekanizmaları incelenmiştir. Sonrasında para kavramı anlatılmış ve günümüze kadar uzanan gelişimi ve çeşitleri ile ilgili bilgi verilmiştir. Ayrıca dijital kripto para kavramı, türleri ve merkez bankası dijital paraları (CBDC) gibi dijital varlıklardan bahsedilmiştir. Sonrasında, enflasyon ve faiz kavramları tanımlanarak, bunların ekonomi üzerindeki etkileri ve teorik arka planları açıklanmıştır. Son olarak, borsanın işleyişi ve önemi ele alınmıştır.

1.1. Blokzincir Teknolojisi

Blok zinciri olarak adlandırılan merkezi olmayan veri yönetim sistemi, dijital verilerin dağınık ağlar arasında güvenli bir şekilde aktarılmasını ve saklanmasını mümkün kılmaktadır. Sistem içerisinde yer alan ve blok zincirini oluşturan veri birimlerine blok adı verilmektedir. İlgili sistemde kendisinden önceki ve sonraki bloklarla ilgili bilgileri içeren bir kriptografik kod, her bloğu birbirine bağlamakta, bu sayede blok zinciri oluşmaktadır.

Bu bölümde blok zincir teknolojisinin kronolojisi, gelişimi ve çalışma yapısı ele alınmıştır. Sonrasında, para kavramı açıklanmış ve günümüz dijital para dünyasına kadar süre gelen tarihte kullanılmış olan temel para türleri incelenmiştir. Ayrıca merkez bankası dijital paraları (CBDC) hakkında da bilgi verilmiştir.

1.1.1. Blokzincir kronolojisi

Dijital para kavramı, ödemelerin gizliliği ve kriptografinin kullanımı ilk olarak David Chaum tarafından 1982 yılında yayımlanan “Blind Signatures for Untraceable Payments” isimli araştırma makalesinde kullanılmıştır. İlgili çalışmada, bir kullanıcının başka bir kullanıcıya tamamen anonim ve izlenemez bir şekilde ödeme yapmasının mümkün olduğu ortaya konulmuştur. Burada ödeme işlemini imzalayan kişi bile mesajın içeriğini görememektedir (Chaum, 1982).

Stuart Haber ve W. Scott Stornetta tarafından 1991 yılında yazılan “How To Time-Stamp a Digital Document” isimli çalışma dijital belgelerin gerçekliğini ve bütünlüğünü doğrulamak için yöntem tanımlayan bir makaledir. İlgili çalışmada, bir belgenin belirli bir zamanda var olduğu ve o zamandan beri değiştirilmediğini kanıtlamanın bir yolu olarak dijital zaman

damgası kavramı tanıtılmaktadır. Zaman damgası, belgenin kriptografik bir hash¹ alınarak ve "hash zinciri" olarak bilinen dışarıdan müdahaleye kapalı bir veri tabanında saklanarak oluşturulmaktadır. Haber ve Stornetta zaman damgasının nasıl çalıştığının teknik detaylarını, güvenli sözleşmeler ve elektronik oylama gibi çeşitli uygulamalarda nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. Ayrıca sistemin sınırlamaları ve potansiyel güvenlik açıklarının yanı sıra gelecekte yapılabilecek olası iyileştirmeleri de tartışmaktadırlar. Genel olarak makale, dijital belge doğrulama sorununa çığır açan bir çözüm sunarak modern blok zincir teknolojisinin gelişiminin önünü açmıştır (Haber ve Stornetta, 1991:99-111).

Dijital varlıkların sahipliğini ve transferini kaydetmek ve doğrulamak için merkezi olmayan bir sistem oluşturma fikrine dayanan Bit Gold sistemi Nick Szabo tarafından kurgulanmış olup pratiğe dökülmemiştir. İş ispatına (PoW) dayanan bu sistem, bilgisayarlarda oluşturulan kanıt dizilerinden meydana gelmektedir. Oluşturulan diziler zaman damgalı hale gelip sistem içerisinde bulunan diğer kullanıcılar tarafından onaylanıp kayıt defterine kaydedilmektedir. Bit Gold hiçbir zaman uygulanmamış olsa da modern blok zinciri teknolojisine yol açan merkezi olmayan, şifreleme güvenliği ve ödüllendirilmiş madencilik gibi fikirleriyle önemli bir öncü olarak kabul edilir (Szabo, 2005).

Antonia Konst'ın "Security Log Management: Identifying Patterns in the Chaos" başlıklı makalesinde, güvenlik loglarının şifreleme teknikleri kullanılarak güvenliğinin sağlanmasının önemi vurgulanmaktadır. Hash fonksiyonları, dijital imzalar ve şifreleme gibi kriptografik güvenlik önlemlerinin kullanımının, logların izinsiz erişimden korunmasına ve bütünlüğünün sağlanmasına yardımcı olabileceği açıklanmaktadır (Konst, 2000).

Konst kriptografik anahtarların ve sertifikaların yönetimiyle ilgili zorlukları ele almakta ve süreci basitleştirmek için bir anahtar yönetim sistemi kullanımını önermektedir. Ayrıca, kriptografik güvenlik önlemlerinin zamanla etkinliğinin devamını sağlamak için denetlenmesinin önemine vurgu yapılmaktadır (Konst, 2000).

1.1.2. Satoshi'nin makalesi

2008 yılında Satoshi Nakamoto takma ismini kullanan kişi ya da kişiler tarafından "White Paper" adı ile yayınlanmıştır. Makalenin genel amacı, mevcut finansal sistemde yer alan güvene dayalı modelin ortadan kaldırılmasıdır. Kısacası bu sistemde üçüncü taraf aracı kuruma ihtiyaç duymadan bireylerin doğrudan işlem yapmalarına izin verecek merkezi

¹ Bir veri girdisinin benzersiz bir matematiksel fonksiyon ile temsil edilmesidir.

olmayan bir dijital para sistemi önerilmektedir. Önerilen yeni sistemde aracı kurumların olmaması işlem ücretlerinin de azalması anlamına gelmektedir (Nakamoto, 2008).

Güvenilir bir üçüncü taraf gereksinimini ortadan kaldıran ve işlem maliyetlerini düşüren Bitcoin'in merkezi olmayan ağı, Nakamoto tarafından makalede vurgulanmaktadır (Nakamoto, 2008). Ayrıca, Bitcoin'in kriptografi kullanımının işlem güvenliğini ve gizliliğini nasıl sağladığını açıklamaktadır (Nakamoto, 2008). Buna ek olarak, Bitcoin'in sınırlı miktarda olması enflasyonun kontrol edilmesini garanti etmekte ve Bitcoin işlemlerinin takma ad niteliği geleneksel ödeme sistemlerinde ulaşılamayan bir anonimlik ve gizlilik düzeyi sunmaktadır (Nakamoto, 2008).

Nakamoto'nun Bitcoin hakkındaki makalesi finansal ve teknolojik manzaraları önemli ölçüde değiştirmiş olsa da aleyhtarları yok değildir. Bazıları Bitcoin madenciliğinin çevre üzerindeki etkisini eleştirirken, bazıları da Bitcoin işlemlerinin anonimliğinin suç faaliyetlerinin gerçekleşmesini kolaylaştırdığını iddia etmektedir (Swan, 2015).

Yazar Paul Vigna'ya göre Nakamoto'nun makalesi, "insanların para hakkındaki düşüncelerini dönüştüren ufuk açıcı bir çalışma" olarak nitelendirilmektedir (Vigna ve Casey, 2018). Vigna'ya göre Bitcoin, daha şeffaf ve verimli değer değişimini kolaylaştırarak finansal sistemde devrim yaratma gücüne sahiptir. Yazar Michael Casey, Bitcoin'i "mevcut para ve ödeme sistemlerini bozmayı vaat eden merkezi olmayan, özerk bir para birimi" olarak tanımlamaktadır (Vigna ve Casey, 2018).

Bitcoin'in gelecekte sahip olabileceği avantajlara rağmen, bazı yazarlar bu konuda şüphelerini dile getirmiştir. David Seaman bir Forbes makalesinde Bitcoin madenciliği için gereken enerjinin sürdürülemez olduğunu ve nihayetinde kripto para biriminin başarısız olmasına neden olabileceğini ileri sürmüştür. Fakat yeşil enerji ile bu varsayımın egale edilebileceğini göz ardı etmektedir (Seaman, 2018).

Sonuç olarak, Satoshi Nakamoto'nun Bitcoin hakkındaki makalesi, finans ve teknoloji endüstrileri üzerinde büyük etkisi olan temel bir yazıdır. Bitcoin'e yönelik meşru eleştiriler olsa da makale eşler arası, merkezi olmayan bir dijital para biriminin neden geleneksel ödeme yöntemlerine göre daha üstün bir seçim olabileceğine dair güçlü bir örnek teşkil etmektedir. Çok sayıda yazarın da belirttiği gibi, Bitcoin finansal sistemde devrim yaratma potansiyeline sahiptir, ancak olası dezavantajları dikkate almak ve bunları çözmeye çalışmak çok önemlidir.

İşlem kayıtları ve bir işlem sayacı blok gövdesini oluşturur. Blok boyutuna ve her bir işlemin boyutuna bağlı olarak, bir bloğun maksimum işlem sayısı değişebilir. Blok zincirindeki işlemlerin doğrulanmasını onaylamak için asimetrik şifreleme sürecine dayanan bir dijital imza kullanılmaktadır (Tanrıverdi vd., 2019).

1.1.3.2. Hash fonksiyonu

Dağıtık ve merkezi olmayan, eşler arası hiyerarşik bir mekanizma olan blokzincir mimarisi, birbirlerine bloklar ile bağlanmış hash'lerden meydana gelmektedir (Malik ve diğ., 2019)

Hash fonksiyonları, herhangi bir boyutta bir girdi alıp sabit boyutta bir çıktıya dönüşen bir matematiksel fonksiyondur. Bilgisayar biliminde ve kriptografide veri bütünlüğü, dijital imzalar ve diğer güvenlik uygulamaları için sıklıkla kullanılmaktadırlar.

Blokzincir teknolojisi bağlamında bu fonksiyonlar, zincir içerisinde yer alan her blok için benzersiz bir tanımlayıcı olan “hash” oluşturmak için kullanılır. Zincirdeki her blok önceki bloğun bir hash'ini içerir ve bu bir zincirli liste oluşturur. Bu, değiştirme yapılması durumunda blokta herhangi bir değişikliğin, diğer ağ düğümleri tarafından hemen tespit edileceği bir manipülasyon kanıtı veren bir veri yapısı oluşturur (Nakamoto, 2008).

Hash fonksiyonlarının blokzincir teknolojisindeki kullanımı, elde ettiği güvenilirlik avantajlarına rağmen, bazı kısıtlamalarla karşılaşabilmektedir. Bu iki farklı girdinin aynı hash değerini ürettiği bir hash çarpışması olasılığı, potansiyel bir sorun olarak gösterilebilir. Ancak, SHA-256 ve SHA-3 gibi modern hash fonksiyonları bu tür saldırıların olasılığını düşürmek için çarpışma direnci sağlamak üzere tasarlanmıştır (Chang vd., 2012). Şekil 1.2.'de, md5calc.com isimli sitede bir girdi olan “Yalova Üniversitesi” cümlesine karşılık SHA-256 algoritması kullanılarak benzersiz olarak türetilen hash kodunu görebilirsiniz.

SHA256 hash	
Algoritma	SHA256
Kodlanacak dize	Yalova Üniversitesi
ENCODE	
SHA256 kodlanmış dize	d7e10525a931f47bb360e4ee424682aa1f3da4fc732133d996466f5c99618285

Şekil 1.2. SHA256 Hash kodlaması

Kaynak: md5calc.com kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hash fonksiyonları, güvenilirmez, merkezsiz bir sistem için gerekli olan güvenliği ve veri bütünlüğünü sağlayan blokzincir teknolojisinin önemli bir parçasıdır. Hash fonksiyonları, manipülasyon kanıtı veren veri yapılarına izin verir ve herkesin merkezi bir otoriteye dayanmadan verinin bütünlüğünü doğrulamasına olanak tanır. Modern hash fonksiyonları, saldırılara karşı son derece güvenli ve dirençli olacak şekilde tasarlanmıştır.

1.1.3.3. Düğümler (Nodes)

Blokzincir ağı, işlemleri depolayan ve doğrulayan bağlantılı bilgisayarlardan oluşan düğümlerden meydana gelmektedir. Ayrıca bu düğümler ağdaki blokların oluşmasını sağlamaktadırlar. Düğümler, sistemin güvenliğini ve güvenilirliğini sağlamak için önemli bir bileşendir.

Düğümler, bir blokzincir ağına bağlı olarak birbirleriyle iletişim kurarlar ve blokzincir yazılımını çalıştırarak işlemleri depolama, iletim ve doğrulama imkânı sağlarlar. Ağdaki her düğüm, ağın genelinde gerçekleşen tüm işlemlerin kaydını içeren bir blokzincir defterinin kopyasına sahiptir. Düğümler işlemleri doğrularlar ve yeterli fon gibi belirli kriterleri karşıladığından emin olurlar, ardından blok zincirine eklenirler (Swan, 2015).

Bir blokzincir ağındaki her bir düğüm, ağa bağlı olan ve blokzincir oluşum sürecine katılan bir bilgisayardır. Her düğüm, blokzincir'in bir kopyasını tutar ve işlemleri bağımsız olarak doğrular. Düğümler yeni işlemleri doğrulamak ve konsensüs algoritmasını çözerek yeni bloklar oluşturmakla sorumludur. Ayrıca, blokzincir'in tutarlı ve güncel kalmasını sağlamak için yeni işlemleri ve blokları ağa yayınlarlar (Bashir, 2018).

Tam düğümler, hafif düğümler ve madencilik düğümleri de dahil olmak üzere çeşitli düğüm türleri vardır. Her işlemin ağın politikaları ve uzlaşma yöntemine uygun olduğundan emin olmak için, tam düğümler blok zinciri defterinin tam bir kopyasını korur ve doğrulama sürecine katılır (Nakamoto, 2008). Buna karşılık, hafif düğümler, yalnızca blok zincirinin bir kısmını tutarak ve doğrulama için tam düğümlere güvenerek daha az kaynak tüketir. Madencilik düğümleri ise, çok sayıda işlemci gücü gerektiren yeni blokların oluşturulması ve blok zincirine eklenmesi için gereklidir (Swan, 2015).

1.1.4. Blokzincir sisteminde uzlaşma mekanizmaları

Uzlaşma mekanizmaları, blokzincir ağlarının blok zincirinin durumu konusunda anlaşmaya varmak için kullandığı algoritmalarlardır. Ağdaki düğümlerin işlemlerin geçerliliği konusunda anlaşmaya varmalarını ve blok zincirinin içeriği konusunda anlaşmalarını sağlarlar.

Blokszincir ağlarında kullanılan en yaygın iki uzlaşma mekanizması iş ispatı (PoW) ve hisse ispatı (PoS)'dir. Ayrıca bizans hata toleransı da bir diğer temel uzlaşma algoritmasıdır (Narayanan vd., 2016).

1.1.4.1. İş ispatı modeli (POW)

İş ispatı (POW) algoritmasından ilk olarak Cynthia Dwork ve Moni Naor tarafından yayımlanan “İşlem yolu ile fiyatlandırma veya istenmeyen postalar ile mücadele” isimli makalede bahsedilmiştir (Dwork ve Naor, 1992). İlk blokszincir tabanlı kripto para birimi olan Bitcoin'de de kullanılan bir uzlaşma mekanizmasıdır ve madencilik (mining) olarak adlandırılır.

PoW protokolünde, madenciler karmaşık matematiksel problemleri çözmek için yarışır ve sorunu çözen ilk düğüm, blok zincirine yeni bir blok eklemeye hak kazanır. Hesaplanan değer diğer düğümlerce onaylandıktan sonra ise ilgili işlem blokszincirine eklenir ve diğer tüm madencilerin bu bloğu zincirlerine eklemesi ile bütünlük sağlanmış olur. Bu işlemler neticesinde bloğu yayınlayan madenci ödüllendirilmektedir (Tanrıverdi vd., 2019). Bu mekanizma, blok zincirinin kontrolünü ele geçirmenin bir saldırgan tarafından mümkün olmaması için hesaplama açısından zorlu bir şekilde tasarlanmıştır (Swan, 2015).

1.1.4.2. Hisse ispatı modeli (POS)

İş ispatı algoritması madencilerin karmaşık denklemleri çözmesi üzerine kurulduğu için gelişmiş işlem gücüne sahip bilgisayarların kullanım ihtiyacı artmıştır. Buda daha güçlü işlem çözümü ile daha çok enerji tüketimi sonucunu doğurmuştur. Dünya genelinde dikkate değer bir sorun olarak konuşulmaya başlandığı için alternatif mutabakat algoritmaları türemiştir. Hisse ispatı algoritması (POS) bunlardan biridir.

İlgili algoritma ile ilgili 2012 yılında yayımladıkları makalede Sunny King ve Scott Nadal kripto para madenciliğinde POW'un yanı sıra POS'un da uzlaşma algoritması olarak kullanılabileceğini kanıtlamışlardır (King ve Nadal, 2012). Hisse ispatı (POS), iş kanıtı (POW)'dan daha az hesaplama gerektiren bir alternatif konsensüs mekanizmasıdır. POS'ta, düğümler hesaplama güçleri yerine blokszincir ağındaki hisselerine dayanarak işlemleri doğrulamak için seçilirler (Wood, 2014).

Bu algoritmada hesaplarında coin olan herkes işlemleri doğrulama hakkı kazanmaktadır. Ayrıca buradaki madenciler ilgili para sahipliğini kanıtlamalıdır. Hisse kanıtı algoritmasında doğrulama işlemlerinin hesabında daha fazla coin bulunan kişilere verilme olasılığı

bulunmaktadır. Buda varlık sahipliği fazla olan doğrulayıcıların daha fazla işlem yapma ve dolayısı ile daha fazla kazanmalarını sağlayacağı görüşünü doğurmaktadır (Tanrıverdi vd., 2019).

1.1.4.3. Bizans hata toleransı algoritması

Başarısızlık düzeyinin belirli bir noktaya kadar tolere edildiği bu algoritma, bir kuşatma esnasında Bizans generallerinin aralarındaki iletişimine dayanmaktadır. Buradaki temel konu çoğunluğun kararıdır. Şöyle ki; tüm generaller kendilerine bağlı birliklerin başında olup aralarında direkt iletişim yoktur. Tüm iletişim haberciler vasıtası ile sağlanmaktadır. Kuşatma sonunda, saldırı ya da geri çekilme kararlarından hangisinin alınacağı, nihai kararın çoğunluk temsiliyetine bağlıdır ve kollektif karar alınmalıdır. İçlerinden bazılarının hain olabileceği olasılığını değerlendiren generaller, diğerlerinden gelen haberlerin çoğunluk durumuna göre hareket etmektedirler (Kardaş, 2018).

1.1.5. Blokzincir sisteminin avantajları ve dezavantajları

Blokzincir teknolojisi, çeşitli endüstri ve sektörlerde devrim yaratma potansiyeli nedeni ile son yıllarda büyük ilgi görmektedir. İlgili teknoloji birçok avantaj sunmasının yanı sıra dezavantajlara da sahiptir. Bunları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

Merkezi bir yönetim veya üçüncü taraf bir kuruluş ile çalışma gerekliliği yoktur. Bu durum, sistemde aracı olmadığının ve karar mekanizmasının blok zinciri içerisindeki kullanıcılar tarafından oluşturulduğunun göstergesidir. Veri tabanı sistemleri önemli bilgiler muhafaza etmektedir. İlgili sistemler saldırıya açıktır ve bu gibi durumlardan korunmak için maliyeti yüksek önlem yatırımları yapılmaktadır. Ayrıca bu işlemler uzun zaman almaktadır. Fakat blokzincir sistemi, kendi özgün kanıtları ile çalışması ve sınır koyma yetkisi avantajı ile bu tür maliyetlerden kaçınabilmektedir. (Fauvel, 2018).

Bir işlem blokzincirne bağlandıktan sonra değiştirilememekte veya silinememektedir. Bu kayıt avantajı, blokzincir teknolojisini değiştirilemez ve yok edilemez hale getirmektedir. Ayrıca bu kayıt herkes tarafından görüntülenebilmektedir (Golosova, 2018).

Blokzincir sisteminde her bir kullanıcıya benzersiz bir kimlik tanımlanması, güvenlik seviyesini güçlendirmektedir. Ağdaki tüm kullanıcılar, işlemlerini bu kimlik ile gerçekleştirmektedir. Ayrıca, blokzincir içerisinde gerçekleştirilen işlemler karmaşık hash kodları ile şifrelenmekte olup, bloklar güvenli bir şekilde düğüm onayları ile oluşturulmaktadır. Dağıtık yapısından dolayı, ağda bulunan bilgilerin değiştirilmesi imkansız

yakındır. İşlem maliyetleri mevcut finansal kuruluşlar ile kıyaslandığında çok düşüktür. Bu avantajlar nedeni ile birçok özel şirket ve kurum için blokzincir teknolojisi ilgi odağı haline gelmiştir (Mendi, 2021).

Blok zincirinde hatalı işlemlerin geri alınamaması ve olası hak kayıplarına karşı bir koruma bulunmaması ciddi bir dezavantaj olarak görülmektedir. Kullanıcılar bu nedenle özel anahtarlarını sisteme kaydedip çok güvenli bir yerde muhafaza etmektedirler. Bu noktada, yapılan tüm işlemlerin azami dikkatle gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Bera, 2022).

Yüksek enerji tüketimi blokzincir sisteminin bir diğer olumsuz yanlarından bir tanesidir. Bitcoin blokzincirinde her bir bloğun oluşumu yaklaşık olarak on dakika sürmektedir. Bu süre içerisinde düğümler karmaşık problemleri çözmekte ve doğrulama işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu işlemler yüksek teknoloji ve donanım gerektiren cihazlarla sağlanmaktadır ve bu cihazların enerji tüketimi çok yüksektir (Şat, 2019).

Bir diğer dezavantajlı durum, blokzincir sisteminin kara para aklanmasına müsait olması ve yasal olmayan kaynaklardan ele geçirilen varlıkların taraflar arasında aktarımlarının sağlanabilmesidir. Gayri resmi yollar vasıtası ile elde edilen varlıkların meşrulaştırılmaya çalışılması yeni bir olay olmayıp dinamik bir eylemdir. Kripto paraların nakdi paralara çevrilmesi müsait olduğundan, kripto para borsaları vasıtası ile bu durum gerçekleştirilebilmektedir (Sevim, 2019).

1.1.6. Kripto para kavramı

Kripto para birimi, merkezi olmayan bir ağda işleyen dijital bir para birimi olarak finans dünyasında devrim niteliğinde bir güç olarak ortaya çıkmıştır. Geleneksel finans sistemlerinin sorgulanmasına neden olmuş ve bireylerin işlem yapma şekillerini değiştirmiştir.

Kripto para, finansal işlemleri güvence altına almak ve yeni birimlerin oluşturulmasını kontrol etmek için kriptografik teknikler kullanan dijital varlıkları ifade etmektedir. 2009'da tanıtılan Bitcoin, öncü kripto para birimi olmuş ve Ethereum, Litecoin ve Ripple gibi çeşitli diğer kripto paraların gelişimine yol açmıştır (Nakamoto, 2008).

Hiçbir merkezi yönetimi bulunmayan bu varlıklar, doğal olarak herhangi bir kurum veya kuruluşa bağlı değildir. Çoğu ülke parasının arkasında ilgili ülkelerin merkez bankaları güvence olarak tanınır iken kripto paralar bu özellikleri sayesinde merkeziyetsizdirler (Kızıl ve diğ., 2019).

1.1.6.1. Para kavramı

Para, değişim aracı, değer deposu ve hesap birimi olarak çağdaş toplumlarda çok önemli bir rol oynamaktadır. Yüzyıllar içinde evrim geçirerek günlük hayatımızın vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiş, toplumun, ekonominin ve insan davranışının çeşitli yönlerini etkilemiştir.

Para'nın tanımı TDK'nda şu şekilde geçmektedir; “Devletçe bastırılan, üzerinde değeri yazılı kâğıt veya metalden ödeme aracı, nakit” (TDK). Bir başka tanıma göre ise para, mal ve hizmet satın alımlarında kullanılan ve borçların geri ödenmesinde kabul edilen her türlü şeydir.

Bir şeyin para olarak adlandırılabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir;

- Bölünebilirlik: Hizmet ya da mal alımları karşılığında farklı bedellerin karşılanabilmesi açısından bölünebilir olması anlamına gelmektedir.
- Taşınabilirlik: Bir yerden başka bir yere kolayca hareket edebilmeli, cepte veya çantada taşınabilmelidir.
- Dayanıklılık: Birden fazla el değiştireceğinden dolayı fiziki olarak dayanıklı olmalı, çabuk deforme olmamalıdır.
- Taklit edilememe: Güvenlik gereği paranın taklit edilememesi gereklidir. Aksi halde sahteleri basılıp piyasaya sürülebilir.
- Standardizasyon: Her yerde ve her şartta aynı değeri temsil etmelidir.

Bunların yanı sıra bir şeyin para tanımına uyması için bazı fonksiyonlara sahip olması gerekmektedir. İlgili fonksiyonları kısaca aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

Ekonomik işlemleri kolaylaştırmak;

Para, bir ekonomide mal ve hizmetlerin sorunsuz akışını sağlayarak takasın (mal değişimi) sıkıntılı ve verimsiz olmasını engeller. Para olmadan, takas süreci istenilen malın karşılığını bulma gerekliliği yüzünden zaman israfına neden olabilmektedir. Bu durum da işlem maliyetlerini artırarak paranın dolaşım hızını yavaşlatmaktadır. Para, evrensel olarak kabul edilen bir takas aracıdır, isteklerin örtüşmesi gerekliliğini ortadan kaldırır ve uzmanlaşma, iş bölümü ve ekonomik büyümeyi mümkün kılar (Şıklar, 2004)

Hesap birimi olma;

Ticari ilişkilerde ve borç ödeme olaylarında taraflar arasında kullanılan paranın bir birimi olması gereklidir. Bu özellik, fiyatlandırma yapılır iken kullanılmaktadır. Bu sayede aynı mal

ve hizmetler birbirleri ile mukayese edilebilmektedir (Şahin, 2019). Ayrıca bu durum hesap yapmayı da kolaylaştırmaktadır.

Değer saklama aracı olma;

Para, bireylerin ve işletmelerin birikim yapmalarını ve servetlerini biriktirmelerini sağlayan bir değer biriktirme aracı olarak işlev görür. Para tutarak insanlar tüketimi erteleyebilir, üretken varlıklara yatırım yapabilir veya beklenmedik olaylara karşı kendilerini koruyabilirler. Ev, arsa, takı, hisse senedi gibi varlıklar da değer saklama aracı olarak elde tutulabilmektedir fakat bu varlıkların likiditesi düşüktür ve istenildiği anda nakde çevrilemezler (Atik ve diğ., 2021). Paranın zaman içinde değerini koruma yeteneği, finansal istikrar sağlar ve uzun vadeli planlama ile ekonomik istikrarı teşvik eder.

1.1.6.2. Para çeşitleri

Ticaret, uluslararası işlemler, merkez bankası politikaları ve teknolojik ilerlemeler birçok para çeşidinin finans dünyasında var olmasını sağlamıştır. Bu paralar dünya genelinde farklı ekonomik sistemlerde kullanılmaktadır.

1.1.6.2.1. Mal para

Mal para, altın, gümüş veya diğer değerli metaller gibi bir emtia olarak kendi içsel değeri olan bir para türünü ifade etmekte olup mal olarak değeri olan varlıkların para olarak da kullanılmasıdır. Tek metal ve çift metal sistemi olarak ikiye ayrılmaktadır. Tek metal sisteminde sadece tek bir metal geçerli iken (altın veya gümüş), çift metal sisteminde tümü birlikte ödemelerde geçerli olmaktadır (Yalta, 2020). Ayrıca besi hayvanları, tuz, buğday, deniz kabukları vb. varlıklar da doğal değeri ve ticarete kabul görmesi nedeniyle değişim aracı olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Mal paralar tüketim malı olarak da kullanılabilmektedir.

1.1.6.2.2. İtibari para

Bu para türü hiçbir değerli madene endeksli olmayıp devletler tarafından basılan para türüne verilen addır. Genelde merkez bankaları tarafından basılıp piyasaya sürülmektedirler (BTCTürk, 2022). Esasen değersiz olmasının yanı sıra, bu tür paranın gerçek bir karşılığı da yoktur. İtibari paranın değişim değerini yalnızca nominal değeri belirler. Gerçek bir karşılığı olmayan, ancak bir organ (genellikle hükümet) tarafından çıkarıldığı için ekonomik

katılımcıların saygı göstermesi gereken bir para türüdür. Bunlar şu anda dünya genelinde kullanılmakta olan dolar, euro, tl vb kâğıt para türleridir (Evlimoğlu ve Gümüş, 2018).

1.1.6.2.3. Kaydi para (Banka parası)

Kaydi para, bankalar tarafından mevduat veya mevduat benzeri kaynaklar kullanılarak oluşturulan paraya denilmektedir. Buradaki para, bankaların sistem hesaplarında alacak ya da borç kaydı oluşturması neticesinde ortaya çıkmaktadır. Bankaya para yatırmadan kredi açma vasıtası ile çek düzenlenebilir, başka bir hesaba para aktarma vasıtası ile para yaratılabilir (Samuelson ve Nordhaus, 2009).

Bireyler, nakit para muhafaza ederek ya da bir bankada vadesiz mevduat hesabı açarak satın alma gücüne erişebilirler. Bankadaki ilgili hesap kullanılarak çek düzenlenebileceği gibi ödeme emri verilerek de likidite akımı gerçekleştirilebilmektedir. Buradaki işlemlerin temel noktası paraya dokunulmadan banka sistemleri üzerinden işlem akışının sağlanmasıdır (Gülşen, 2009).

Nakit para taşımak veya ticari bir bankada vadesiz mevduat hesabı açmak, anında satın alma gücüne sahip olmak isteyenler için iki seçenektir. Vadesiz mevduat, ödeme emri veya çek düzenlenmesi yoluyla likidite olarak kullanılabileceği gibi, ihtiyaç duyulduğunda nakit olarak da çekilebilir. Böylece para saklama, sayma ve bozuk para ile uğraşma külfetinden kurtulunur ve satın alma gücü akarken para banka hesaplarında kalır. "Defter parası" ifadesi, paranın fiilen kullanılmasından ziyade banka kayıtlarında yapılan değişikliklerle gerçekleşen işlemleri tanımlar. Ticari bankalar, aldıkları parayı başkalarına ödünç vererek yeni ve artan satın alma gücü de üretirler ve merkez bankalarının para üretimindeki işlevine "ortak" olurlar.

1.1.6.2.4. Elektronik para

Teknolojik gelişmeler ödeme sistemlerinde yenilikleri de beraberinde getirmektedir. Bu yenilikler finansal sistemin hemen hemen her alanında görülmektedir. Elektronik (dijital) para bunlardan bir tanesidir.

Elektronik paranın tanımı TÖDEB tarafından şu şekilde yapılmaktadır; *“Elektronik para; kabul edilen fon karşılığı ihraç edilen, elektronik olarak saklanan, ödeme işlemlerini gerçekleştirmek için kullanılan parasal değerdir. Müşteriden alınan fonun çevrim içi elektronik para hesaplarına aktarılması veya sanal/fiziki kartlara yüklenmesi neticesinde müşterinin nakit para yerine yüklenen fon tutarı kadar ödeme işlemi yapabilmesini sağlar.”* (TÖDEB, 2021).

Bir başka tanıma göre ise elektronik para; Tüketici tarafından bir bilgisayar sürücüsüne veya bir karta önceden ödeme yapmak ya da para yüklemek koşulu ile oluşturulan varlık ürünüdür (Gramlich, 1999).

En kısa tanımlama ile elektronik paraya nakit paranın dijital hali diyebiliriz. Bir fon transferi işlemi gören elektronik para işlemleri bankalar tarafından başlatılmakta olup ödemeler yine bankalar arası gerçekleşmektedir (Öztürk ve Koç, 2006).

1.1.6.2.5. Kripto para

Kripto paranın ilk örneği, 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma isimli kişi veya kişiler tarafından tanıtılan Bitcoin'dir. Güvenli finansal işlemlerin üçüncü bir taraf olmaksızın yerine getirilebilmesi için kriptografi ile şifrelenen, varlık transferlerinin doğrulama yolu ile gerçekleştiği dijital para birimleridir. Şeffaflık, değişmezlik ve dolandırıcılığa karşı direnç sağlayan blok zinciri adı verilen merkezi olmayan ağ sistemleri üzerinde çalışır. Bu para sisteminde herhangi bir aracı olmadığı için para transferlerinde işlem maliyetleri çok düşüktür (Nakamoto, 2008).

Her ne kadar dijital veya sanal para olarak adlandırılırsalar da ulusal para birimlerinin dijital türevleri ile karıştırılmamalıdır. Çünkü kripto paranın aksine, diğer dijital paralar piyasada işlem gören ve ulusal devletlere ait varlıklardır. Bir merkezden yönetilip kontrol edilmektedir (Pirinççi, 2018).

1.1.6.3. Merkez bankası dijital paraları (CBDC)

Blokszincir teknolojisinin ortaya çıkışı ve kripto paraların popüler hale gelmesi, ülkelerin Merkez Bankası Dijital Para birimine olan ilgisini artırmıştır. Ülke merkez bankaları bu finansal teknolojik gelişmeye ayak uydurabilmek adına kendi dijital paraları üzerinde çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Sürekli gelişim içerisinde olan bu piyasalara ayak uydurmak ve dijitalize olmak için, kendi dijital paralarını oluşturmak üzere özel sektör ile iş birliği içerisine girmişlerdir.

CBDC, merkez bankaları tarafından fiziki para mantığı ile dijital ortamlarda üretilen, malların ve hizmetlerin bedelinin dijital para birimi ile ölçüldüğü sistemdir. Bu sistemde fiziki para ile gerçekleştirilen tüm yatırım, tüketim, borçlanma vb. işlemler 7/24 bu para ile gerçekleştirilmektedir (Demir ve Odabaşı, 2022). CBDC'lerin kripto paralardan farkı devlet tarafından oluşturulmasıdır. Ülkelerin dijital para çıkarmasının arkasında yatan bir diğer neden ise küresel finansal sisteme olan bağımlılığı azaltmak olabilmektedir.

Blokzincir sisteminde yer alan kripto paralar dağıtık bir şekilde kayıt altına alınmakta iken bu durum CBDC'ler için uygun görünmemektedir. İlgili kayıtları tamamen kendisi tutabilir, bir başka kamu kuruluşu ile bunları paylaşabilir ya da sektördeki özel işletmeler ile iş birliği anlaşması gerçekleştirebilir (Üzer, 2017).

1.1.6.3.1. Dijital türk lirası (DTL)

Blokzincir teknolojisinin gelişmesi ve kripto paraların yaygınlaşması ile birlikte TCMB' da diğer ülkeler gibi dijital para çalışmalarına başlamıştır. Bu vesile ile 2021 yılında ASELSAN, HAVELSAN ve TÜBİTAK-BİLGEM kurumları ile anlaşma imzalayarak “Dijital Türk Lirası İşbirliği Platformu” nu oluşturmuştur. Bu platform ile kritik ve stratejik ön uygulama testleri kullanılarak, “Dijital Türk Lirası Ağı” ‘nda kapalı devre birinci faz çalışmalarının tamamlanması planlanmıştır (TCMB, 2021).

İlgili birinci faz çalışmalarının başarılı bir şekilde tamamlandığını ve kapalı devre faz çalışmalarına platform üyeleri ile devam edeceğini açıklayan TCMB, ödeme sistemleri için dağıtık defter sisteminin kullanacağını beyan etmiştir. Bu noktada ise bazı bankalar ve finansal teknoloji firmaları ile bir sonraki faz çalışmalarına başlayacağını duyurmuştur (TCMB, 2022).

1.1.6.3.2. Dijital euro

Avrupa merkez bankası Dijital Euro'yu, euro bölgesi içerisinde yer alan vatandaşlar, işletmeler ve hükümetler tarafından perakende ödemelerde kullanılan merkez bankası parası olarak tanımlanmıştır. Dijital Euro'nun asla programlanabilir bir para olmayacağını duyuran ECB, kullanıcıların kişisel verilerinin ise gizlilik içerisinde olacağını ve saklanmayacağını belirtmektedir. Nakit paranın bir ikamesi olmayacağını aksine onun tamamlayıcısı olacağını vurgulayan banka, Dijital Euro ile bilhassa ödemelerin maliyetsiz ve kolay olacağını duyurmuştur. İnsanların Dijital Euro'yu bir yatırım aracı olarak algılaması ve mevduatların bu para modeline kayması olasılığında, sistemin dizayn özellikleri ve aracılık sisteminin bu durumu elemine edeceğini aksi durumda ise likidite yönlendirme sisteminin devreye sokulacağını belirtmektedir (ECB, 2023).

1.1.6.3.3. Dijital dolar

ABD Merkez Bankası (FED), Dijital Dolar ile ilgili çok ileri adım atmamış olup hali hazırda kamuoyu yoklaması ve teknolojik alt yapı kapsamında değerlendirmelerde bulunmaktadır. Öncelikli hedeflerinin ülke içi ödemelerde kullanılmak üzere güvenli ve etkili bir dijital para

yaratmak olduğunu vurgulayan FED, sonraki aşamalarda bu parayı uluslararası ödemeler için kullanmayı planladıklarını bildirmiştir. Dijital para üzerine araştırma çalışmalarını sürdüren FED'in çekincesi olduğu konular ise; mevcut ödeme araçlarının dijital paradan nasıl etkileneceği, vatandaşların mahremiyetinin nasıl korunacağı ve yasadışı finans ile mücadeledir (FED, 2022).

1.2. Enflasyon Kavramı

Fiyatlarda meydana gelen yükselişlerin piyasada var olan fiyat dengesini bozması noktasında enflasyon kavramı ekonomide önemli bir konudur.

Çeşitli tanımları bulunmaktadır; Belirli mal ve hizmetlerin fiyatlarında yaşanan artışların aksine, ortalama bir tüketicinin tüketim sağladığı tüm mal ve hizmetlerin fiyatlarında yaşanan sürekli ve hissedilir artışı ifade etmektedir (TCMB, 2013).

Parasalcılara göre enflasyon parasal bir olgudur, nedeni ise piyasadaki aşırı para arzı yani para bolluğudur. Piyasadaki para miktarının mal ve hizmet miktarından fazla olması durumudur (Friedman, 1968).

Keynesyenler'e göre ise enflasyon tam istihdama ulaşıldıktan sonra efektif talebin daha da artmasından kaynaklanır. Nihayetinde burada sadece fiyatlar yükselir çünkü efektif talepteki artışlara karşılık çıktının esnekliği sıfırdır. Başka bir ifade ile enflasyon, toplam talebin toplam arzdan fazla olmasıdır (Ling, 1967).

Ülkemizde enflasyon oranının hesaplanması kamu kurumu olan TÜİK tarafından icraa edilmekte olup ENAG gibi özel şirketler de enflasyon hesaplaması yapmaktadır. Bu noktada enflasyon oranının hesaplanması seçili mal ve hizmetlerin ortalama fiyatlarından hareketle dönemsel değişimi gösteren fiyat endeksleri ve GSYH deflatörü ile gerçekleştirilmektedir. Bahsi geçen endeksler ÜFE ve TÜFE olarak adlandırılmaktadır ve belirlenen temel dönemde 100'e eşittir.

ÜFE; üretici firmaların bir mal veya hizmeti üretebilmek için satın aldıkları yarı mamül veya mamüllerin fiyatlarının zaman içerisindeki değişimlerini ölçmek için kullanılan endekstir. Ülkemizde ÜFE hesaplamasında Laspeyres formülü kullanılarak, taş ocağı, imalat, su, elektrik ve gaz üretimi vb. sektörlerini kapsamaktadır (Deveci, 2023).

TÜFE; tüketicilerin satın aldıkları mal ve hizmetlerin fiyatlarında yaşanan zaman içerisindeki değişimi ölçmektedir. Buradaki hesaplamalar üç aşamadan oluşur: tüketim sepeti oluşturulması, mal ve hizmetlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve fiyatların toplanması. Bu

noktada sepet ve ağırlıkları vasıtası ile oluşturulan fiyat oranları tüm ülke ortalamasını temsil etmektedir (TÜİK, 2023).

Enflasyon ölçümlemesinin gerekliliği aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Tarı vd. 2012);

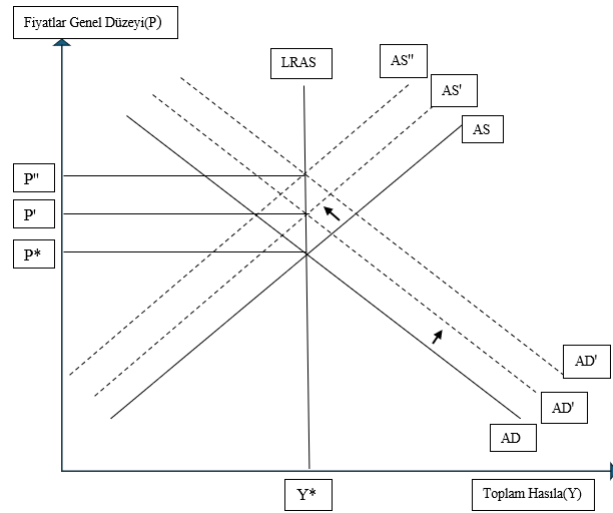
- Ücret ve maaşların tespit edilebilmesi.
- Ekonomi politikalarına ve yöneticilerine yol göstermesi.
- Aktörlerin satın alma güçlerinin tespit edilmesi.
- Mal ve hizmet fiyatlarında zaman içinde gerçekleşen değişimlerin belirlenmesi.
- Ekonomik gidişatın tespit edilmesi.
- Ülkenin genel ekonomik yapısının ortaya çıkarılması.

1.2.1. Enflasyon çeşitleri ve nedenleri

Bir ekonomide mal ve hizmet fiyatlarının zaman içinde artış göstermesi, insanların satın alma gücünü düşürmekte ve yaşam maliyetini artırmaktadır. Enflasyon kavramı, farklı sebeplerle ortaya çıkabilmektedir. Piyasadaki mal ve hizmetlere olan talep artışı fiyatları yükseltebilmekte veya üretim maliyetlerinde meydana gelen artışlar fiyatlara yansıyabilmektedir. Ayrıca, ekonomik aktörlerin gelecekte fiyatların daha da artacağı yönündeki beklentileri de enflasyonu körükleyebilmektedir.

1.2.1.1. Talep enflasyonu

Talep enflasyonu, mal ve hizmetlere yönelik talebin arzdan daha fazla olması nedeniyle fiyatların genel düzeyinde görülen artışı ifade eder. Bu tür enflasyon, Klasik miktar teorisi, Monetarist ve Keynesgil yaklaşımlar tarafından farklı şekilde ele alınır. Talep enflasyonunun temelinde, üretilen mal ve hizmetlerin toplamının, artan toplam talebi karşılayamaması yatmaktadır. Ekonomide bireyler, ihtiyaçlarını karşılamak için mal ve hizmet satın aldıkça, toplam talep arzın üzerine çıkar ve fiyatlar yükselir. Arz ve talep arasındaki bu dengesizlik, talep enflasyonunun oluşmasına neden olur (Kaykusuz, 2001).



Şekil 1.3. Talep enflasyonu

Kaynak: Zeynel Dinler, *İktisada Giriş* (30. baskı). Ekin Kitabevi, 2022, s.511.

Şekil 1.3.'de, yer alan AD eğrisi toplam talebi temsil etmekte olup yatırım harcamaları, tüketim harcamaları, kamu harcamaları ve net ihracat harcamalarından oluşur. AS eğrisi ekonominin üretim kapasitesini yansıtan toplam çıktıyı temsil etmektedir. Şekilde yer alan LRAS doğrusu ise uzun dönem tam kapasite çıktısını ifade etmektedir. Uzun vadede ekonominin üretebileceği maksimum seviye ve ekonomik kapasiteyi gösterdiği için dik konumdadır.

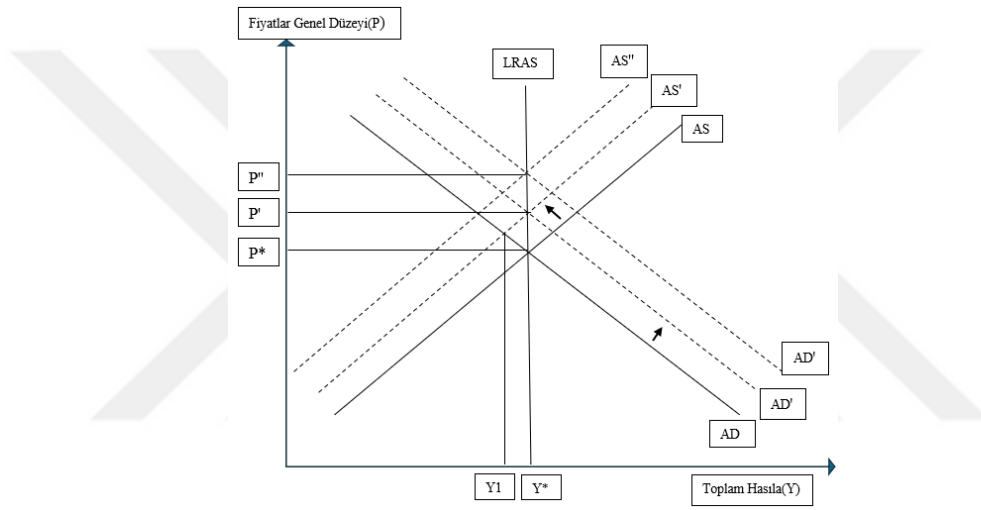
Piyasa, P^* fiyatı ve Y^* gelir noktasında dengede iken MB'nin dolaşımında bulunan para miktarını artırdığını varsayalım; artan para miktarı sonucu AD eğrisi sağa kayar ve toplam hasıla artmış olur. Bu ekonomik genişleme sonucunda işgücü piyasasında ücretler artış gösterir. Artan ücretler üretim maliyetlerini artırır ve toplam çıktı düşer, AS eğrisi sola kayar. Yeni denge noktası AD' eğrisi ile AS' eğrisinin birleşim noktası olup bu noktada fiyat genel düzeyi P^* 'den P' yükselmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, genişletici para politikası devam ettikçe AD eğrisi sağa sonrasında ise AS eğrisi sola kaymaya devam edecek neticede fiyat genel seviyesi yani enflasyon artacaktır.

1.2.1.2. Maliyet enflasyonu

Maliyet enflasyonu, herhangi bir mal veya hizmetin maliyetini etkileyen birkaç faktörün fiyatlarındaki artış sonucunda ortaya çıkmaktadır. Üretim faktörleri olan toprak, sermaye, emek ve girişimci gibi bileşenlerin fiyatlarındaki artış, firmaların birim maliyetlerini artırmakta ve kâr marjlarını düşürmektedir. Bu durumda firmalar, mal ve hizmet arzlarını

azaltma eğilimine gitmekte, bu da fiyatlar genel düzeyinin yükselmesine neden olmaktadır (Yurtkur Koç ve Can, 2019).

Bir diğer tanıma göre ise maliyet enflasyonu, gıda ve enerji gibi emtia fiyatlarının yükselmesi veya doğal afetlerin yol açtığı yüksek üretim maliyetleri sonucunda genel arzın azalması ve genel fiyatların artması durumudur. Ayrıca kamu otoritesi tarafından uygulanacak olan vergi artışları ve diğer ilgili yasal düzenlemeler de maliyet enflasyonu yaratabilmektedir (TCMB, 2013).



Şekil 1.4. Maliyet enflasyonu

Kaynak: Zeynel Dinler. *İktisada Giriş* (30. baskı). Ekin Kitabevi, 2022, s.513.

Şekil 1.4.'de ekonomi P^* ve Y^* noktasında dengede iken piyasada oluşan ücret baskısı nedeni ile üretim maliyetlerinde bir artış meydana gelir ve toplam arz düşer, AS eğrisi sola kayarak azalır, gelir seviyesi doğal ürün düzeyinin altına iner (Y_1). Bu noktada işsizlik artış gösterir ve çözüm olarak genişletici bir maliye/para politikası ile duruma kamu otoritesince müdahale edilir. Müdahale sonucunda toplam talep artar ve AD eğrisi sağ yukarı kayarak AD' eğrisini oluşturur, yeni denge noktasında fiyat düzeyi P' dir. Bu durumda toplam hasıla doğal ürün düzeyine geri dönmüş (Y^*) fakat fiyat genel düzeyi artmıştır.

1.2.2. Enflasyonun etkileri

Enflasyon, ekonomik hayatı ve toplumun tüm kesimlerini ilgilendiren bir olgudur. Enflasyonist dönemlerde ekonomik aktörlerin satın alma alışkanlıkları, mevduat ve kredi

faizleri, maaş, ücret, emeklilik aylıkları ve sigorta primleri gibi parasal değişkenler vasıtası ile olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca bu gibi dönemlerde ortaya çıkan belirsizlik, piyasa işleyişini yavaşlatmaktadır. Enflasyonun etkileri kısaca aşağıdaki şekilde sıralanabilir (TCMB, 2013; Kızıldere, 2019);

Gelir dağılımı; Enflasyon, farklı gelir gruplarını farklı şekillerde etkilemektedir. Emekliler veya ücretli çalışanlar gibi sabit gelirli bireyler, enflasyonun olumsuz etkilerini daha fazla hissetmektedir. Fakat tasarruf sahipleri yani varlıklı kişiler, yüksek reel faizden yararlanarak ya da emlak veya hisse senedi gibi enflasyona karşı değer kazanabilecek varlıklar vasıtası ile enflasyonun olumsuz etkisinden daha az etkilenebilmektedirler.

Satın alma gücü; Talep miktarında yaşanan artışlardan dolayı piyasadaki mal ve hizmet fiyatlarının artması ve paralelinde fiyatlar genel seviyesinin yükselmesi durumunda bireylerin alım gücü düşmektedir. Paranın değerinde yaşanan azalış bireylerin ekonomik faaliyetlerinde yavaşlamaya neden olur. Burada aynı miktarda para ile daha az mal alınmakta, yaşam maliyeti artmaktadır.

Ekonomik büyüme; Bireyler ve firmalar yüksek enflasyon nedeni ile tüketimlerini ve yatırımlarını ertelemekte, gayrimenkul, emtia, değerli madenlere yönelmektedirler. Bu durum ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemekte ve yavaşlatmaktadır.

İş gücü piyasası; Enflasyon nedeni ekonomik dalgalanmalar yatırımcılar için belirsizlik ortamı oluşturmakta ve bu nedenle yatırımlar azalmaktadır. Azalan yatırımlar nedeni ile üretim hacmi daralır ve işten çıkarmalar başlar. Bu durum istihdam seviyesinin azalmasına neden olmaktadır.

1.3. Faiz Kavramı

Faiz, paranın zaman içinde değerinin nasıl değiştiğini açıklayan temel bir ekonomik kavramdır. Genel olarak, fonların önceden belirlenmiş bir süre boyunca kullanılması karşılığında borç veren tarafından borç alana yüklenen maliyet olarak anlaşılır. Faiz oranları, ekonominin yatırım ve tasarruf kararları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tasarrufların faiz oranını ve getiri oranını belirler. Faiz oranları merkez bankalarının para politikası araç setinde kullandıkları önemli bir araçtır ve istihdamı, enflasyonu ve ekonomik büyümeyi doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, ekonomik istikrarın korunması büyük ölçüde faiz oranlarının uygun şekilde yönetilmesine bağlıdır.

1.3.1. Faiz

Faizin ortaya çıkışı ile ilgili olarak birçok teori bulunmaktadır. Tarihteki ilk insanlar ihtiyaçların temin edilmesi zorluğunun yanı sıra elde edilen yiyecek ve eşyaların çalınma ve bozulma gibi risklere karşı korunması noktasında da zorluklar ile karşılaşmışlardır. Mesela avlanan bir balık ya da hasat edilen hububat uzun süre muhafaza edilememektedir. Bu sorun borç verme yöntemi sayesinde çözüme kavuşturulmuştur. Avcı, avının bir bölümünü daha sonra aynı şekilde geri almak karşılığında borç vermekte, bu eylem her iki tarafında yokluk-fazlalık sorununu çözmektedir. Fakat insanlar malların muhafaza şekillerini öğrendikçe diğer insanlara mal vermeye daha az istekli olur hale gelmiş ve durum böyle olunca da verilen mallar karşılığı daha fazla mal talep edilmeye başlanmıştır. Dolayısı ile faizin bu şekilde ortaya çıkmış olduğuna, ticaretin genişlemesi ve paranın alışverişlerde kullanılması ile de yaygınlaştığına inanılmaktadır (Komisyon, 2014:15).

Bir diğer teoriye göre ise; Antik zamanlarda yaşıyan çiftçilerin, eşkıyalar veya hükümdarlar tarafından yağmalanmaktan korktukları için tarımsal ürünlerini tapınaklara emanet etmeye başlamalarına dayanmaktadır. Tapınakların kutsal sayılması nedeni ile bu tür yerlerde hırsızlık ve yağma çok nadir meydana gelmektedir. Ayrıca tapınaklardaki rahiplerin okuma yazma bilmeleri ve bu ürünleri tartıp kayda geçirmeleri de diğer bir güven unsurunu oluşturmaktadır. Zamanla tapınaklarda fazla yer işgal eden bu ürünler için koruma bedeli alınmaya başlanmış, tarlalarından henüz mahsül alamamış olan bazı çiftçiler tapınaklardan ödünç almak istediğinde ise tapınaklar belirli bir bedel karşılığında bu talebi karşılamışlardır. Bu durum bir tür faiz sistemi ortaya çıkarmıştır (Eğilmez, 2019).

TDK’da faiz tanımları; “İşletmek için bir yere ödünç verilen paraya karşılık alınan kâr; ürem, nema” şeklindedir (TDK). Bir başka iktisadi tanıma göre de paranın ödünç verilmesi/kiralanması karşılığında ödenmesi gereken bedeldir (Dinler, 2014).

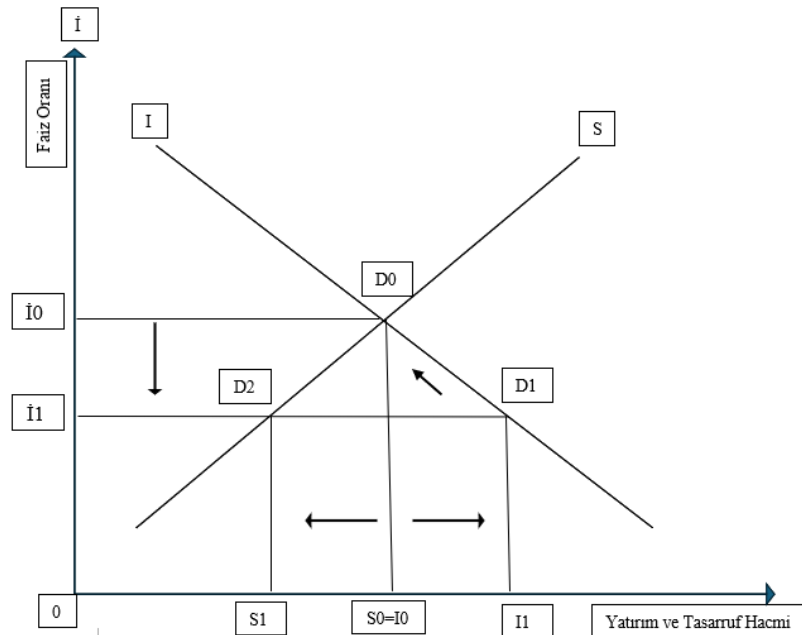
1.3.2. Faiz teorileri

Ekonomi literatüründe önemli bir konu olan faiz kavramı farklı görüşler tarafından incelenmiş ve yorumlanmıştır. Bu görüşler zaman zaman birbirlerinden etkilenmiştir. Aşağıda temel faiz teorileri açıklanmıştır.

1.3.2.1. Klasik faiz kuramı

Klasik faiz kuramı 18. ve 19. yüzyıl iktisatçıları tarafından ortaya atılmış ve temelleri büyük oranda Adam Smith’in görüşlerine dayanmaktadır. Tasarruf fazlasına sahip olan kişilerin bu

Klasik iktisatçılar, faizi mevcut tüketimden vazgeçmenin ya da tasarruf etmenin maliyeti olarak görmüşlerdir. İnsanlar faydalarını optimize etmek için paralarını şimdiki ve gelecekteki tüketimleri arasında paylaştırmaktadırlar. Faiz oranındaki bir artış insanları gelirlerinden daha fazla tasarruf etmeye ya da gelecekteki harcamalarına öncelik vermeye teşvik etmektedir. Çünkü pozitif bir faiz oran, bireylerin gelecekte şu anda yaptıklarından daha fazla tüketmelerini sağlayacaktır. Bu durumda klasikler iktisatçılar için tasarruflar faiz oranına bağlıdır (Öztürk ve Durgut, 2011).



Şekil 1.5. Klasik faiz kuramı: Denge faizi

Kaynak: İlker Parasız. *Para Teorisi ve Politikası* (4. baskı). Ezgi Kitabevi, 2016, s.110.

Klasik kuramda faiz oranları yatırım talebi (I) ve tasarruf arzına (S) göre belirlenmektedir. Şekil 1.5.'te D0 noktasında yatırım talebi tasarruf arzına eşit konumdadır ($S=I$) ve bu noktada piyasa faizi oluşmaktadır (i_0). Piyasa faiz oranının il noktasına düştüğü bir durumda yatırım maliyeti düşer talep edilen yatırım miktarı I1 noktasına yükselir. Faiz getirisinin azaldığını fark eden tasarruf arz sahipleri arz ettikleri tasarruf miktarını S1 noktasına düşürürler. Karşılıklı aksiyonlar sonrasında piyasada S1I1 ya da D1D2 kadar yatırım talep fazlası meydana gelir. Bu durumda ne D1 ne de D2 noktalarında denge oluşmaz çünkü ihtiyacı olan krediyi bulamayan bazı yatırımcılar daha yüksek faiz oranı ile tasarruf arzına sahip olmak

istemekte bu durum ise D1 noktasının yavaşça D0 denge noktasına doğru kaymasına neden olmaktadır. Nihayetinde diğer yatırımcılarında bu eyleme dahil olması ile eski denge noktası olan D0 'da tekrardan piyasa dengesi sağlanır. Piyasa dengesi görünmez bir el tarafından tekrardan tesis edilmiştir (Özyurt, 2015).

1.3.2.2. Keynes'in likidite tercihi teorisi

Keynes'e göre faiz, parayı ellerinde tutanların, bu haklarını başkalarına devretme konusundaki isteksizlik derecesinin bir ölçüsüdür. Bu bakış açısına göre, faiz oranı nominal bir değişken olarak belirlenmektedir ve reel süreçlerden bağımsızdır. Keynes, faizin sadece tasarruf miktarına bağlı olmadığını, aynı zamanda bu tasarrufların nasıl değerlendirildiğine de bağlı olduğunu belirtir. Paranın nakit olarak tutulması, likidite tercihi ifade eder ve bu durumda faiz getirisi elde edilmez. Ancak, parayı borç vermek veya yatırım yapmak, likiditeden vazgeçmek anlamına gelir ve bu, faiz oranı ile ödüllendirilir. Bu bağlamda faiz, parayı elinde tutma tercihi karşısında bir teşvik olarak görülmektedir. Ayrıca likidite tercihi teorisine göre faiz oranı, para arz ve talebinin bir fonksiyonudur (Öztürk ve Durgut, 2011).

1.3.2.3. Ödünç verilebilir fonlar teorisi

Faiz oranlarının nasıl belirlendiğini açıklayan bir diğer teori ise ödünç verilebilir fonlar teorisidir. Bu teoriye göre faiz oranları, ödünç verilebilir fon arzı ve fon talebi dengesinde belirlenir. Herhangi bir rekabetçi piyasadan farkı olmayan bu sistemde arz ve talebe konu olan fonlardır ve fonların fiyatı da faizdir. Klasik sistemin aksine bireyler tasarrufta bulunmadan fon arzı sağlayabilmekte iken herhangi bir yatırım yapılmasına gerek olmadan da fon talep edilebilmektedir (Demir, 1993).

Ödünç verilebilir fon arzı, tasarruflar, bankaların sağladığı krediler ve kullanılmayan paralar gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Faiz oranı yükseldiğinde, ödünç verilebilir fon arzı da artış göstermektedir. Ödünç verilebilir fon talebi ise firmaların yatırım için ihtiyaç duydukları fonlar ile bireylerin tüketim için borç taleplerinden oluşmaktadır (Demirgil ve Türkay, 2017).

1.4. Borsa Kavramı

Borsa, finansal araçların (hisse senetleri, tahviller, döviz, emtialar vb.) alınıp satıldığı organize bir piyasadır. Borsalar, yatırımcıların bu araçları alıp satmalarını kolaylaştırır ve genellikle belirli kurallar ve düzenlemeler çerçevesinde faaliyet gösterirler. Borsaların temel işlevi, sermaye piyasalarının etkin ve düzenli bir şekilde işlemlerini sağlamak ve yatırımcılar ile ihraç edenler (şirketler, hükümetler vb.) arasında aracılık yapmaktır. Tahvil ve bonoların

alım-satım işlemleri menkul kıymetler borsalarında yapılmakta iken, döviz alım satımı için döviz borsaları (forex, foreign Exchange) ve ticari mal alım-satımı için emtia borsaları kullanılmaktadır (Işık, 2012).

Türkiye’de borsa faaliyetlerinin temelleri 19. Yüzyılda atılmıştır. Galata Bankerleri tarafından 1866 yılında kurulan ilk borsa teşkilatı sonrası 1873 yılında ilk resmi borsa olan Dersaadet Tahvilat ve Esham Borsası kurulmuştur. 1985 yılında ise şimdiki BİST kurulmuş olup 2013 yılına kadar İstanbul Menkul Kıymetler Borsası adı ile anılmıştır (BİST, 2024).

Borsa İstanbul, hisse senetleri, tahviller, emtialar ve türev ürünlerin işlem gördüğü, modern ve teknolojik altyapıya sahip bir finansal piyasa olma yolunda ilerlemektedir.

Ülkemiz dışında dünyada faaliyet gösteren birçok borsa bulunmaktadır. Bu borsalardan ilk 5 tanesini piyasa değerlerini baz alarak şu şekilde sıralayabiliriz; New York Menkul Kıymetler Borsası, NASDAQ, Euronext, Japonya Borsası ve Şanghay Menkul Kıymetler Borsası (Statista, 2023).

İlgili borsalardan NASDAQ dünyanın ilk elektronik hisse senedi piyasasıdır. 1971 yılında Ulusal Menkul Kıymet Satıcıları Birliği (NASD) tarafından kurulmuştur. Önceleri sadece bir kotasyon sistemi olan NASDAQ, daha şeffaf ve hızlı bir sistem yaratmayı hedefleyerek, verimsiz kişiden kişiye hisse senedi işlemlerini azaltmayı amaçlamıştır. Başlangıçta 2.500 tezgâh üstü menkul kıymet için kullanılan NASDAQ, hisse senetlerinin alış ve satış fiyatları arasındaki farkı azaltmış, ancak bu durum aracı kurumların memnuniyetsizliğine neden olmuştur. 1987 yılına kadar ticaret telefon görüşmeleriyle gerçekleştirilirken, 1987'den sonra Küçük Emir Sistemi (SOES) kullanılarak elektronik bir yöntemle geçilmiştir. 2006 yılında NASDAQ, NASD'den ayrılarak lisanslı bir ulusal menkul kıymetler borsası statüsüne yükselmiştir. 2007 yılında ise güçlü İskandinav borsa grubu OMX ile birleşen NASDAQ, resmi olarak NASDAQ OMX Group adını almıştır (Mansaku vd. 2016).



2. KRİPTO PARA PİYASASININ YAPISI VE DİNAMİKLERİ

Son yıllarda büyük ilgi gören kripto paralar finans dünyasında ciddi bir etki yaratmıştır. Bu etki ile yetkili otoriteler dijital varlıkların düzenlenmesi ve denetlenmesi yönünde adımlar atmıştır. Bu adımlara kripto para borsalarının yasal statüleri ile ilgili bir düzenlemeler ya da vergilendirme politikaları örnek verilebilir.

Ülke merkez bankaları da bu finansal teknolojik gelişmeye ayak uydurabilmek adına kendi dijital paraları üzerinde çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Dijital paraların geleceği ise regülasyonlar ve benimsenme süreciyle yakından ilişkilidir.

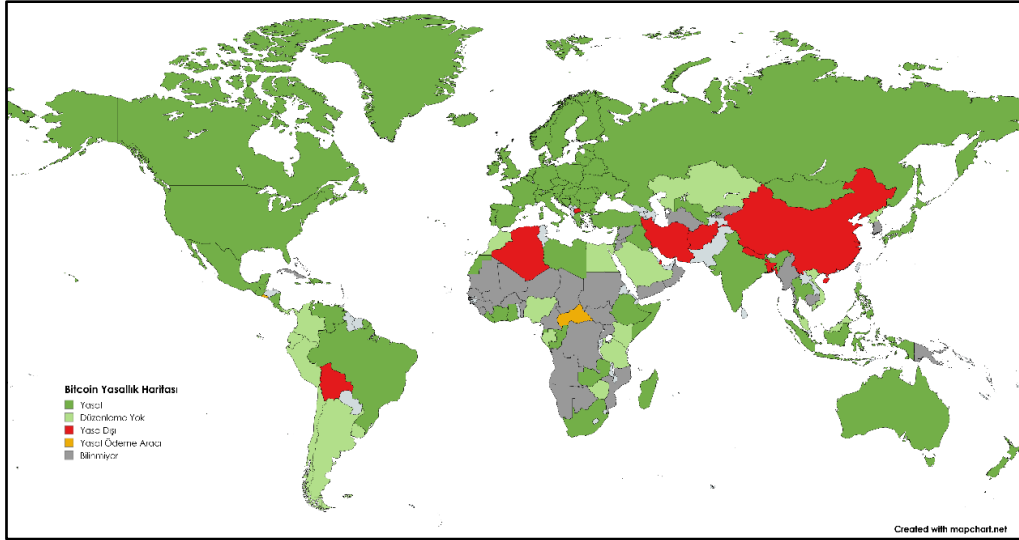
Tezin ikinci bölümünü oluşturan bu bölümde kripto paralara uygulanan yasal kısıtlama durumları, kripto para ekosistemleri ve piyasada uygulanmakta olan bazı arz kontrollerinden bahsedilecektir. Son olarak kripto paraların muhafaza şekillerine değinilecektir.

2.1. Kripto Paraların Yasallık Durumu

Kripto paraların kullanımı ve popülerliğinin artması, bu piyasanın resmi makamlarca düzenlenip denetlenmesi gerektiği tartışmalarını da gündeme getirmiştir. Finans dünyasında yaşanan bu çeşitlilik ve derinleşme bazı merkez bankaları ve ilgili kamu kurumlarının bu piyasaya ilişkin düzenlemeler ve kısıtlamalar yapma zorunluluğunu ortaya koymuştur. Bu düzenleme ve regülasyonların bazıları ilgili piyasayı destekleyici bazıları ise engelleyici yapıdadır.

Kripto varlıklar zaman içerisinde basit bir ürün iken, yatırım aracı, ödeme seçeneği ve değersiz para birimlerine karşı koruma gibi birçok alternatif özelliğe sahip varlık haline gelmiştir. Yaşanan aşırı volatilité durumları, kripto para piyasasına düzenleme gerekliliğini bir kez daha gündeme getirmiştir. Fakat bu piyasanın karmaşık yapısı, çok hızlı ilerleyen ve gelişen bir teknolojiye sahip olması, regülasyonların uygulanmasını güçleştirmektedir (Narain ve Moretti, 2022).

İlgili piyasanın merkeziyetsizlik anlayışı üzerine kurulu olması herhangi bir yetkili organın yetkisi ya da etkisi altında olmadığını göstermektedir. Bu durum ise ilgili otoritelerin, piyasada gerçekleşen işlem akışlarını ya da varlık sahipliğini vergilendirememesi dezavantajını doğurmaktadır. Ayrıca, piyasada gerçekleştirilen işlemlerin gizliliği de yetkili kurumların güvenlik kaygılarından bir tanesini oluşturmaktadır (Topaloğlu, 2021).



Şekil 2.1. Bitcoin yasal durum haritası

Kaynak: Mapchart.net (2022).

Ülkeler bazında kripto para birimlerine uygulanmakta olan düzenleme ve politikalar aşağıda yer alan Tablo 2.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Ülke bazında kripto varlıkların yasal durumu

Ülke	Durum	Kripto Varlıklar İçin Düzenleme Özeti
Almanya	Serbest	Blokzincir çözümleri desteklenmektedir. Bitcoin ile işlem ve ticaret yapılabilen. Yasal finansal şirketler ve tüzel kurumlar lisanslı borsalar aracılığı ile kripto varlık alım/satımı gerçekleştirebilmektedir.
Amerika Birleşik Devletleri	Serbest	Kripto para borsaları, kara para aklama ve varlıkların vergilendirilmesi gibi konularda düzenlemelere tabi. Bu düzenlemeler birçok farklı kurum tarafından gerçekleştirilmekte olup kurumdan kuruma değişkenlik göstermektedir. Bitcoin için SEC menkul kıymet adlandırması yapar iken, CFTC emtia ve hazine ise para birimi olarak nitelemektedir.
Avustralya	Serbest	Yasal kurumlar, ülkede faaliyet gösteren kripto para borsaları için lisanslama faaliyetleri yürütmektedir. Bitcoin yasal olarak ticari hayatta kullanılabilir ve çift vergilendirmenin dışındadır.
Çin	Yasak	Yerel kripto para borsa faaliyetleri ve kripto para sürümü yasaktır.
El Salvador	Yasal Ödeme Aracı	Yasal düzenleme ile 2021 yılında Bitcoin resmi para birimi ilan edilmiştir. Kripto gelirleri vergiden muaftır. Jeotermal enerji ile madencilik çalışmaları yapılması planlanmaktadır.
Fransa	Serbest	Kripto para borsaları ve para birimleri için vergi düzenlemesi oluşturulmuştur. Kripto varlıklar vergiye tabidir.

Tablo 2.1. (Devam) Ülke bazında kripto varlıkların yasal durumu

Hindistan	Serbest	2018 yılında kripto para kullanımı yasaklanmış fakat 2020 yılında yüksek mahkeme tarafından bu yasak iptal edilmiştir. Henüz belirli bir düzenleme olmamasına karşın, ülkede blokzincir tabanlı dijital milli para üzerine çalışmalar devam etmektedir.
İran	Yasak	Kripto madenciliği için lisans alınma zorunluluğu bulunmakla birlikte ülke dışına kripto varlık işlemleri sermaye çıkışı önleme amacı ile yasaktır. Kripto paraların ödeme işlemlerinde kullanımı da yasaktır.
Japonya	Serbest	Kripto para piyasası için dinamik ve pozitif bir düzenleme sistemi uygulanmaktadır. Kripto para sahipliği/ticareti üzerinden vergi alınmakta olup kripto paralar yasal para birimi dışındadır.
Kanada	Serbest	Bitcoin işlemleri takas işlemleri olarak görünmektedir. Kara para aklama ve terörü finanse etme konuları için düzenlemeler bulunuyor. Kripto para platformları düzenlemelere tabidir. Kripto varlıklar emtia olarak kabul edilip vergilendirilmektedir.
Orta Afrika Cumhuriyeti	Yasal Ödeme Aracı	2022 yılında Bitcoin'in yasal para birimi olarak kullanılması parlamentoda kabul edilmiştir.
Rusya	Serbest	Dijital varlıklar mal ve hizmet alımlarında ödeme olarak kabule edilmemektedir. Otoriteler tarafından yayınlanan çok keskin düzenlemeler bulunmamak ile birlikte Bank of Russia tarafından kayıtlı şirketler alım satım işlemleri gerçekleştirebilmektedir.
Singapur	Serbest	Kripto para kullanımı herhangi bir düzenleme ile kontrol altında alınmamıştır.
Türkiye	Serbest	Kripto para kullanımı ile ilgili bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Fakat yasal merciler tarafından, kripto borsa şirketlerinden kullanıcı bilgileri talep edilmektedir. Ödemelerde doğrudan veya dolaylı olarak kripto para kullanılması TCMB tarafından 2021 yılında yasaklanmıştır.

Kaynak: Hammond ve Ehret (2022).

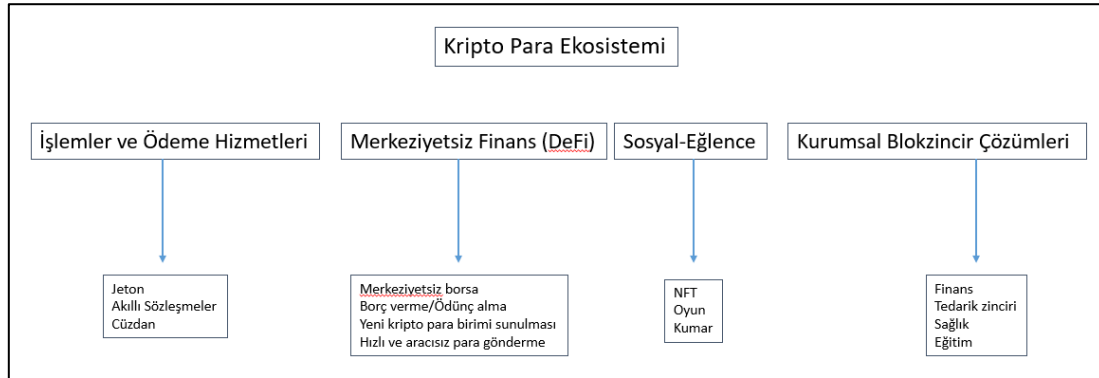
Tabloda da görüldüğü üzere Almanya, ABD, Avustralya, Fransa, Hindistan, Japonya, Kanada, Rusya, Singapur ve Türkiye gibi birçok ülke kripto paraların serbest kullanımına izin vermektedir. Bu ülkeler, kripto paraların ticaretini ve mülkiyetini belirli düzenlemeler altında serbest bırakmıştır. Örneğin, Almanya'da kripto varlıklar yasal olarak işlem görürken, ABD'de kripto paralar kara para aklama ve vergi düzenlemelerine tabidir.

Çin ve İran gibi bazı ülkeler ise kripto para işlemlerini ve madenciliğini tamamen yasaklamışlardır. Bu gibi ülkeler, kripto paraların kontrol edilemez yapısından, ekonomik ve siyasi istikrarı tehdit edebilecek potansiyelinden dolayı bu tür yasaklamalara gitmektedir. Bu ülkeler, kripto paraların sunduğu merkezizetsizlik ve özgürlüklerden ziyade, kendi ekonomik ve politik kontrolünü koruma önceliğine sahiptirler.

2.2. Kripto Para Ekosistemleri

Blok zinciri ağında yer alan bazı paralar, yapısı gereği birbiri ile bağlı ve ilişkili birden çok ürün oluşumuna imkân vermektedir. Kısaca, blokzincir olarak tanınan yüksek bir teknoloji tarafından güvence altındaki bu dünya yatırımcı ve kurumsal şirketlere birçok kolaylık sağlamaktadır. Finans ve teknolojinin geleceği, kripto para ekosistemlerini oluşturan çok çeşitli unsurlar ve etkileşimler tarafından şekillendirilmektedir. Bu ekosistemler, kripto para birimleri, blok zinciri teknolojisi, borsalar, cüzdanlar ve aktif topluluklar aracılığıyla inovasyonu, finansal katılımı ve ekonomik büyüme için yeni fırsatları teşvik etmektedir (Vigna ve Casey, 2018).

Aşağıda yer alan tabloda kripto para basit ekosistem kırılımı yer almaktadır.



Şekil 2.2. Kripto para ekosistem kırılımı

Kaynak: Forbes Advisor (2024).

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi kripto para ekosistemi, farklı kullanım alanları ve uygulama türleriyle geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu ekosistem, aşağıdaki dört ana başlık altında incelenebilir (Tapscott & Tapscott, 2016; Schär, 2021; Wang et al., 2021):

1. İşlemler ve Ödeme Hizmetleri: Bu alan, kripto paraların doğrudan bir ödeme aracı olarak kullanımını içerir. Jeton (token) tabanlı ödemeler, akıllı sözleşmelerle otomatik işlemler ve dijital cüzdanlar aracılığıyla yapılan hızlı ve düşük maliyetli transferler bu kategoride yer almaktadır. Bu hizmetler, bireyler ve kurumlar arasındaki finansal işlemleri merkeziyetsiz bir şekilde yürütmeyi amaçlamaktadır.
2. Merkeziyetsiz Finans (DeFi): DeFi, geleneksel finansal hizmetlerin merkeziyetsiz blokzincir platformları üzerinden sunulmasını sağlar. Bu kapsamda, borç verme/ödünç alma, merkeziyetsiz borsalar, yeni kripto para birimlerinin piyasaya sunulması ve varlık transferleri gibi işlemler yer almaktadır. DeFi, kullanıcılara aracıya ihtiyaç

duymadan finansal hizmetlerden yararlanma imkânı tanıyarak geleneksel bankacılığa alternatif bir yapı sunmaktadır.

3. Sosyal-Eğlence: Bu alanda, kripto paraların ve blokzincir teknolojisinin dijital sanat, oyun ve eğlence sektörlerindeki uygulamaları öne çıkmaktadır. Özellikle NFT'ler (Non-Fungible Tokens), dijital sanat ve koleksiyon parçalarının mülkiyetini ve ticaretini kolaylaştırmaktadır. Oyun sektöründe ise oyuncuların blokzincir tabanlı oyunlarda dijital varlıklar kazanmasına ve ticaret yapmasına olanak tanımaktadır.
4. Kurumsal Blokzincir Çözümleri: Blokzincir teknolojisi tedarik zinciri yönetimi, sağlık, eğitim ve finans gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır. Kurumlar, blokzincir teknolojisi aracılığıyla veri güvenliğini artırabilir, işlem maliyetlerini düşürebilir ve süreçlerini daha şeffaf hale getirebilir. Bu uygulamalar hem kamu hem de özel sektör için önemli verimlilik avantajları sağlamaktadır.

Bu ekosistemler, kripto para teknolojisinin sadece bir yatırım aracı olmaktan öteye geçerek, farklı sektörlerde çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, kripto paraların ve blokzincir teknolojisinin, gelecekteki dijital ekonomi için güçlü bir temel oluşturduğunu kanıtlar niteliktedir.

Kripto para ekosistemini daha iyi anlamak için, aşağıda seçili birkaç kripto para birimi ele alınacaktır. Bu kripto para birimleri arasında Bitcoin, Ethereum, Ripple, Cardano ve Hedera yer almaktadır. Bitcoin ve Ethereum, piyasanın ilk ve en etkili öncüleri olarak kabul edilirken; Ripple, Cardano ve Hedera, farklı ekosistem yapıları ve benzersiz teknolojik özellikleriyle öne çıkan, sektörde önemli bir yere sahip temel kripto varlıklar olarak incelenmiştir.

2.2.1. Bitcoin

2008 yılında Satoshi Nakamoto takma adını kullanan anonim bir kişi veya grup tarafından tanıtılan, merkezi olmayan bir dijital para birimidir. Eşler arası bir ağ üzerinde çalışmakta ve kullanıcıların bankalar veya finans kurumları gibi aracılara ihtiyaç duymadan doğrudan birbirleriyle işlem yapmalarına olanak tanımaktadır (Nakamoto, 2008).

Bitcoin temelde, tüm işlemleri şeffaf ve değişmez bir şekilde kaydeden dağıtık bir kayıt defteri olan blok zinciri teknolojisine dayanmaktadır. Dağıtık yapısı sayesinde ağda gerçekleşen her işlem ağda bulunan birden fazla katılımcı tarafından doğrulanmakta ve bu sayede sistemin güvenliğini ve bütünlüğünü sağlamaktadır. (Nakamoto, 2008).

Bitcoin'in toplam arzı yazılımı ile sınırlıdır ve hiçbir zaman 21.000.000 coinini aşmayacak şekilde tasarlanmıştır. Yeni madeni paralar, "madencilik" veya iş kanıtı POW olarak bilinen süreç sırasında yaratılmaktadır. Karmaşık kriptografik hesaplamalarla korunan bu işlemler, ağ üzerinden iletildikçe, madenciler tarafından toplanıp bloklar halinde zincire eklenmektedir. Bitcoin fiyatı Mayıs 2023 itibarıyla 28.000 dolar civarındadır. Ulaştığı en yüksek fiyat 69.000 dolar olmuştur (Investing, 2023).

Bitcoin bir değer saklama aracı, bir değişim aracı ve bir yatırım varlığı olarak hizmet vererek yıllar içinde önemli bir ilgi ve benimseme kazanmıştır. Merkezi olmayan yapısı, sınırlı arzı ve anonimliği hem bireyleri hem işletmeleri hem de kurumsal yatırımcıları cezbetmiştir. Eylül 2021'de El Salvador para birimini yasal ödeme aracı olarak kabul etmeye başlayarak BTC gibi kripto para birimlerini yasal ödeme aracı olarak kabul eden ilk ülke olmuştur. Diğer birçok ülkenin de El Salvador'un öncülüğünü takip edeceğine inanılmaktadır.

2.2.2. Ethereum

Ethereum, geliştiricilerin merkezi olmayan uygulamalar oluşturmasını ve dağıtmasını sağlayan merkezi olmayan bir blok zinciri platformudur. Platform, selefi Bitcoin'den daha esnek ve programlanabilir bir blok zinciri sağlamak üzere tasarlanmıştır. Ethereum 2014 yılında Vitalik Buterin tarafından yaratılmış ve o zamandan beri dünyanın en yaygın kullanılan ve en iyi bilinen blok zinciri platformlarından biri haline gelmiştir (Buterin, 2014).

Ethereum, özünde, geliştiricilerin önceden tanımlanmış koşullara ve sonuçlara sahip kendi kendini yürüten sözleşmeler olan akıllı sözleşmeler oluşturmaları ve dağıtmaları için küresel, açık kaynaklı bir platform olarak hizmet vermektedir (Buterin, 2014). Bu akıllı sözleşmeler, avukatlar veya bankalar gibi aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldırmakta ve daha fazla verimlilik ve şeffaflıkla doğrudan, eşler arası işlemlere olanak sağlamaktadır. Ethereum'un belirleyici özelliklerinden biri, geliştiricilerin karmaşık ve özel akıllı sözleşmeler yazmasına olanak tanıyan programlama dili Solidity'dir. Bu esneklik, finans ve tedarik zinciri yönetiminden oyun ve kimlik doğrulamaya kadar çeşitli sektörlerde kullanılabilecek çeşitli merkezi olmayan uygulamaların oluşturulmasını sağlar (Buterin, 2014).

Ethereum'un yerel kripto para birimi Ether (ETH) olarak bilinir ve işlemler için ödeme yapmak ve ağ kullanıcılarını doğrulama ve kimlik doğrulama için ödüllendirmek için kullanılır. Ether, Ethereum ekosisteminin çok önemli bir parçasıdır çünkü akıllı sözleşmeleri

gerçekleştirmek için gereken hesaplama kaynaklarını ödemek için kullanılır. Ethereum'un fiyatı Mayıs 2023 itibarıyla 1900 dolar civarındadır ve bitcoin'e kıyasla sınırsız bir arza sahiptir, ancak tamamlanan her işlemle birlikte her ücret yakılır ve bu da ethereum'u deflasyonist yapar (Coinmarketcap, 2023).

Ethereum'un çok yönlülüğü başlıca avantajlarından biridir. Ethereum, öncelikle bir servet deposu ve değişim aracı olarak kullanılan Bitcoin'in aksine, merkezi olmayan uygulamalar ve hizmetler oluşturmak için bir platform olmayı amaçlamaktadır. Ethereum, şu anda Ethereum 2.0 yükseltmesiyle uygulanmakta olan Proof of Stake (PoS) olarak bilinen bir mutabakat mekanizması kullanmaktadır. PoS, Bitcoin tarafından kullanılan enerji yoğun Proof of Work (PoW) mekanizmasının yerini almakta ve ölçeklenebilirliği, enerji verimliliğini ve güvenliği artırmayı amaçlamaktadır (Ethereum, 2023).

Ethereum Sanal Makinesi (EVM), Ethereum ekosisteminin bir diğer kritik bileşenidir. Akıllı sözleşmeleri yürüten ve bunların ağdaki tüm düğümler arasında tutarlılığını sağlayan bir çalışma zamanı ortamıdır. EVM, geliştiricilerin yüksek düzeyde birlikte çalışabilirliğe sahip dApp'ler oluşturmasını sağlayarak farklı uygulamaların birbirleriyle etkileşime girmesini kolaylaştırır (Wood, 2014).

2.2.3. Ripple

XRP, uluslararası ödemeler ve finansal faaliyetler için blok zinciri tabanlı çözümler sunan San Francisco merkezli bir firma olan Ripple tarafından geliştirilen dijital bir para birimidir (Ripple, 2023). Geleneksel itibari para birimlerinin aksine XRP, hızlı, güvenli ve ucuz uluslararası işlemlere olanak tanıyan, merkezi olmayan bir dijital defter olan “XRP Ledger” üzerinde çalışmaktadır (Chase ve MacBrough, 2018).

XRP'nin temel amaçlarından bir tanesi, çeşitli itibari para birimleri arasında bir değişim aracı olarak çalışması ve finansal kurumlar ile şirketlerin sınır ötesi işlemlerini daha hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde gerçekleştirmesini sağlamaktır. Bankalar, XRP'yi bir aracı para birimi olarak benimseyerek gecikmeleri ve yüksek işlem maliyetlerini azaltabilmektedir. Ayrıca artan dolandırıcılık ve hata risklerine neden olabilecek çok sayıda aracıya ve uzun ödeme sürelerine olan gereksinimi de ortadan kaldırabilir. (Ripple, 2023).

Türkiye’de faaliyet gösteren özel bankalardan biri olan Akbank, Ripple ile 2017 yılında iş ortaklığı anlaşması imzalamış ve Blok zinciri tabanlı finans dünyasına ilk adımını atmıştır (Topçu ve Sarıgül, 2020).

XRP'nin hızlı işlem becerisi başlıca avantajlarından biridir. İşlemlerin gerçekleştirilmesi dakikalar hatta saatler sürebilen Bitcoin veya Ethereum gibi diğer kripto para birimlerinin aksine, XRP Ledger işlemlerin yalnızca saniyeler içinde tamamlanmasına imkân vermektedir (Ripple, 2023). Bu nedenle, havale ve mikro ödemeler gibi gerçek zamanlı ödeme sistemlerinde XRP kullanmak daha cazip bir alternatif haline gelmektedir.

Birçok faydası olmasına rağmen XRP önemli eleştiriler ve yasal zorluklarla da karşılaşmıştır. ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC), kripto para birimi XRP'nin bir menkul kıymet olduğu ve Ripple'ın bunu SEC'e kayıtlı olmadan sattığı gerekçesiyle Aralık 2020'de Ripple'a dava açmıştır (SEC, 2020). XRP'nin düzenleyici statüsü ve bu yasal anlaşmazlığın bir sonucu olarak diğer kripto para birimleri inceleme altına alınmış ve bazı borsalar ve finans kurumları XRP ticaretini listeden çıkarmış ya da durdurmuştur.

XRP, süregelen dava sorunlarına rağmen ilgi duyulan ve yaygın olarak kullanılan bir kripto para birimi olmaya devam etmektedir. Mayıs 2023 itibarıyla piyasa değeri 40 milyar doların üzerinde olan XRP'nin fiyatı 45 cent civarında değişmekte ve toplam 100 milyon token'dan 52 milyonu dolaşımda bulunmaktadır (Coinmarketcap, 2023).

2.2.4. Cardano

Cardano, merkeziyetsizlik ilkesine dayanan uygulamaların ve akıllı sözleşmelerin geliştirilmesi için güvenli ve ölçeklenebilir bir altyapı sağlamayı amaçlayan bir blok zinciri platformudur. Endüstri içerisindeki uzman mühendis ve ilgili akademi uzmanlarından oluşan bir ekip tarafından 2017 yılında başlatılan Cardano, mevcut blok zinciri teknolojilerinin sınırlamalarını ele almak için bilimsel bir yaklaşım ile hakemli araştırmalar sunmaktadır (Cardano, 2023).

Cardano, işlemleri doğrulamak ve ağı güvence altına almak için Hisse İspatı (PoS) mekanizmasını kullanan Ouroboros adlı bir mutabakat algoritması kullanmaktadır. Ouroboros işlem zamanlarını dönemlere ve slotlara bölerek verimli blok oluşumunu gerçekleştirir ve mutabakat sağlar. Bu PoS yaklaşımı enerji tüketimini azaltır ve ağın ölçeklenebilirliğini artırır (Kiayias ve diğ., 2017).

Cardano'nun önemli bir diğer ayırt edici özelliği ise resmi doğrulamaya ve hakemli araştırmalara verdiği önemdir. Platform, geliştiricilerin yüksek güvenceli akıllı sözleşmeler yazmasına olanak tanıyacak şekilde tasarlanmıştır, yani kodun belirli güvenlik ve doğruluk özelliklerini karşıladığı matematiksel olarak kanıtlanabilir. Bu yaklaşım Cardano üzerine inşa edilen uygulamaların güvenilirliğini artırmaktadır (Cardano, 2023).

Nispeten genç bir platform olmasına rağmen Cardano, gelişim ve benimsenme açısından önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Ekosistemin sürekli iyileştirilmesine ve genişletilmesine katkıda bulunan, giderek büyüyen bir geliştirici ve destekçi topluluğunun ilgisini çekmiştir. Cardano'nun yerel kripto para birimi ADA da dikkat çekmiş ve çeşitli kripto para borsalarında işlem görmektedir (Cardano Foundation, 2023). Ada'nın Mayıs 2023 itibariyle fiyatı 38 cent civarındadır ve arzı 35 milyonu dolaşımda olmak üzere 45 milyon token olarak sabitlenmiştir (Coinmarketcap, 2023).

2.2.5. Hedera

Hedera Hashgraph, merkezi olmayan, hızlı, güvenli ve adil bir ağ sağlamayı amaçlayan dağıtık bir defter teknolojisidir. Platform 2018 yılında Hedera Hashgraph Ltd. tarafından başlatılmış olup Hashgraph adı verilen yeni bir fikir birliği algoritmasına dayanmaktadır (Hedera, 2023).

Hashgraph, bir ağdaki düğümlerin birbirleriyle iletişim kurmasına ve paylaşılan bir durum üzerinde anlaşmasına olanak tanıyan Bizans hata toleransı konsensüs algoritmasını kullanmaktadır. Geleneksel blok zinciri platformlarının aksine çok daha verimli ve saniyede binlerce işlem yapacak şekilde tasarlanmıştır. Dedikodu hakkında dedikodu (GAG) teknolojisini kullanan Hashgraph, ağdaki düğümlerin merkezi bir kontrol noktasına ihtiyaç duymadan birbirleriyle hızlı bir şekilde iletişim kurmasına olanak sağlamak ve ağ güvenliğini de güçlendirmektedir (Leemon, 2016).

Hashgraph teknolojisinde kullanılan (GAG) protokolü, ağdaki düğümler arasında bilgi paylaşımını hızlandıran bir mekanizma olarak tanımlanabilir. Bu protokol, yalnızca bilgi alışverişini değil, aynı zamanda kimin kime bilgi ilettiğini de kaydederek bir yönlendirilmiş grafik oluşturmaktadır. Bu sayede Hashgraph, blok zincirine kıyasla daha hızlı ve verimli bir şekilde konsensüs sağlamaktadır. GAG protokolü, ağın performansını optimize ederek yüksek hız ve ölçeklenebilirlik sunmakta, bu da Hashgraph'ı çevre dostu ve enerji açısından verimli bir dağıtık defter teknolojisi haline getirmektedir (Chaudhary, Kumar ve Singh, 2024).

Hedera Hashgraph, platformdaki işlemler için ödeme yapmak ve ağ katılımcılarını işlemleri doğrulamaya teşvik etmek için kullanılan HBAR adlı yerel kripto para birimine sahiptir. HBAR ayrıca akıllı kontratları ve diğer merkezi olmayan uygulamaları yürütmek için gereken hesaplama kaynaklarını ödemek için de kullanılır (Hedera, 2023). Mayıs 2023 verilerine göre

Hbar'ın fiyatı 6 cent civarında olup toplam arzı 50 milyar tokendir ve bu miktarın 32 milyonu dolaşımda bulunmaktadır (Coinmarketcap, 2023).

2.3. Kripto Para Piyasasında Arz Kontrolleri

Edinilirken bir bedel ödenen veya emek sarf edilen her türlü mal ve hizmet kıt olarak tanımlanmaktadır. Nitekim üretimi sağlayan üretim faktörlerinin sınırlı olması, her bireye yetecek kadar mal ve hizmet üretilmemesi sonucunu doğurmaktadır. İlgili mal ve hizmetlerin bir bedel ödenmeksizin ve bir emek sarf edilmeden edinilmeleri mümkün değildir (Dinler, 2008).

İktisadi hayatın tüm alanlarında geçerli olan kıtlık kavramı kripto para piyasalarında da görünmektedir. Yani bol olanın değersiz, kıt olanın ise kıymetli olduğu bir piyasa düşünülebilir. Bu noktada kripto para arzının kontrol altında tutulması, piyasada sürdürülebilirlik ve değer açısından önem arz etmektedir. Kripto para piyasasında arz, aşağıdaki şekillerde kontrol altında tutulabilmektedir.

2.3.1. Yarılanma (Halving) kavramı

Kripto para dünyasında “halving” bir diğer adı ile yarılanma, bazı kripto para birimlerindeki madencilik ödülleri yani dolaşıma sokulacak arz miktarının yarı yarıya indirilmesini ifade etmektedir. Satoshi Nakamoto sınırsız arzın, BTC fiyatına olumsuz etkide bulunacağını öngörmüştür. Her 210.000 bloğun, madenciler tarafından oluşturulmasından sonra blok başına verilen BTC'nin yarı yarıya düşürülmesi kararını almış ve bu şekilde bir programlama yapmıştır. Böylelikle Bitcoin, her 4 yılda bir madencilere mevcut blok başına ödülün yarısını vermektedir (Meynkhard, 2019).

Bu durum aşağıda yer alan Tablo 2.2.'de özetlenmiştir;

Tablo 2.2. Yıllara göre Bitcoin halving süreci

Yıl	BTC blok sayısı (kümülatif toplam)	Blok başına BTC adeti	Madencilik faaliyeti sonucu elde edilen BTC miktarı	Madencilik faaliyeti sonucu elde edilen BTC %'sel durumu	Madencilik faaliyeti sonucu elde edilen BTC kümülatif toplamı
2009	210000	50	10500000	50%	10500000
2012	420000	25	5250000	25%	15750000
2016	630000	12,5	2625000	12,5%	18375000
2020	840000	6,25	1312500	6,25%	19687500
2024	1050000	3,125	656250	3,125%	20343750
2028	1260000	1,563	328125	1,5625%	20671875
2032	1470000	0,78125	164062,50	0,7812500%	20835937,50

Tablo 2.2. (Devam) Yıllara göre Bitcoin halving süreci

2036	1680000	0,390625	82031,25	0,39%	20917968,75
2040	1890000	0,1953125	41015,63	0,20%	20958984,38
2044	2100000	0,09765625	20507,81	0,10%	20979492,19
2048	2310000	0,048828125	10253,91	0,05%	20989746,09
2052	2520000	0,024414063	5126,95	0,02%	20994873,05
2056	2730000	0,012207031	2563,48	0,01%	20997436,52
2060	2940000	0,006103516	1281,74	0,01%	20998718,26
2064	3150000	0,003051758	640,87	0,00%	20999359,13
2068	3360000	0,001525879	320,43	0,00%	20999679,57
2072	3570000	0,000762939	160,22	0,00%	20999839,78
2076	3780000	0,00038147	80,11	0,00%	20999919,89
2080	3990000	0,000190735	40,05	0,00%	20999959,95
...	...	...	...	...	...
2140	6930000	0	≈0.001222534	100%	21000000

Kaynak: Coinmarketcap (2023).

Tablodan da görüleceği üzere ilk yarılanma 2012 yılında gerçekleşmiştir. Blok başına ödül, 50 BTC'den 25'e düşürülmüş ve ilgili dönemde piyasadaki toplam Bitcoin sayısının 15.750.000 adet olması planlanmıştır. Dördüncü yarılanma Nisan 2024'te yapılmış olup, piyasada dolaşımda olan Bitcoin sayısı 20 milyonu geçmiştir. Yarılanmanın bir diğer amacı da toplam arzın 21 milyon adet olarak sınırlandırılmasıdır. Yarılanmanın her 4 yılda bir gerçekleşmesi ve nihayetinde 2140 yılında sona ermesi planlanmıştır.

Benzer bir şekilde, yarılanma olayı ile arz kontrolü sağlayan bir diğer coin ise Bitcoin orijinal kodu temel alınarak oluşturulan Lite Coin'dir. 2011 yılında piyasaya sürülen LTC, ilk olarak 2015 yılında Bitcoin ile aynı şekilde, blok başına ödülü 50 LTC'den 25 LTC'ye düşürmüştür. Bu durumu her 4 yılda bir sürdüren ve her 840.000 blokta bir yarılanma işlemi yapan Lite Coin, şu anda blok başına 6,25 LTC ödül sunmaktadır.

2.3.2. Yakma İşlemi

Taban ücretin, bir işlem yapıldığında madencilere veya doğrulayıcılara gitmesi yerine yakılarak dolaşımdan çıkarılması olayına "yakma" denilmektedir. Yakma (burning) işlemi, ilk olarak Ağustos 2021'de yürürlüğe giren EIP-1559 Ethereum güncellemesiyle duyurulmuştur. Bu güncelleme, Ethereum ağına meydana gelen geçici tıkanıklıklarla başa çıkabilmek için blok başına sabit ağ ücreti içeren ve blok boyutlarını dinamik olarak daraltan/genişleten bir işlem fiyatlandırma sistemi olarak da tanımlanmıştır (Buterin vd. 2019).

Ethereum ağında madencilerin bir blok zincirine veri girişi sağladıklarında elde ettikleri ücrete “gaz” adı verilmektedir. Bir otomobilin çalışabilmesi için yakıta ihtiyacı olduğundan yola çıkılarak, işlemlerin dağıtılmış deftere kaydedilmesine yardımcı olan yakıta da gaz adı verilmiştir. Gaz ücreti, bir madencinin bir işlemi yürütmesi için gereken hesaplama gücünün birimidir ve GWEI ölçüsü ile ifade edilir. 1 gwei, 1 milyarda 1 Ether’e eşittir (Ferecenzi ve Badica, 2024).

EIP-1559 güncellemesi ile Ethereum protokolünde "taban ücret" adı verilen bir gaz maliyeti belirlenmiştir. Taban ücret, blokta kullanılan gaz miktarına ve blok gaz limitinin hedef seviyesine göre belirlenmektedir. Blok, gaz hedefinin üzerinde olduğunda yükselmekte, altında olduğunda ise düşmektedir. Gaz başına taban ücret, bu ücretin bir kısmının yakılması yoluyla dolaşımdan çıkarılmaktadır (Buterin vd. 2019).

Yakma, Ethereum'un arzını azalttığı için deflasyonist bir etki yaratabilmektedir. Ayrıca taban ücretin yakılması, Ethereum ağındaki toplam arzın kontrolüne de katkıda bulunmaktadır. Bu sayede ETH'nin değeri zaman içinde olumlu yönde etkilenebilmektedir.

2.3.3. Yarılanma'nın kripto para piyasasına etkileri

Yarılanma, mekanizması madencilik, arz/talep ve genel piyasa duyarlılığı gibi olgular üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Başlıca etkileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Singla vd. 2023):

Arz kontrolü; Buradaki ana hedef, yeni Bitcoin üretimini yavaşlatarak toplam miktarın 21 milyon sınırına ulaşmasını sağlamaktır. Kıt olanın değerli olacağı görüşünü güden çoğu yatırımcı tarafından da piyasa fiyatının artan yönde olacağı düşünülmektedir.

Madencilik sektörü; Bitcoin ağında madenci faktörü çok önemli bir role sahiptir ve yarılanma ilgili kişilerin/kuruluşların karlılığını direkt olarak etkilemektedir. Enerji giderleri yüksek olan ya da madencilik için kullanılan cihazları daha az etkiye sahip madenciler bu durumdan etkilenebilmektedir. İşletme giderlerinin değişken maliyetleri aştığı durumda ise madenciler ağı terk edebilmektedir.

Piyasa duyarlılığı ve spekülasyon; Kripto para piyasasında Bitcoin yarılanması büyük ilgi görmekte ve yer yer spekülatif etki oluşturabilmektedir. Burada yatırımcılar, önceki yarılanmalar sonrası piyasa fiyat hareketleri analizini yaparak olası değişiklikleri tahmin etmeye çalışırlar. Her ne kadar piyasada oluşan fiyat hareketleri diğer birçok faktörden

etkileniyor olsa da artan talep ve azalan arz, piyasadaki fiyatların yükselişi beklentisini artırmaktadır.

Fiyat hareketliliği; Yarılanma olayları, kripto para piyasalarının bilinen volatilitelerini artırma potansiyeline sahiptir. Yarılanma yaklaştığında ve sonrasında işlem hacimleri artmakta, bu da fiyat dalgalanmalarına neden olmaktadır. Yatırımcılar bu gibi dönemlerde volatilitiyi artıran kısa fiyat dalgalanmalarından kazanç sağlayabilmektedirler.

2.4. Kripto Para Cüzdanları

İnsanların, üzerlerinde taşıdıkları ve içinde nakit para, kredi kartı vb. varlıkları bulundurdıkları fiziki cüzdanlara benzer biçimde, kripto varlıklar da elektronik cüzdan denilen yazılım ya da yazılım destekli cihazlarda varlık olarak şifreli bir biçimde muhafaza edilmektedir. Bu cüzdanların içerisinde kripto paralar birim olarak yer almayıp, ilgili kripto para bilgilerinin yer aldığı bir anahtar barındırır. Genel ve özel diye nitelendirilen bu anahtarlardan genel anahtar, herkes ile paylaşılabilen, kripto varlık alımı/kabulu için gerekli olan bir veridir. Özel anahtar ise, blokzincir ağları ile etkileşim halinde olan ve kripto varlık bilgilerini içeren, transfer yapılmasını sağlayan veridir (Özdoğan ve diğ., 2022).

Kullanıcıların varlıklarına erişimini ve bunları yönetmesine imkân veren bu yazılımlar ve arayüzler, soğuk ve sıcak olarak ayrımına tabi tutulmaktadırlar. Cüzdanların genel amacı, kripto varlık güvenliğidir.

2.4.1. Sıcak cüzdan

Sıcak cüzdanlar, dijital varlıklar için uygun ve erişilebilir depolama çözümleri sağladıkları için kripto para dünyasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Sıcak cüzdanlar, internete bağlı dijital cüzdanlardır ve kullanıcıların kripto paralarına rahatça erişmelerine ve yönetmelerine olanak tanımaktadır. Sık ve anlık işlemler için tasarlanmış olmaları onları günlük kullanım için uygun hale getirmektedir. Sıcak cüzdanlar, özel anahtarları çevrimiçi olarak saklayarak hızlı transferlere ve fonlara kolay erişime olanak tanımaktadır. Sıcak cüzdanlarda özel anahtarlar ana cihazlarda muhafaza edilmektedir. Dizüstü bilgisayarlar ve akıllı telefonlar gibi ana cihazlar, her zaman otomatik olarak internete bağlıdır ve bu da onları çok kullanışlı hale getirir. Bilgisayar ya da bir başka elektronik cihaz içerisinde yer alan cüzdan ara yüzünde oturum açılması, çevrim içi uygulamalar ile etkileşime geçmek için yeterli olacaktır (Finra, 2023).

Sıcak cüzdanlar, kullanıcılara ait özel anahtarları internete bağlı bir uygulamada saklamaktadır. İnternete bağlı tüm hizmetler gibi sıcak cüzdanlar da bilgisayar korsanlarına ve kötü amaçlı kodlara karşı savunmasızdırlar. Bu, herhangi bir bilgisayar korsanının cihazın kontrolünü ele geçirmesi durumunda kripto para anahtarlarına erişilebileceği anlamına gelir. Kripto kullanıcılarının dolandırılmasının en yaygın yolu hacklenmiş bir cihazdır. Dolayısıyla, sıcak bir cüzdana sahip olmak kolay olabilir, ancak güvenlik riski yüksektir (Ledger, 2023). Sıcak cüzdanların en yaygın örneklerinden bazıları Coinbase Wallet, MetaMask, Trust Wallet, Exodus, D'cent, vb'dir.

2.4.2. Soğuk cüzdan

Soğuk depolama cüzdanı olarak da bilinen soğuk cüzdan (veya donanım cüzdanları), kripto para birimleri için güvenli bir çevrimdışı depolama çözümüdür. Dijital varlıkları bilgisayar korsanlığı, kötü amaçlı yazılım ve yetkisiz erişim gibi çevrimiçi tehditlere karşı güvende tutmak için tasarlanmıştır. İnternete bağlı olan sıcak cüzdanların aksine, soğuk cüzdanlar özel anahtarları çevrimdışı olarak saklamakta ve ekstra bir güvenlik katmanı sağlamaktadır. Soğuk cüzdan, özel anahtarları güvenli bir şekilde oluşturmak ve saklamak için özel olarak tasarlanmış, genellikle bir USB sürücüyü veya küçük bir sabit cihaza benzeyen fiziksel bir cihazdır (Trezor, 2023). Bu özel anahtarlar cüzdanla ilişkili kripto paralara erişmek ve bunları yönetmek için gerekli datalardır. Soğuk cüzdanlar özel anahtarları çevrimdışı bir ortamda üreterek potansiyel çevrimiçi tehditleri egale etmektedirler (Ledger, 2023).

Soğuk cüzdan kullanarak bir işlem yapmak için kullanıcı donanım cihazını (soğuk cüzdanı) internet erişimi olan bir bilgisayara veya bir başka mobil cihaza bağlamaktadır. İşlem detayları cihaza gönderilmekte ve cihaz da çevrimdışı olarak saklanan özel anahtarları kullanarak işlemi güvenli bir şekilde imzalamaktadır. İmzalanan işlem daha sonra ağda yayınlanmak üzere çevrimiçi cihaza geri aktarılmaktadır.

2.4.2.1. Emanete dayalı cüzdanlar

Emanete dayalı cüzdanlar, kullanıcılara dijital varlıkları için uygun depolama çözümleri sunarak kripto para dünyasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Borsa cüzdanları olarak da bilinen bu cüzdanlar, kripto para borsaları veya üçüncü taraf saklama hizmetleri tarafından sağlanmaktadır. Bu durumda, kullanıcıların özel anahtarları hizmet sağlayıcı tarafından saklanır ve yönetilir. Emanete dayalı saklama cüzdanları, kullanıcılara kolaylık sunmakta fakat aynı zamanda da hizmet sağlayıcı tarafından uygulanan güvenlik önlemlerine güvenerek özel anahtarları üzerindeki doğrudan kontrolden vazgeçmektedirler. Bu cüzdanlar,

kullanıcıların kripto paralarını saklamasına, yönetmesine ve bunlarla işlem yapmasına olanak tanımaktadır (Oğuz vd., 2023). Binance, Coinbase ve BTCTürk, emanete dayalı saklama cüzdanı hizmeti sağlayan tanınmış kripto para borsalarından bazılarıdır. Bu cüzdan türünde güvenliğe öncelik veren ve kanıtlanmış bir geçmişe sahip saygın saklama hizmetleri sunan borsa şirketlerinin tercih edilmesi önem arz etmektedir.

2.4.2.2. Binance

Kripto paraların yaygınlaşıp kabul görmesi ile bu varlıkların alım ve satım işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan kripto para borsaları da piyasada yerlerini almaya başlamıştır. Burada kullanıcılar banka yolu ile veya oluşturdukları hesaba bir başkasından gelen varlık/varlıklar ile işlem yapmaktadırlar. Binance kripto para borsası: 2017 yılında kurulan Binance, dünya çapındaki alım/satım yapan kişiler ve yatırımcılar arasında büyük popülerlik kazanmış lider bir kripto para borsasıdır. Binance, kripto dünyasının önde gelen isimlerinden Changpeng Zhao (CZ) tarafından kurulan bir kripto para borsasıdır. Kurulduğundan bu yana katlanarak büyümüş ve kripto para alım/satımı için en büyük ve en güvenilir platformlardan biri haline gelmiştir. Bu borsada, Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH) ve diğerleri gibi popüler kripto para birimleri de dahil olmak üzere çok çeşitli dijital varlıklar kullanıcılara sunulmaktadır (Binance, 2024).

Binance'in "Binance Coin" (BNB) adında kendi yerel kripto para birimi bulunmaktadır. BNB, Binance ekosisteminde düşük işlem ücretleri, token satışlarına katılım ve diğer platform yardımcı programları dahil olmak üzere birçok farklı amaca hizmet etmektedir. BNB önemli ölçüde popülerlik kazanmış ve piyasa değeri açısından en iyi kripto para birimlerinden biri haline gelmiştir.

2.4.2.3. Coinbase

Coinbase, dünyanın en tanınmış ve etkili kripto para borsalarından biri olarak ortaya çıkmıştır. 2012 yılında kurulan Coinbase, kullanıcı dostu bir platform ve bir dizi hizmet sunarak kripto para birimlerinin benimsenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Coinbase, merkezi San Francisco, Kaliforniya'da bulunan bir dijital para birimi değişim platformudur. Brian Armstrong ve Fred Ehrsam tarafından kripto para birimlerini herkes için erişilebilir, güvenli hale getirme ve ekonomik özgürlük misyonuyla kurulmuştur. Coinbase, dünya çapında milyonlarca kullanıcıya hizmet vermektedir (Coinbase, 2024).

Coinbase, kullanıcıların çok çeşitli kripto para birimleri satın almasına, satmasına ve ticaret yapmasına olanak tanıyan bir ticaret platformu sunmaktadır. Platform Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Litecoin (LTC) ve diğer birçok popüler kripto para birimlerini desteklemektedir.

2.4.2.4. BTC Turk

2013 yılında kurulan BTCTurk, Türkiye'de faaliyet gösteren ve kullanıcılara kripto para alım, satım ve ticareti yapabilecekleri bir platform sunan önde gelen bir kripto para borsasıdır. Türkiye merkezli ilk kripto para borsası olan BTCTurk, ülkede kripto para birimlerinin benimsenmesini ve büyümesini kolaylaştırmada önemli bir rol oynamıştır.

5 milyondan fazla kullanıcıya sahip olan BTCTurk borsasının, birçok milli spor dalında sponsorluğu bulunmaktadır. BTCTurk, kullanıcıların fonlarını ve kişisel bilgilerini korumak için iki faktörlü kimlik doğrulama (2FA), şifreleme protokolleri ve kripto para birimlerinin soğuk depolanması dahil olmak üzere gelişmiş güvenlik önlemleri uygulamaktadır. BTCTurk ayrıca ilgili yasal gerekliliklere uymakta ve platformunun güvenliğini ve bütünlüğünü sağlamak için en iyi uygulamaları benimsemektedir (BTC Turk, 2023).

Türk kripto borsası dünyasında öncü olan BTCTurk, ülkedeki kripto para birimlerinin büyümesine ve benimsenmesine katkıda bulunmaktadır.

2.4.2.5. Paribu

Paribu, 14 Şubat 2017'de kullanıma açılan ve kısa sürede Türkiye'nin en büyük kripto para borsalarından biri haline gelen bir platformdur. 6 milyondan fazla kullanıcısıyla Paribu, Bitcoin başta olmak üzere birçok kripto paranın alım satımına olanak tanımaktadır.

Kullanıcıların hesap güvenliği açısından iki faktörlü kimlik doğrulama kullanan platform, varlıkların büyük bir çoğunluğunu ise soğuk cüzdanlarda saklamaktadır. Platform, işlem hacmi konusunda birden fazla rekora imza atmıştır ve son olarak 16 Nisan 2021 tarihinde 2.790.000 dolarlık bir hacim gerçekleştirmiştir (Paribu, 2024).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmada yararlanılan ve çalışma konusuyla benzer akademik araştırmaların bulunduğu literatür listesi aşağıda yer alan Tablo 3.1.'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Literatür tablosu

Yazar	Yayın	Sonuç
Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d. (2015)	The economics of BitCoin price formation	İlgili çalışmada, Bitcoin fiyat oluşumunu kısa ve uzun vadede etkileyen faktörler analiz edilmektedir. Çalışma, geleneksel piyasa dinamikleri (arz ve talep) ile dijital para birimlerine özgü faktörleri (yatırım çekiciliği) bir arada ele alarak, Bitcoin fiyatının büyük ölçüde talep yönlü unsurlar tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, spekülatif yatırımcı davranışlarının kısa vadede fiyatı etkileyebileceği, ancak küresel makro-finansal gelişmelerin uzun vadede anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, BitCoin'in fiyat dalgalanmalarının onun bir değişim aracı olarak kullanımını zorlaştırabileceğini göstermektedir.
Dyhrberg, A. H. (2015)	Bitcoin, gold and the dollar – a GARCH volatility analysis (Working Paper No. 201520)	Çalışma, GARCH modellerini kullanarak Bitcoin'in finansal varlık özelliklerini incelemektedir. Elde edilen bulgular, Bitcoin'in altın ve Amerikan doları ile benzer özellikler taşıdığını, bu nedenle hem bir riskten korunma aracı hem de bir değişim aracı olarak potansiyel sunduğunu göstermektedir. Asimetrik GARCH modeli ise, Bitcoin'in olumsuz piyasa şoklarına karşı özellikle riskten kaçınan yatırımcılar için uygun bir varlık olabileceğini öne sürmektedir. Sonuçlar, Bitcoin'in finansal piyasalarda hem bir değer saklama aracı hem de bir değişim aracı olarak konumlandırılabilirliğini ortaya koymaktadır.
Dyhrberg, A. H. (2016)	Hedging Capabilities of Bitcoin. Is It the Virtual Gold?	Çalışmada, Bitcoin'in riskten korunma yetenekleri incelenmekte ve Bitcoin'in dijital altın olarak değerlendirilebilecek bir varlık olup olmadığı araştırılmaktadır. Çalışmada, Bitcoin'in altın ve ABD doları gibi geleneksel varlıklarla karşılaştırıldığında finansal piyasalarla nasıl ilişkilendiği GARCH modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, Bitcoin'in özellikle kısa vadede hem hisse senetleri hem de döviz piyasalarındaki risklere karşı bir koruma aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bitcoin'in, altın gibi bazı benzer özellikler taşıdığı ve kriz dönemlerinde bir çeşit güvenli liman işlevi görebileceği öne sürülmektedir. Bu nedenle, Bitcoin'in hem dijital bir para birimi hem de alternatif bir yatırım aracı olarak potansiyel taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017)	On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier?	Çalışmada, Bitcoin'in para arzı, tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve ABD'deki ekonomik politika belirsizliği (EPU) ile kısa ve uzun vadeli etkileşimleri incelenmiştir. 2010-2020 yıllarını kapsayan aylık veriler ve çeşitli dalgacık tabanlı yöntemler kullanılarak yapılan analizde, Bitcoin fiyatlarının para arzı üzerinde etkili olduğu ve bu üç ekonomik faktörle karşılıklı şok paylaştığı tespit edilmiştir. Çalışmada, para arzı ve EPU'nun Bitcoin fiyatlarını negatif, TÜFE'nin ise kısa vadede pozitif etkilediği gösterilmiştir. Ayrıca, Bitcoin ile bu değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ve volatilité aktarımı olduğu vurgulanmıştır.

Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu

Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018)	Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets?	Bu araştırmada, Bitcoin'in getiri özelliklerini ve kullanım amaçlarını analiz etmek için 2010-2015 dönemine ait WinkDex verileri kullanılmıştır. Bitcoin'in finansal varlıklarla karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel karşılaştırmalar yapılmış olup günlük getiri verileri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda, Bitcoin'in esas olarak spekülasyon bir yatırım aracı olarak kullanıldığı, bir değişim aracı olarak kullanılmadığı neticesine varılmıştır.
Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018)	Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets.	İlgili çalışmada, popüler üç kripto para birimleri olan Bitcoin, Ripple ve Litecoin ile diğer finansal varlıklar arasındaki ilişkiler zaman ve frekans alanlarında analiz edilmiştir. Çalışma, kripto paraların finansal ve ekonomik varlıklardan nispeten izole olduğunu ve kısa vadeli yatırımcılar için çeşitlendirme faydaları sunabileceğini göstermektedir. Kripto para piyasalarındaki bağlantıların, dış ekonomik ve finansal şoklara bağlı olarak zaman içinde değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmada, varyans ayrıştırma tekniği kullanılarak piyasa geçişkenlikleri ölçülmüş ve kripto paraların birbirleriyle yüksek bağlantılı, ancak geleneksel varlıklardan bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma, kripto paraların yatırım portföylerinde yer alabilecek yeni bir varlık sınıfı olduğunu öne sürmekte ve bu piyasaların kendine özgü riskler taşıdığına dikkat çekmektedir.
Mensi, W., Selmi, R., Hammoudeh, S., & Bouoiyour, J. (2018)	Is Bitcoin a hedge, a safe haven or a diversifier for oil price movements?	İlgili çalışmada, Bitcoin'in petrol fiyat hareketlerine karşı bir koruma aracı, güvenli liman ya da çeşitlendirici bir varlık olup olmadığı araştırılmakta ve bu durum altın ile karşılaştırılmaktadır. Çalışmada, farklı piyasa koşulları ve zaman dilimlerinde Bitcoin ve altının, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı koruma sağlama özellikleri dalgacık dönüşümü ve VAR analizi gibi teknikler ile incelenmiştir. Bulgular, Bitcoin'in petrol fiyat hareketlerine karşı zaman zaman koruyucu bir varlık olarak işlev görebileceğini, ancak bu özelliğinin altına göre daha sınırlı olduğunu göstermektedir. Bitcoin, özellikle piyasa krizleri sırasında güvenli bir liman olarak davranmakta yetersiz kalırken, altının bu tür durumlarda daha tutarlı bir güvenli liman olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bitcoin'in petrol fiyatlarındaki değişimlere karşı daha çok bir çeşitlendirici olarak işlev gördüğü vurgulanmıştır.
Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018)	Datestamping the Bitcoin and cryptocurrency bubble: An emerging market approach.	Çalışmada, Bitcoin ve kripto para piyasalarında spekülasyon balonlarının varlığı Phillips, Shi ve Yu (PSY) balon testleri ile incelenmiştir. Çalışmada, kripto para piyasalarının gelişmekte olan piyasa özellikleri gösterdiği savunulmuştur. Analizler, Bitcoin ve diğer kripto paraların, 2017 yılında önemli spekülasyon balonları yaşadığını göstermiştir. Fakat oluşan bu balonların kalıcılığı noktasında kesin bir kanıt bulunamamıştır.

Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu

Chen, T.-H., Chen, M.-Y., & Du, G.-T. (2021)	The determinants of Bitcoin's price: Utilization of GARCH and machine learning approaches.	Bu çalışmada, 2010-2018 yılları arasında Bitcoin fiyatını etkileyen faktörler incelenmektedir. Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modeli kullanılarak değişkenler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, Bitcoin fiyatının döviz kurları (USD/Euro, USD/GBP, USD/CHF ve Euro/GBP), DAX ve Nikkei 225 endeksleri ile pozitif, Fed faiz oranı, FTSE 100 ve USD endeksi ile negatif bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. En belirgin etkiyi Fed faiz oranı yaparken, makine öğrenme teknikleriyle yapılan tahminlerin, Bitcoin fiyatının geleceğini öngörmeye geleneksel yöntemlerden daha etkili olabileceği belirtilmiştir.
Cheng, Z. (2023)	The time-varying impact of the Federal Reserve rate hike on Bitcoin.	Bu çalışmada, Haziran 2021 ile Ağustos 2022 tarihleri arasında FED'in faiz artırımlarının Bitcoin fiyatı üzerindeki etkisini incelenmiştir. USD/CNY döviz kuru ve Bitcoin fiyat verileri kullanılarak yapılan bu araştırma, faiz artırımlarının kripto para piyasası üzerindeki etkisini makro teoriler ve matematiksel modeller çerçevesinde değerlendirmektedir. Sonuçlar, FED'in faiz artışlarının, dolara olan talebi artırarak hem uluslararası hem de yerel finansal piyasaları etkileyebileceğini ve bu etkinin dolaylı olarak kripto para piyasasında da fiyat artışlarına yol açabileceğini göstermektedir. Ancak, aynı zamanda diğer piyasalardan çıkan fonların, Bitcoin talebini düşürebileceği ve fiyatları olumsuz etkileyebileceği de çalışmada belirtilmektedir. Araştırma, bu alanda daha fazla ampirik analizin gerekli olduğunu ve yatırımcıların Fed'in faiz artışları gibi makroekonomik faktörlere dikkat ederek daha rasyonel kararlar alması gerektiğini vurgulamaktadır.
Wei, L., Lee, M.-C., Cheng, W.-H., Tang, C.-H., & You, J.-W. (2023)	Evaluating the efficiency of financial assets as hedges against Bitcoin risk during the COVID-19 pandemic.	Bu çalışma, Bitcoin piyasasının volatilitisini incelemek için DCC-GARCH modeli kullanarak, yüksek oynaklık ve piyasa manipülasyonu risklerine rağmen yatırım fırsatları sunduğunu göstermektedir. Araştırma, Bitcoin'in diğer finansal varlıklarla ilişkisini değerlendirerek, riskten korunma stratejilerinin volatilitiyi azaltabileceğini öne sürmektedir. Ancak, modelin uygulanmasında günlük hedge oranlarının ayarlanmasıyla ilişkili işlem maliyetlerinin etkinliği sınırlayabileceği belirtilmiştir. Sonuçlar, Bitcoin'in potansiyel bir yatırım aracı olarak değerlendirilebileceğini, ancak piyasa manipülasyonu ve belirsizliklerin önemli riskler oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3.1. (Devam) Literatür tablosu

Azari, A. (2019)	Bitcoin Price Prediction: An ARIMA Approach	Bu çalışmada, Bitcoin fiyatlarının kısa vadeli tahmin edilme potansiyeli, ARIMA modeli kullanılarak incelenmiştir. Çalışma, ARIMA modelinin kısa vadede makul sonuçlar verdiğini, ancak Bitcoin'in aşırı volatiliteye ve dış şoklara karşı duyarlılığı nedeniyle uzun vadeli tahminlerde sınırlı kaldığını ortaya koymuştur. Özellikle 2017 yılındaki yüksek fiyat dalgalanmaları gibi dönemlerde ARIMA modelinin performansının zayıfladığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, ARIMA modelinin Bitcoin gibi oynak varlıkların uzun vadeli fiyat tahminleri için yetersiz kaldığını ve daha karmaşık modellerin kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.
Ghorbel, A., & Jeribi, A. (2021)	Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets.	İlgili çalışmada, beş kripto para birimi (Bitcoin, Dash, Ethereum, Monero ve Ripple) ile Amerikan endeksleri (S&P500, Nasdaq ve VIX), petrol ve altın arasındaki volatiliteler ilişkileri BEKK-GARCH modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Model sonucuna göre; kripto paralar arasında yüksek volatiliteler yayılımı tespit edilmiş olup, kripto paralar ile geleneksel finansal varlıklar arasında ise daha düşük düzeyde volatiliteler yayılımı belirlenmiştir. DCC-GARCH modeli sonuçları, Bitcoin vadeli işlemlerinin piyasaya sürülmesinin önemli bir etkisini ortaya koymaktadır. İstikrar döneminde, kripto paralar arasında yüksek pozitif korelasyon ve kripto paralar ile finansal varlıklar arasında düşük dinamik koşullu korelasyonlar bulunmuştur. Çalışma, Bitcoin ve altının, koronavirüs krizinden önce ABD'li yatırımcılar için hedge aracı olarak kullanıldığını göstermektedir. Ancak 2020 başlarında koronavirüsün yayılmasıyla birlikte kripto paralar, hisse senedi endeksleri ve petrol arasındaki korelasyonun arttığı tespit edilmiştir. Altından farklı olarak, dijital varlıklar koronavirüs krizinde ABD'li yatırımcılar için güvenli bir liman adresi olmamıştır.

Literatüre göre teorik beklenti; FED'in sıkı para politikası izleyerek politika faiz oranlarını artırdığı dönemlerde, Bitcoin fiyatlarının genellikle düştüğü yönündedir. Çünkü bu durumda piyasada likidite noksanlığı olacağı için yatırımcıların Bitcoin gibi riskli varlıklara olan talebi hızla azalır. Tersine FED'in genişletici para politikası takip ederek politika faiz oranlarını düşürdüğü dönemlerde ise piyasadaki likiditenin artması, yatırımcıların riskli varlıklara yönelmesine neden olur. Bu da Bitcoin fiyatlarının olumlu yönde etkilenmesine yol açar.

Literatürde ABD enflasyon oranı ile Bitcoin fiyatları arasındaki ilişki üzerine yapılan bazı çalışmalarda Bitcoin'in enflasyona karşı bir koruma aracı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmalara göre Bitcoin, özellikle yüksek enflasyon dönemlerinde değer kazanma eğilimine girmiştir. Söz konusu çalışmalarda bunun gerekçesi olarak ise Bitcoin'in sınırlı arzı ve merkeziyetsiz yapısı nedeniyle enflasyona karşı bir güvenli liman işlevi üstlenmesi gösterilir. Fakat literatürdeki diğer bazı çalışmalara göre ise Bitcoin'in tam anlamıyla bir enflasyondan koruma fonksiyonu bulunmamaktadır. Bu da Bitcoin'nin aşırı volatil bir yapısı olmasından ve geniş kitleler tarafından kullanılmasının henüz benimsenmemesinden kaynaklanmaktadır.

Literatürde Bitcoin fiyatları ile Nasdaq 100 endeksi arasındaki ilişkiyi ölçen çalışmalar, Bitcoin'in teknoloji hisseleriyle giderek güçlenen bir korelasyona sahip olduğunu bulmuştur. Bu korelasyon, Bitcoin'in geleneksel finansal varlıklarla entegrasyonunun arttığını ve yatırımcıların Bitcoin'i bir teknolojik varlık olarak görmeye başladığını göstermektedir. Dolayısıyla Bitcoin fiyatları ile Nasdaq 100 endeksi arasındaki ilişkinin yönünün zaman içinde görece pozitif hale geldiği söylenebilir.

Literatürdeki çalışmalarda makroekonomik belirsizlik dönemlerinde Bitcoin'in fiyat oynaklığının arttığı da bulunmuştur. Yüksek enflasyon ve düşük faiz dönemlerinde, yatırımcıların Bitcoin'e yönelmesi ile birlikte Bitcoin fiyatları yükselir. Resesyon ve politika faiz oranlarının arttığı dönemlerde ise yatırımcıların riskli varlıklardan kaçışı ile birlikte Bitcoin talebinin de düşmesi sonucunda Bitcoin fiyatında geri çekilmeler yaşanmaktadır.

Literatürde genel olarak Bitcoin'in fiyat hareketlerinin, FED'in politika faiz oranları ve ABD enflasyon oranı gibi makroekonomik faktörlere duyarlı olduğu, bunun yanında Nasdaq 100 endeksiyle de teknoloji sektörü üzerinden bir korelasyon sergilediği belirtilmektedir. Yüksek volatiliteye sahip bir varlık olarak Bitcoin, hem geleneksel piyasalarla etkileşim halindedir hem de finansal belirsizlikler ve makroekonomik politikalar karşısında dinamik bir fiyat hareketi göstermektedir.

Bu bulgular, Bitcoin'in bir yandan finansal piyasalarla olan entegrasyonunu, diğer yandan ise yatırımcılar için alternatif bir varlık olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.



4. BİTCOİN FİYAT HAREKETLERİNİN ABD ENFLASYON ORANI, FED POLİTİKA FAİZİ VE NASDAQ100 İLE OLAN İLİŞKİSİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Analiz

Tezin bu bölümünde temel ekonomik göstergeler ve Bitcoin fiyatları arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde incelenmektedir. Bu analizin temel amacı, Bitcoin fiyat hareketleri ile FED politika faizi oranları (FED faizi), ABD enflasyon oranları ve NASDAQ100 endeks değerleri gibi seçilmiş ekonomik değişkenler arasında var olabilecek hem kısa vadeli hem de uzun vadeli ilişkileri belirlemek ve anlamaktır. Bu yaklaşım, kripto para piyasalarını, özellikle de bugüne kadar en çok öne çıkan ve tartışılan kripto para birimi olan Bitcoin'i etkileyen daha geniş ekonomik faktörler hakkında fikir verebilecektir. Aşağıda çalışmada kullanılan değişkenler ve önemi kısaca özetlenecektir.

Kripto para piyasasının öncü göstergesi olan Bitcoin fiyatları, daha geniş piyasa duyarlılıklarını yansıtmakta ve çeşitli ekonomik faktörlerden etkilenebilmektedir. Bitcoin fiyatlarının analiz edilmesi, bir varlık sınıfı olarak kripto paraların volatilitésinin ve yatırım yapılabilirliğinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Genellikle merkezi finans otoriteleri tarafından kontrol edilen faiz oranları, kripto paralar da dahil olmak üzere tüm sektörlerdeki yatırımları etkileyen temel bir ekonomik değişkendir. Düşük faiz oranları genellikle borçlanmayı daha ucuz hale getirerek Bitcoin gibi daha riskli varlıklara yatırımı potansiyel olarak attırabilmektedir.

Enflasyon, mal ve hizmet fiyatlarının genel seviyesinin yükselme oranını ifade eder. Enflasyonun Bitcoin fiyatları ile nasıl ilişkili olduğunun anlaşılması, Bitcoin'in yatırımcılar tarafından enflasyona karşı bir koruma aracı olarak görülüp görülmediğini açığa çıkarabilir.

Ağırlıklı olarak teknoloji ve internetle ilgili şirketlerden oluşan NASDAQ100 endeksi, teknoloji endüstrisi performansı ve yatırımcıların teknoloji ve büyüme odaklı yatırımlara yönelik duyarlılığı için bir barometre görevi görmektedir. Bitcoin'in teknolojik ve spekülâtif özellikleri göz önüne alındığında, NASDAQ100'deki dalgalanmalar Bitcoin fiyatlarındaki hareketlerle ilişkili olabilir.

Bu analiz, bu değişkenlerin zaman serisi verilerini analiz etmek için istatistiksel teknikler ve ekonometrik modeller kullanacaktır. Bu araştırma, eğilimleri, korelasyonları ve potansiyel olarak nedensel ilişkileri belirleyerek, Bitcoin fiyatlarını yönlendiren ekonomik faktörler

hakkında değerli bilgiler sunmayı ve yatırımcılar ve politika yapıcılara bilinçli kararlar almaları için bir temel sağlamayı amaçlamaktadır.

4.1. Analizde Kullanılan Veriler

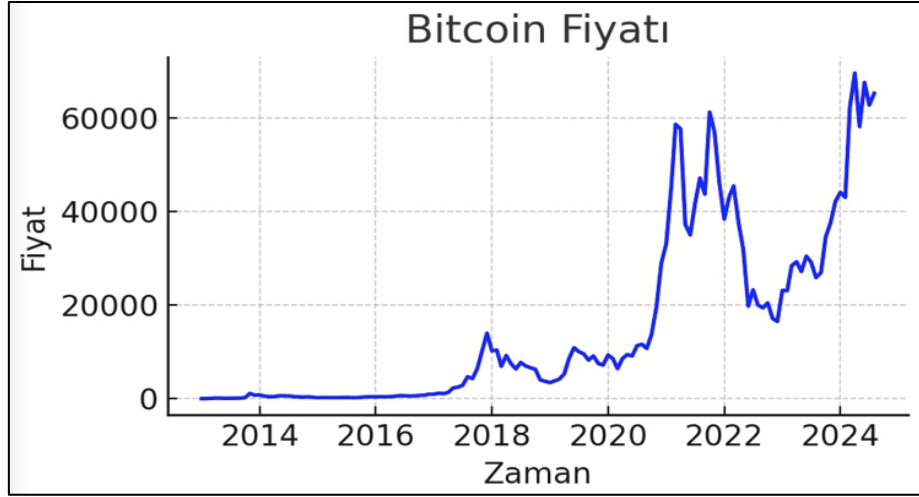
Bu analizde, her biri incelenen ekonomik değişkenlerin farklı yönlerine ilişkin kritik bilgiler sunan iki birincil kaynaktan elde edilen veriler kullanılmıştır. Analizde kullanılan tüm veriler, Ocak 2013-Ağustos 2024 aralığını kapsamaktadır. Aşağıda yer alan bölümlerde kaynaklar, elde edilen değişkenler ve verilerin ilgili nitelikleri detaylandırılmıştır.

Bitcoin fiyatlarına ilişkin veriler, Amerika Birleşik Devletleri'nde Bitcoin'in kapsamlı geçmiş fiyat bilgilerini sağlayan Yahoo Finance adresindeki Bitcoin geçmiş verilerinden elde edilmiştir. Bu kaynak, doğruluğu ve kripto para birimi ölçütlerini kapsamlı bir şekilde ele almasıyla tanınmaktadır.

Ekonomik göstergeler olan FED faizi oranı, ABD enflasyon oranı değerlerine ilişkin veriler, ABD Merkez Bankası'nın resmî web sitesinden elde edilmiştir. ABD Merkez Bankası, trendleri analiz etmek ve ekonomik araştırmalarda sonuç çıkarmak için çok önemli olan güvenilir ve düzenli olarak güncellenen ekonomik veriler sağlamaktadır. NASDAQ100 endeks değerleri bilgisine ise Nasdaq Borsası'ndan ulaşılmıştır.

- Bitcoin Fiyatları (btc): USD cinsinden kaydedilen bu veriler, aylık bazda Bitcoin kapanış fiyatlarını temsil etmektedir. Değişken, her ayın kapanışında Bitcoin'in piyasa değerlemesi hakkında bilgi vermektedir.
- FED faizi (faiz): Yüzde olarak ifade edilen bu oranlar, Federal Rezerv tarafından belirlenen aylık ortalama faiz oranlarıdır. Faiz oranları, kripto paralar da dahil olmak üzere çeşitli sektörlerdeki borçlanma maliyetlerini ve yatırımları etkilemektedir.
- ABD enflasyonu (enflasyon): Yüzde olarak da ifade edilen bu değişken, ekonomideki enflasyon oranını yansıtan mal ve hizmet fiyatlarındaki aylık değişimi göstermektedir.
- NASDAQ100 Endeks Değerleri (Nasdaq): Endeks puanı olarak raporlanan bu değişken, Nasdaq borsasında listelenen finans sektörü dışında kalan ve ağırlıklı olarak teknoloji ve internetle ilgili 100 şirketi kapsayan bir endekstir.

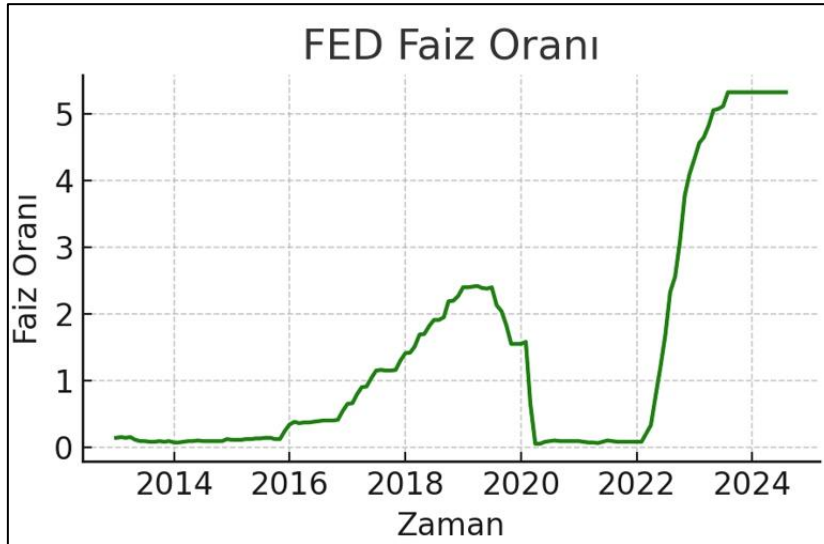
Veriler, Ocak 2013'ten Ağustos 2024'e kadar uzanmakta ve yaklaşık on yıl boyunca gerçekleşen değişimlere dair geniş bir değerlendirme olanağı sunmaktadır. Verilerin toplanma sıklığı aylık olup, değişkenler arasındaki hem kısa vadeli dalgalanmaları hem de uzun vadeli eğilimleri ayırt etmek için zaman serisi verilerinin ayrıntılı bir analizine olanak tanımaktadır.



Şekil 4.1. BTC fiyatlarındaki farkın yıllara göre değişimi

Kaynak: Yahoo Finance (2024).

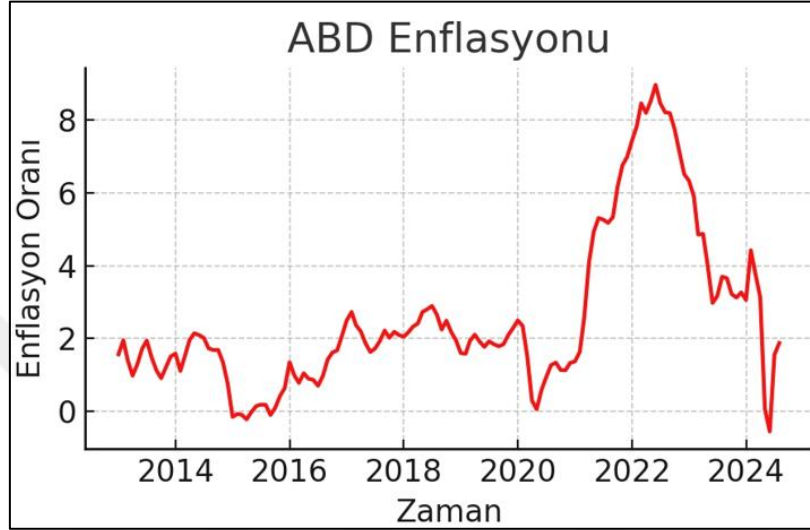
Yukarıda yer alan Bitcoin fiyatları fark grafiği, önemli tepe ve dip noktalarıyla değişken bir eğilim göstermektedir. Yaklaşık 2014 yılında kayda değer bir artış yaşanmış, ardından küçük dalgalanmalarla göreceli bir istikrar dönemi gelmiştir. Daha sonra, fiyat keskin bir artış göstererek bir boğa piyasasına işaret etmiş ve Bitcoin en yüksek seviyelerine ulaşmıştır. Bu yüksek noktalardan sonra, fiyat bir düzeltme veya ayı piyasasına işaret edecek şekilde geri çekilmiştir. Bu eğilim, kısa sürelerde hızlı fiyat değişiklikleriyle kripto para piyasalarının iyi bilinen oynaklığını göstermektedir.



Şekil 4.2. FED Politika Faiz oranlarının yıllara göre değişimi

Kaynak: FED (2024).

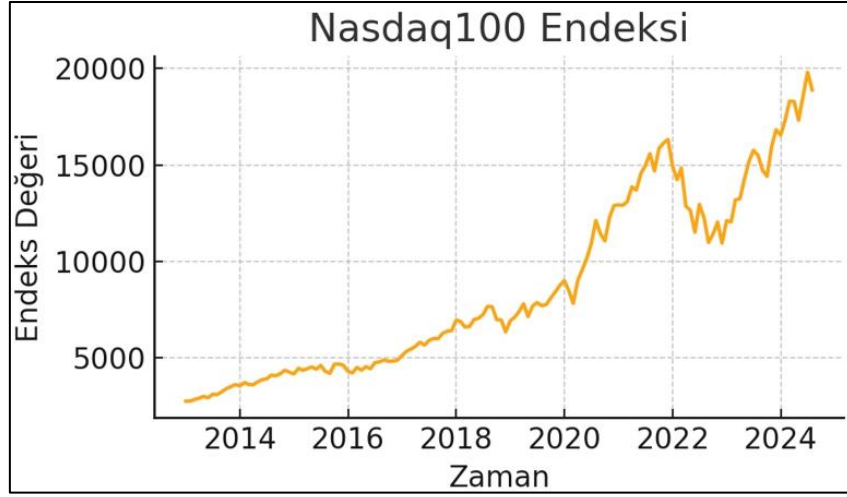
FED faiz oranları, zaman içinde bir aralıkta dalgalanmakta ve değişen para politikası duruşlarına karşılık gelmektedir. Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere oranların sıfırın altına düştüğü dönemler vardır, bu da ekonomik kriz dönemlerine veya borçlanmayı ve yatırımı teşvik etmeyi amaçlayan bir merkez bankası uygulamasına karşılık gelmektedir. Genel olarak, yukarı ya da aşağı doğru net bir uzun vadeli eğilim yoktur. Daha ziyade ekonomik koşullara yanıt olarak para politikasındaki ayarlamaları yansıtan dönemsel hareketler vardır.



Şekil 4.3. ABD Enflasyon oranlarının yıllara göre değişimi

Kaynak: FED (2024).

Şekil 4.3.'de sunulan ABD Enflasyon oranları eğilimi, uzun vadede belirgin bir yönetime sahip olmadan dalgalanmalar sergilemektedir. Grafikte enflasyon oranlarının belirli bir aralık içinde kalarak dalgalandığını görülmektedir. Belirli ekonomik olaylara veya mal ve hizmetlerin maliyetini etkileyen politika değişikliklerine karşılık gelebilecek ani artışlar vardır. Dalgalanmalar aynı zamanda ekonomik gerilemeleri veya etkili enflasyon kontrol önlemlerini yansıtan daha düşük enflasyon dönemlerine de işaret etmektedir.



Şekil 4.4. NASDAQ100 endeks değerlerinin yıllara göre değişimi

Kaynak: Nasdaq (2024).

Şekil 4.4.'de yer alan NASDAQ100 kapanış değerleri farkı grafiği, teknoloji, biyoteknoloji ve internet gibi sektörlerin genel performansına karşılık gelen birçok büyüme ve geri çekilme döngüsüne sahip bir eğilim sergilemektedir. Grafik, yükseliş eğilimli yatırımcı duyarlılığını ve ekonomik genişleme dönemlerini yansıtan keskin artış dönemlerini göstermektedir. Benzer şekilde, düşüşler de piyasa düzeltmelerini veya düşüş dönemlerini yansıtmaktadır. NASDAQ100 trendinin uzun vadede genel olarak yukarı yönlü olduğu görülmektedir; bu da büyüyen bir ekonomiye ve uzun vadede teknoloji hisselerine yönelik olumlu yatırımcı duyarlılığına işaret etmektedir.

4.2. Birim Kök ve Durağanlık Testleri

Bir zaman serisi, ortalama, varyans ve otokorelasyon gibi istatistiksel özellikleri zaman içinde sabitse durağan kabul edilir. Durağanlık, zaman serisi analizinde çok önemli bir kabuldür çünkü birçok istatistiksel model, etkili ve güvenilir tahminler yapabilmek için temel verilerin durağan olmasını gerektirir. Durağan olmayan veriler yanıltıcı modellere ve sahte korelasyonlara yol açabilir, bu da nihayetinde model sonuçlarının doğruluğunu ve yorumlanabilirliğini etkilemektedir.

Durağanlık genel olarak iki kategoride sınıflandırılabilir:

- Katı Durağanlık: Tüm düzeylerdeki tüm noktaların (ortalama, varyans, çarpıklık, basıklık, vb.) zamana göre değişmez olması.

- Zayıf Durağanlık: Sadece ilk iki bileşen (ortalama ve varyans) zaman içinde sabittir ve iki zaman noktası arasındaki kovaryans, kovaryansın hesaplandığı gerçek zamana değil, sadece iki nokta arasındaki zaman farkına bağlıdır.

4.3. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testi

Birim kök testleri bir zaman serisinin durağan olmadığını ortaya koyan ve serinin birim kök içerip içermediğini belirlemek için kullanılan istatistiksel testlerdir. Birim kök, seriye gelen şokların kalıcı bir etkiye sahip olduğu stokastik trend veya rastgele yayılma gibi özelliklere yol açmaktadır. Birim kökün varlığı, durağanlığa ulaşmak için serinin farkının alınması ya da başka bir şekilde dönüştürülmesi gerektiğini gösterir.

Değişkenlerin durağanlık özelliklerinin test edilmesinde en çok kullanılan üç yöntem söz konusudur. Bunlar: Dickey-Fuller (DF) (1979), Genişletilmiş Dickey- Fuller (ADF) (1981) ve Phillips-Perron (PP) (1988) testleridir.

Bunların içerisinde ise en yaygın kullanılan Augmented Dickey-Fuller (ADF) testidir. Bu test aşağıdaki hipotezlere sahiptir:

- Boş Hipotez (H_0): Serinin birim kökü vardır (durağan değildir).
- Alternatif Hipotez (H_1): Serinin birim kökü yoktur (durağandır).

ADF testi, serilerin gecikmeli farklarını da dahil ederek temel Dickey-Fuller testini genişletmektedir. Bu ayarlama, aksi takdirde test sonuçlarını saptırabilecek olan daha yüksek dereceli seri korelasyonun hesaba katılmasına yardımcı olur.

ADF birim kök testinde aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır:

Yalın hali:

$$X_t = \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Sabit terimli:

$$X_t = \alpha + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

Sabit terimli ve trendli:

$$X_t = \alpha + \delta_t + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Denklemlerde yer alan X durağanlık testine tabi olan değişkeni, Δ birinci dereceden farkın alındığını, δ_t doğrusal zaman trendini, ε hata terimini, α sabit terimi, n ise bağımlı değişken gecikme sayısını ifade eder. Denklemdaki gecikme sayısı genelde Akaike bilgi kriteri (Akaike, 1974) veya Schwarz kriteri (Schwarz, 1978) kullanılarak belirlenir.

ADF testinde yukarıdaki denklemlerde yer alan β katsayısının sıfıra eşit olup olmadığı test edilir. Bu sınamada, ADF t istatistiklerinden elde edilen değerlerin MacKinnon kritik değerlerinin karşılaştırılmasına dayanmakta olup, eğer hesaplanan ADF t istatistiği, MacKinnon (1996) kritik değerlerinden mutlak anlamda büyükse ele alınan zaman serisinin durağanlığı sağlanmış demektir. Aksi takdirde seri durağan değildir ve durağanlık sağlanıncaya kadar farkının alınması gerekmektedir.

4.4. Phillips Perron (PP) birim kök testi

Phillips Perron (1990) birim kök testi, birim kök sınamasında kullanılan bir diğer test yöntemidir. Dickey-Fuller testi, ADF testi hata terimlerinin istatistiki olarak bağımsız olduklarını ve sabit varyansa sahip olduklarını varsayar. Bu metodoloji kullanırken hata terimleri arasında korelasyon olmadığına ve sabit varyansa sahip olduklarına emin olunur. PP testi, ADF'nin hata terimleri ile ilgili olan bu varsayımını genişletirken, diğer yandan yapısal kırılma tarihinin bilindiğini varsayımından hareketle ADF testinin kukla değişken ekleyerek yapısal kırılmalara birim kök testini dahil etmiştir. Ayrıca, özellikle trend içeren serilerin durağanlık analizinde PP, ADF'ye göre daha güçlüdür. Ancak test istatistiğini sınamak için ADF'de Mac kritik değeri kullanılır iken, PP testinde Newey West hata düzeltme mekanizması kullanılarak oto korelasyon problemine son verilir (Petek ve Çelik, 2017:72).

PP testinde, ($H_0: \rho = 0$) hipotezi seri durağan değildir, seride birim kök vardır.

($H_1: \rho < 0$) hipotezi ise seri durağandır, seride birim kök yoktur, şeklinde oluşturulur.

Her bir değişken için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Peron (PP) testlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda yer alan Tablo 4.1.'de verilmiştir:

Tablo 4.1. Seviyede ADF ve Philips-Perron sonuçları

Test	Seri	İstatistik D.	Gecikme	p-değeri	Sonuç
Augmented Dickey-Fuller Testi	BTC	-2.5118	5	0.3635	Durağan değil
Augmented Dickey-Fuller Testi	Nasdaq100	-2.6892	5	0.2896	Durağan değil
Augmented Dickey-Fuller Testi	FED faizi	-2.0466	5	0.557	Durağan değil
Augmented Dickey-Fuller Testi	ABD Enflasyonu	-16.659	4	0.156	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	BTC	-13.794	4	0.321	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	Nasdaq100	-5.4598	4	0.8011	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	FED faizi	-14.113	4	0.3026	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	ABD Enflasyonu	-2.5118	5	0.3635	Durağan değil

Tablo 4.1.'de görüleceği üzere tüm p-değerleri 0,05'in üzerindedir, bu da tüm seriler için hem ADF hem de PP testleri boş hipotezini reddedemediğimizi göstermektedir. Bu da zaman serilerinin hiçbirinin bu testlere göre durağan olmadığını göstermektedir.

Bunun üzerine mevsimsellik fark alma uygulanmıştır ve bağımlı değişken BTC'nin durağan hale geldiği görülmüştür. Fakat bağımsız değişkenler durağan hale gelmemiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.2. Mevsimsel dönüşüm sonrası serilere ait ADF ve Philips-Perron sonuçları

Test	Seri	İstatistik D.	Gecikme	p-değeri	Sonuç
Augmented Dickey-Fuller Testi	BTC (Mevsimsellik sonrası)	-3,5709	5	0,03874	Durağan
Augmented Dickey-Fuller Testi	BTC (Mevsimsellik sonrası)	-18,16	4	0,09114	Durağan
Augmented Dickey-Fuller Testi	Nasdaq100 (Mevsimsellik sonrası)	-2,6222	5	0,3179	Durağan değil
Augmented Dickey-Fuller Testi	Nasdaq100 (Mevsimsellik sonrası)	-13,303	4	0,3477	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	FED faizi (Mevsimsellik sonrası)	-2,5281	5	357	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	FED faizi (Mevsimsellik sonrası)	-8,0242	4	0,6526	Durağan değil
Phillips-Perron Birim Kök Testi	ABD Enflasyonu (Mevsimsellik sonrası)	-2,384	5	0,4169	Durağan değil

Tablo 4.2. (Devam) Mevsimsel dönüşüm sonrası serilere ait ADF ve Philips-Perron sonuçları

Phillips-Perron	ABD Enflasyonu	-13,343	4	0,3453	Durağan değil
Birim Kök Testi	(Mevsimsellik sonrası)				

BTC, Nasdaq100, FED faizi ve ABD enflasyonu için mevsimsel farklılaştırılmış zaman serilerinin durağanlığını değerlendirmek için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri yapılmıştır. Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere sonuçlar, BTC serisi için ADF testinde anlamlı bir p-değeri (0.038) ile durağan olduğunu göstermektedir. Ayrıca, PP testi de p-değeri (0.091) ile durağanlığa işaret etmektedir. Ancak, Nasdaq100 serisi için her iki test de (ADF p-değeri 0.318, PP p-değeri 0.348) serinin durağan olmadığını göstermektedir.

Benzer şekilde, FED faizi ve ABD enflasyon serileri de her iki testte (ADF ve PP) durağanlık kanıtı sunmamaktadır. FED faizi için ADF testinde p-değeri 0.357 ve PP testinde p-değeri 0.653 iken, ABD enflasyonu için ADF testinde p-değeri 0.417 ve PP testinde p-değeri 0.345'tir. Bu da her iki serinin de durağan olmadığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, mevsimsel farklılaştırma sonrası BTC serisi durağan olarak kabul edilebilirken, Nasdaq100, FED faizi ve ABD enflasyon serileri için durağanlık kanıtı bulunmamaktadır.

Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri kullanılarak zaman serisi verilerinin durağanlığı değerlendirildikten sonra ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modelinin benimsenmesine karar verilmiştir. Bu seçim, verilerin belirli özelliklerinden ve analizin amaçlarından kaynaklanmıştır.

ARIMA birkaç temel nedenden dolayı seçilmiştir:

İlk olarak, ARIMA özellikle durağan olmayan verilerin ele alınmasında etkilidir. Birim kök testlerinden elde edilen sonuçlar, NASDAQ100, FED faizi oranları ve ABD enflasyonu dahil olmak üzere birçok değişkenin mevsimsel farklılaştırma uygulandıktan sonra bile durağan olmadığını göstermiştir. ARIMA, entegrasyon (ARIMA'daki "I" bileşeni) yoluyla durağan olmayanı ele almak için tasarlandığından, verileri uygun şekilde farklılaştırarak durağanlığın sağlanmasına yardımcı olur (Dobrina, 2024).

İkinci olarak, ARIMA, bu analizin birincil amacı olan zaman serisi tahmini için oldukça uygundur. Hem kendi geçmiş değerlerine (otoregresyon) hem de gecikmeli hata terimlerine (hareketli ortalama) dayalı olarak gelecekteki değerleri tahmin ederek tek bir zaman serisi içindeki ilişkileri modellemede başarılıdır. Bu da onu bu çalışma için ideal hale getirmektedir (Dubey vd., 2021).

Üçüncü olarak ARIMA, ARDL (AutoRegressive Distributed Lag) modellerine kıyasla daha fazla esneklik sunar. ARDL modelleri genellikle bir panel veya eşbütünleşme çerçevesinde çoklu değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkileri araştırmak için kullanılır. Ancak ARDL, değişkenler arasında durağanlık veya eşbütünleşme olduğunu varsayar ki bu varsayım, bazı değişkenlerin durağan olmaması nedeniyle burada uygun olmayabilir (Zeng vd., 2024).

Son olarak, ARIMA modelleri özellikle kısa vadeli tahminler için etkilidir. Bu da mevcut analitik hedeflerle uyumludur. ARDL ve benzeri modeller uzun vadeli denge analizi için daha uygun olsa da, buradaki odak noktası kısa vadeli tahminlerdir (Bektemyssova vd., 2022).

Mevsimsel fark alma işleminden sonra BTC serisi için belirlenen ARIMA modeli ARIMA(2,0,1)(0,0,1)[12] olup iki otoregresif (AR) terim, bir hareketli ortalama (MA) terimi ve bir mevsimsel hareketli ortalama (SMA) terimi ile sıfır olmayan bir ortalama içermektedir. Bu model yapısı, verilerdeki hem kısa vadeli bağımlılıkları hem de mevsimsel kalıpları ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Tablo 4.3. ARIMA model parametre tahminleri

Katsayı	Tahmin değeri	Standart Hata
ar1	1,8927	0,0653
ar2	-0,9107	0,0614
ma1	-863	0,0903
sma1	-0,7054	0,1266
Ort	0,6257	0,0776

Tablo 4.3.'de yer alan katsayılar, BTC'nin mevcut değeri ile geçmiş değerleri arasındaki ilişkileri (AR terimleri) ve geçmiş hataların mevcut değerler üzerindeki etkisini (MA terimleri) açıklamaktadır. Mevsimsel hareketli ortalama (SMA) bileşeni, 12 dönem gecikme ile zaman serisinin döngüsel davranışını yansıtmaktadır.

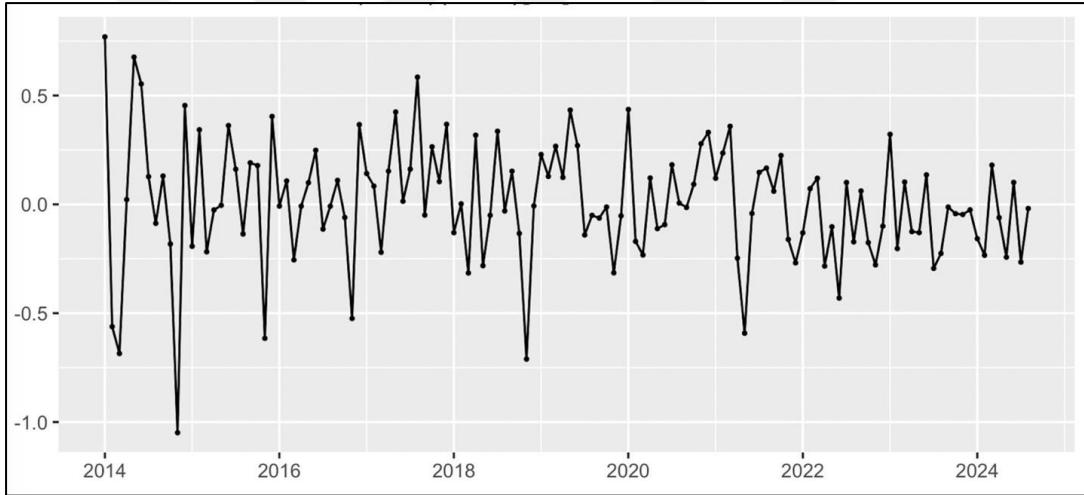
Tablo 4.4. ARIMA model özeti

Metric	Değerler
Sigma ²	0,08046
Log Likelihood	-23,52
AIC	59,04
AICc	59,74
BIC	76,16
Hata Ölçüsü	Değerler
ME	0,0065
RMSE	0,2781
MAE	0,2094
MPE	204,1942

Tablo 4.4. (Devam) ARIMA model özeti

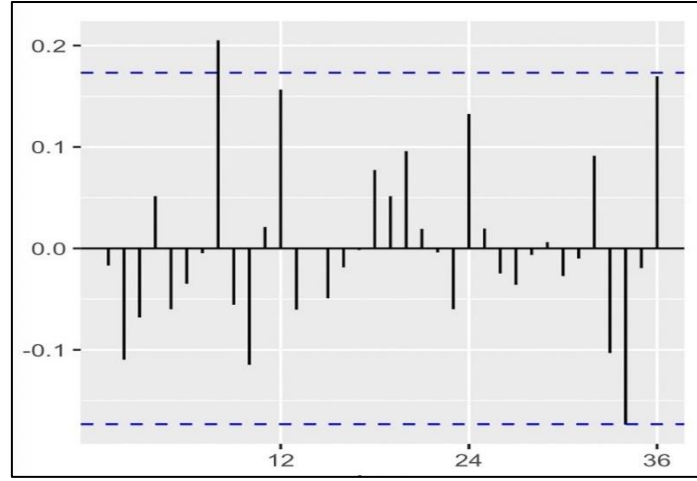
MAPE	238,1863
MASE	0,1586
ACF1	-0,0169

Model artık varyans (Sigma^2) açısından iyi performans göstermekte ve artıklarda otokorelasyon göstermemektedir (ACF1). MAPE ve MPE değerleri tahminlerdeki yüzde hatalarının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, modelin verilerin genel yapısını yakaladığını göstermekte ve aykırı değerler açısından tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki bazı sapmalar olabileceğini göstermektedir. ARIMA modeli, her ikisi de BTC serisinde mevcut olan durağan olmama ve mevsimselliği ele alma kabiliyeti nedeniyle seçilmiştir.



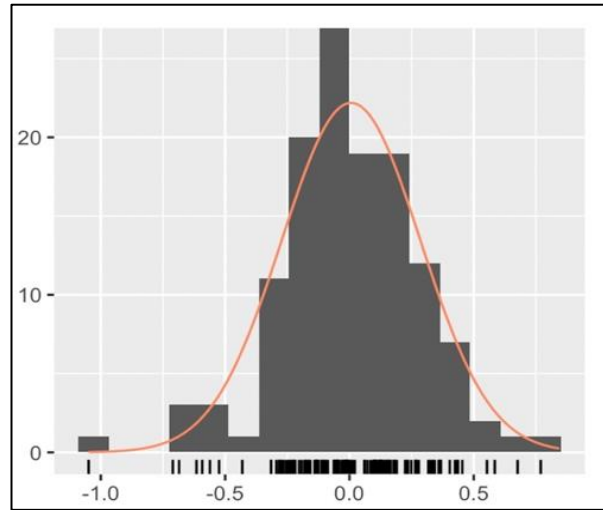
Şekil 4.5. Artıklar ve zaman grafiği

Artıklar ve zaman grafiği, ARIMA veya SARIMA modelinin, verilerin dinamiklerini ne kadar iyi yakaladığı konusunda fikir vererek zaman içindeki artıkları gösterir. İdeal olarak, artıklar sıfırın etrafında rastgele dağılmış olmalı, net bir model veya eğilim olmamalıdır. Bu da modelin zaman serisinin altında yatan yapının çoğunu yakaladığını gösterir. Bu durumda, artıklar genellikle sıfır etrafında dalgalanmaktadır ve bu da olumlu bir işarettir. Bununla birlikte, gözle görülür dalgalanmalar vardır, bu da modelin iyi performans göstermesine rağmen, bu küçük sapmaları ele almak için daha fazla iyileştirme veya ayarlamaların araştırılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.6. Otokorelasyon fonksiyonu (ACF)

Şekil 4.6’da yer alan ACF grafiği, farklı gecikmelerinde kalıntılardaki otokorelasyon derecesini göstermektedir. İyi uyum sağlayan bir model için artıklar önemli bir otokorelasyon göstermemelidir. Yani grafikteki sivri uçlar güven aralıkları (mavi bantlar) içinde yer almalıdır. Bu analizde, artıkların çoğu güven aralıkları içinde kalmaktadır, bu da modelin zaman bağımlılıklarını etkili bir şekilde yakaladığını göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle 36. Gecikme (3 yıl) civarındaki birkaç sivri uç, kalan bazı küçük otokorelasyonların varlığına işaret etmektedir.



Şekil 4.7. Artıkların histogramı

Şekil 4.7.’de yer alan artıkların histogramı grafiği, dağılımların görsel bir temsilini sunmakta ve ideal olarak artıkların normal bir dağılım izlediğini gösteren çan şeklinde bir eğri göstermektedir. Bu durumda, sağa doğru hafif bir eğim olmasına rağmen, artıklar yaklaşık olarak normal dağılmış gibi görünmektedir.

Tablo 4.5. ARIMAX model katsayıları

Coefficient	Estimate	Standard Error
ar1	10.945	0.0919
ar2	-0.1849	0.0932
sma1	-0.8122	0.1418
Intercept	52.400	18.584
Nasdaq100	-0.5009	0.2269
FED Rate	0.1083	0.0657
Inflation	-0.0885	0.2648

Tablo 4.5., ARIMAX modelinin tahmin edilen katsayılarını göstermektedir. Bu katsayılar bağımlı değişken (BTC) ile kendi geçmiş değerleri (AR terimleri), mevsimsel hareketli ortalama (sma1) ve dışsal değişkenler (Nasdaq100, FED faiz oranı ve ABD enflasyonu) arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. AR(1) katsayısı (1.0945) BTC'nin ilk gecikmesinin mevcut değeri üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu gösterirken, AR(2) terimi (-0.1849) ikinci gecikmeden daha küçük ancak ters bir etkiye işaret etmektedir. Negatif sma1 katsayısı (-0.8122), geçmiş mevsimsel hataların modelin tahminlerini etkilediğini göstermektedir.

Dışsal değişkenler Nasdaq100 'ün BTC ile negatif bir ilişkisi olduğunu, FED faiz oranının BTC üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ve ABD enflasyonunun hafif bir negatif ilişkisi olduğunu göstermektedir, ancak enflasyon için büyük standart hata bu ilişkinin istatistiksel olarak güçlü olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.6. ARIMAX modeli performans metrikleri

Metric	Value
Sigma ² (Residual variance)	0.07655
Log Likelihood	-20.76
AIC (Akaike Information Criterion)	57.53
AICc (corrected AIC)	58.74
BIC (Bayesian Information Criterion)	80.34

Yukarıdaki tablo, ARIMAX modelinin temel performans ölçümlerini özetlemektedir. Sigma² artıkların varyansını temsil eder, bu da modele uyarlandıktan sonra kalan hata veya gürültü

derecesini ölçer. Daha düşük bir değer daha iyi bir model uyumunu gösterir. Log Likelihood (-20.76), model seçimi için kriter olan AIC ve BIC değerlerini hesaplamak için kullanılır.

AIC ve BIC, aşırı uyumu önlemek için daha fazla parametreye sahip daha karmaşık modelleri cezalandırmaktadır. Bu durumda, düşük AIC (57,53) ve BIC (80,34), modelin uyum iyiliği ile basitlik arasında denge kurduğunu göstermektedir. AICc, AIC değerine yapılan küçük örneklem düzeltmesidir.

Tablo 4.7. ARIMAX model eğitim seti hata ölçütleri

Error Measure	Training Set Value
Mean Error (ME)	-0.0080
Root Mean Squared Error (RMSE)	0.2690
Mean Absolute Error (MAE)	0.1997
Mean Percentage Error (MPE)	212.869
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	2.422.472
Mean Absolute Scaled Error (MASE)	0.1512
Autocorrelation of Residuals (ACF1)	-0.1183

Tablo 4.7., ARIMAX modelinin çeşitli hata ölçümleri sağlayarak eğitim verileri üzerinde ne kadar iyi performans gösterdiğini göstermektedir:

- ME (Ortalama Hata) sıfıra yakındır (-0,0080), bu da modelin tahminlerinin gerçek değerleri sistematik olarak fazla veya az tahmin etmediğini göstermektedir.
- RMSE (Ortalama Karesel Hatanın Kökü) ve MAE (Ortalama Mutlak Hata) tahmin hatasının ortalama büyüklüğünü ölçer. Düşük değerler daha iyi model performansına işaret eder. RMSE (0,2690) ve MAE (0,1997) modelin verilere mutlak anlamda iyi uyduğunu göstermektedir.
- MPE (Ortalama Yüzde Hata) ve MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata) göreceli hata ölçümleri sağlamaktadır, ancak MPE ve MAPE'nin yüksek değerleri (%200'ün üzerinde) modelin mutlak anlamda iyi çalışmasına rağmen BTC'deki göreceli değişiklikleri doğru bir şekilde tahmin etmekte zorlandığını göstermektedir.
- MASE (Ortalama Mutlak Ölçeklendirilmiş Hata), modelin performansını basit ortalamaları kullanan sıradan bir modelle karşılaştıran bir başka ölçüttür. Sıfıra yakın bir değer (0,1512), ARIMAX modelinin sıradan bir modelden önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini belirtir.

- ACF1 (-0,1183), 1. gecikmedeki artıklarda önemli bir otokorelasyon olmadığını gösterir ki bu da model yeterliliği için iyi bir işarettir.

Tablo 4.8. Ljung-Box test sonuçları

Statistic	Value
Q-Statistic	24.654
Degrees of Freedom (df)	21
p-value	0.2624

Tablo 4.8’de yer alan Ljung-Box testi, kalıntılarda otokorelasyon olup olmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Sıfır hipotezi (H_0), artıklarda otokorelasyon olmadığını, yani kalan modellerin tamamen rastgele olduğu yönündedir. Bu durumda, p-değeri (0.2624) 0.05’ten yüksektir, yani sıfır hipotezini reddedemeyiz. Bu, artıklarda önemli bir otokorelasyon olmadığını göstermekte ve modelin BTC serisinin ve dışsal değişkenlerin zamana bağlı yapısını yeterince yakaladığını ortaya koymaktadır.

Bu analizde, mevsimsel olarak farklılaştırılmış BTC zaman serisine NASDAQ100, FED politika faizi oranı ve ABD enflasyonu gibi dışsal değişkenleri içeren bir ARIMAX modeli uygulanmıştır. Mevsimsel fark alma işlemine rağmen bağımsız değişkenlerin durağanlık sorunu devam etmiş ve bu durum analizde sınırlayıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmıştır. Model, düşük artık varyans ve artıklarda önemli bir otokorelasyon olmamasının da gösterdiği gibi, verilere makul bir uyum göstermiştir. Dışsal değişkenler anlamlı bilgiler sağlamış, NASDAQ100 ve ABD enflasyonu BTC ile negatif ilişki gösterirken, FED faiz oranının küçük bir pozitif etkisi olmuştur. Bu ilişkilerin olası nedenleri aşağıdaki şekilde açıklanmıştır;

NASDAQ100, teknoloji ve büyüme odaklı şirketlerin performansını yansıtan bir endekstir. Bu tür yüksek riskli varlıklar, kötü performans gösterdiğinde yatırımcılar genellikle güvenli limanlara yönelmektedirler. Bitcoin de spekülasyon ve yüksek riskli bir varlık olarak görüldüğünden, NASDAQ100 düştüğünde Bitcoin’e olan talep azalabilir. Bir diğer olası neden olan likidite sıkışıklığı durumunda da spekülasyon varlıkları olumsuz etkilenmekte, bu durumda ise NASDAQ100’deki düşüş Bitcoin’i olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca, yatırımcıların portföylerini çeşitlendirirken risk seviyesini düşürmek amacıyla genellikle riskli varlıkları satmaları, bu iki varlık sınıfı arasında negatif bir korelasyona neden olabilmektedir.

Düşük faiz oranları, genellikle yatırımcıların alternatif getiri arayışına girmesine neden olmaktadır. Faizlerin düşük olduğu dönemlerde yatırımcılar, düşük getirili sabit gelirli enstrümanlar yerine, Bitcoin gibi daha yüksek getiri potansiyeli olan varlıklara yönelebilirler.

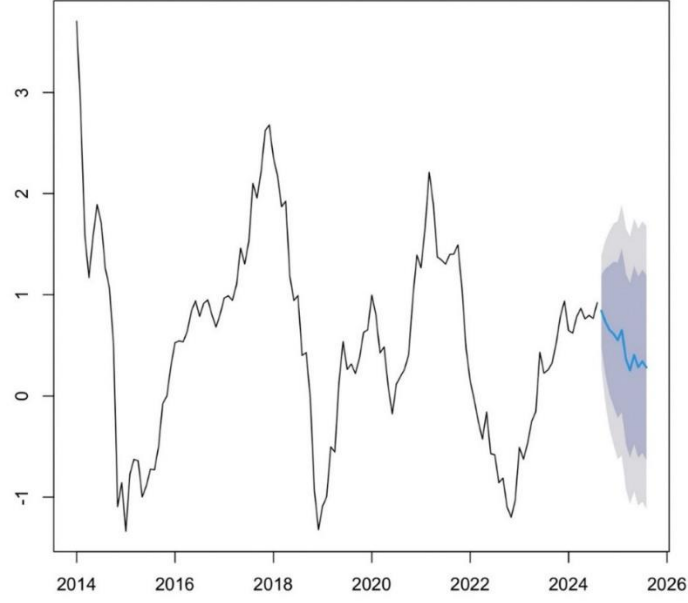
Faiz oranları düşük olduğunda, insanlar geleneksel finansal araçlar yerine daha yenilikçi ve alternatif araçlara yönelme eğilimindedir. Bitcoin, bu bağlamda bir dijital yatırım aracı ve volatil yapısı gereği olarak cazip hale gelebilmektedir.

ABD'de artan enflasyon oranları, yatırımcıları daha güvenli varlıklara yönelmeye teşvik ederken, kripto paralar gibi volatil varlıkların talebini azaltabilir. Bitcoin, spekülasyon bir yatırım aracı olarak algılandığı için yüksek enflasyon dönemlerinde talep düşüşü yaşayabilir ve fiyatlar üzerinde baskı oluşabilir. Ayrıca, enflasyonun yükseldiği dönemlerde FED'in sıkı para politikaları uygulaması ve faiz oranlarını artırma ihtimali, yatırımcıları daha güvenli ve sabit getirili yatırımlara yönlendirir, bu da Bitcoin üzerinde negatif bir etki yaratır. Yüksek enflasyon, tüketicilerin alım gücünü düşürerek yatırımcıların spekülasyon varlıklara yatırım yapma istekliliğini azaltabilir, bu da Bitcoin fiyatları üzerinde olumsuz bir baskı oluşturur ve enflasyon ile Bitcoin fiyatları arasında negatif bir ilişkiye yol açabilir.

Model mutlak hata ölçütleri (RMSE ve MAE) açısından iyi performans gösterse de, nispeten yüksek MAPE, BTC fiyat hareketlerinde önemli dalgalanmalar olduğunu ve yüzde bazlı tahminleri zorlaştırdığını göstermektedir. Ljung-Box testi, model artıklarının beyaz gürültü gibi davrandığını doğrulamıştır; bu da ARIMAX modelinin verilerin dinamiklerini yeterince yakaladığını göstermektedir.

BTC'nin doğal oynaklığı ve dış ekonomik faktörlerin varlığı göz önüne alındığında, BTC için tahmin edilen değerler, zaman ilerledikçe artan belirsizliğin eşlik ettiği mütevazı bir düşüş eğilimi göstermektedir.

Şekil 4.8.'de yer alan aşağıdaki grafik, modelin tahminlerine dayalı olarak gelecekteki potansiyel sonuç aralığını temsil eden güven aralıkları ile tahmin edilen BTC değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.8. ARIMAX modeline göre tahmin edilen BTC fiyatları

Şekil 4.8.'de yer alan grafik 2014-2024 arasındaki tarihsel veriler ile Bitcoin'in yüksek volatilitelerini yansıtırken, 2024-2026 dönemine ait tahminler ise mavi çizgiyle gösterilmiştir. Model, bu dönemde fiyatların nispeten yatay seyredeceğini ve büyük değişiklikler beklenmediğini öngörmektedir. Mavi çizgi etrafındaki gri gölge, tahminlerdeki belirsizlik aralığını temsil eder ve zamanla belirsizliğin arttığını göstermektedir. Genel olarak, model Bitcoin fiyatlarının dalgalanarak devam edeceğini ancak ciddi bir artış ya da düşüş beklenmediğini işaret etmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çağımızda yaşanan teknolojik gelişmeler ve uygulamalar, büyük bir hızla artmaya ve gelişmeye devam etmektedir. Bu gelişmelerin arasında, finansal teknoloji alanındaki ilerlemeler, geleneksel finans anlayışını yeniden şekillendirme zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Devletlerin finansal güçlerini, finansal sistemleri kontrol ve yönetme yetenekleriyle orantılı olarak korudukları düşünüldüğünde, bu teknolojik ilerlemelere ayak uydurmanın ne denli önemli olduğu daha iyi anlaşılmaktadır. Yeni finansal uygulamalarla birlikte, merkezi otoritelerin hoşnut olmadığı "merkeziyetsizlik" kavramı, günümüz dünyasında daha fazla yer bulmaya başlamıştır. Merkeziyetsizlik, bireyler ve kurumların her zaman yetki veya kontrol sahibi olmayabileceğini ortaya koymakta ve bu durum, finansal sistemlerin daha esnek ve kapsayıcı bir yapıya dönüşmesi gerektiğini işaret etmektedir. Bu bağlamda, teknolojik yenilikler ve merkeziyetsizlik ilkesi, finansal sistemlerin evriminde önemli bir rol oynamaktadır.

Özel bir veri tabanı türü olan Blokzincir, dağıtık bir veri tabanı türü olarak, işlem ve bilgilerin kayıt altına alınmasını sağlayan defterler üzerine inşa edilmiştir. Bu sistemde, veriler blok adı verilen veri birimlerine girilir ve bu blokların bir araya gelmesiyle blok zinciri tamamlanır. Blokzincir teknolojisinin temel işlevi, sisteme girilen verilerin değiştirilmesini veya müdahale edilmesini önlemektir. Bu güvenlik, sistemin dağıtık yapısından kaynaklanmaktadır; veriler birçok farklı noktada tutulduğu için tek bir merkeze bağımlı değildir ve bu da manipülasyon ihtimalini azaltmaktadır.

Blokzincir teknolojisinin en bilinen ve yaygın olarak kullanılan uygulaması kripto paralardır. Kripto para, dijital kriptografi kullanılarak oluşturulan ve merkezi bir otoriteye bağlı olmayan sanal para birimleridir. Bu para birimlerinin en bilinen ve öncü örneği 2008 yılında Satoshi Nakamoto takma adlı anonim bir kişi ya da kişiler tarafından oluşturulan Bitcoin'dir. Blokzincir teknolojisi, güvenli yapısı ve siber saldırılara karşı yüksek koruma seviyesi sayesinde sadece kripto para işlemleri için değil, aynı zamanda önemli bilgilerin muhafazası ve işlenmesi için de kullanılabilir. Bu teknolojinin sunduğu güvenlik ve şeffaflık, finansal işlemlerden hukuki belgelerin saklanmasına kadar geniş bir yelpazede uygulama potansiyeli taşımaktadır.

Tez'in birinci bölümünde, blokzincir teknolojisi ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Blokzincir'in tarihsel gelişimi kısaca anlatılmış, sonrasında Bitcoin'in ortaya çıkmasını sağlayan Satoshi Nakamoto takma adlı kişi veya kişilerin makalesi incelenmiştir. Blokzincir

yapısını oluşturan blok, hash kodu ve düğümler açıklanmıştır. Sistemde yer alan işlemlerin doğrulanması noktasında devreye giren ve madenciler tarafından kullanılan çeşitli uzlaşma mekanizmalarından bahsedilmiştir. Blokzincir sisteminin avantajları ve dezavantajları ile kripto para kavramı, para çeşitleri ve merkez bankası dijital paraları (CBDC) gibi konulara değinilmiştir. Tez'in ikinci bölümünde, kripto paraların yasalık durumu ve ülke regülasyonları ele alınmıştır. Kripto para ekosistemleri, Bitcoin, Ethereum, Ripple, Cardano ve Hedera gibi önde gelen kripto paralar üzerinden incelenmiş, ayrıca kripto para cüzdanları (sıcak cüzdanlar ve soğuk cüzdanlar) ve bunların kullanım alanları detaylandırılmıştır. Binance, Coinbase, BTC Turk ve Paribu gibi popüler kripto para borsaları hakkında bilgiler verilmiştir. Tez'in üçüncü bölümünde, Bitcoin'in ABD enflasyonu, FED faizi ve NASDAQ100 endeksi ile olan ilişkisi ekonometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir.

Çalışmada, Ocak 2013-Ağustos 2024 yıllarını kapsayan aylık veriler kullanılmıştır. Bitcoin değişkenine ait fiyat verilerine, Yahoo Finance isimli internet adresinden ulaşılmıştır. Ekonomik göstergeler olan FED faiz oranları, ABD enflasyon verisine ilişkin bilgiler ABD Merkez Bankası'nın resmî web sitesinden elde edilmiştir. NASDAQ100 endeks değerleri bilgisine ise Nasdaq Borsası'ndan ulaşılmıştır.

Bu analiz için BTC ile NASDAQ100, FED faizi oranı ve ABD enflasyonu gibi dış makroekonomik faktörler arasındaki zamana bağlı ilişkileri yakalamak amacıyla ARIMAX modeli seçilmiştir. Çalışmada kullanılan ekonomik göstergeler NASDAQ100 endeksi, FED politika faizi ve ABD enflasyonu olup, bağımlı değişken olarak Bitcoin fiyat hareketleri ele alınmıştır. Analiz öncesinde, zaman serisi verilerinin durağanlık durumu Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan bu birim kök testlerine göre, başlangıçta tüm serilerin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Ancak mevsimsel fark alma işleminden sonra, yalnızca BTC serisi durağan hale gelmiş olup, diğer ekonomik değişkenlerin (NASDAQ100, FED politika faizi ve ABD enflasyonu) durağanlık sorunu devam etmiştir.

ARIMAX modeli sonuçları, Bitcoin fiyatları ile NASDAQ100 endeksi ve ABD enflasyonu arasında negatif bir ilişki olduğunu, FED politika faizinin ise pozitif fakat küçük bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Modelin katsayı tahminlerine göre, NASDAQ100 endeksinin Bitcoin fiyatları üzerinde anlamlı ve negatif bir etkisi bulunmuştur. Benzer şekilde, ABD enflasyon oranı da Bitcoin fiyatları ile negatif bir ilişki göstermiştir. FED politika faizinin Bitcoin fiyatları üzerindeki etkisi ise pozitif olmakla birlikte küçük bir düzeyde kalmıştır.

Modelin bu ilişkilerden bazılarını yakalama kabiliyetine rağmen, Bitcoin'in doğasında bulunan yüksek volatilité ve finansal piyasaların doğası, doğru tahmin yapmayı son derece zorlaştırmaktadır. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) ve Ortalama Yüzde Hata (MPE) gibi yüksek hata oranları (%200'ün üzerinde), Bitcoin gibi değişken bir varlığı tahmin etmenin zorluklarını göstermektedir. Bu hatalar, modelin mutlak anlamda makul tahminler üretebilmesine rağmen, BTC'nin göreceli hareketlerini hassas bir şekilde yakalamakta zorlandığını göstermektedir. Bu durum, Azari (2019) ve Rathnayaka vd.nin (2020) bulgularıyla da örtüşmektedir; her iki çalışmada da ARIMA modellerinin kısa vadeli modeller için faydalı olsa da Bitcoin'in oynaklığı ve dış şoklara karşı hassasiyeti nedeniyle uzun vadeli eğilimleri tahmin etmekte sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, modelin öngörü yapma kabiliyetine rağmen Bitcoin'in yüksek oynaklığı ve bağımsız değişkenlerin durağanlık sorunları, daha sofistike modellemelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

ARIMA ve ARIMAX modelleri durağanlık koşulları tam olarak karşılanmadığında bile faydalı tahminler üretebildiğinden, bu modelin durağanlık sorunlarına rağmen uygulandığını belirtmek önemlidir. Ancak bu durum bazı sınırlamalar getirmektedir:

BTC'nin oynaklığı: Bitcoin yüksek oynaklığıyla bilinmektedir ve bu da tahminlerde daha fazla belirsizlik yaratmaktadır. ARIMAX modeli, genel eğilimleri yakalarken, kısa vadeli dalgalanmaları tahmin etmekte zorlanmaktadır. Volatilitenin ele alınmasındaki bu zorluk, ARIMAX gibi geleneksel zaman serisi modellerinin doğruluğu artırabildiğini ancak Bitcoin gibi yüksek volatilitéye sahip varlıklarla uğraşırken hala sınırlamalarla karşılaştığını tespit eden Bashir, Strielkowski ve Wahid (2016) ve Dyhrberg'in (2016) sonuçlarını yansıtmaktadır.

Ekonomik faktörler: NASDAQ100 endeksi, FED politika faizi oranı ve ABD enflasyonunun dahil edilmesi Bitcoin'in fiyat hareketleri için bağlam sağlamakta ancak geleneksel ekonomik değişkenlerin ötesindeki faktörler tarafından yönlendirilen kripto para piyasalarındaki öngörülemezliği tam olarak açıklamamaktadır (Bouri vd., 2017; Ciaian vd., 2016; Shahzad vd., 2019). Makroekonomik değişkenler Bitcoin'in fiyat davranışına dair içgörüler sunarken, kripto para piyasası düzenleyici haberlerden, teknolojik gelişmelerden ve piyasa duyarlılığından da etkilenmektedir.

Hata oranları: Büyük MAPE ve MPE değerleri, göreceli tahmin doğruluğu açısından modelin sınırlamalarını yansıtmaktadır. Bu, modelin kendisinde bir kusur değil, BTC'nin davranışının karmaşıklığının bir yansımasıdır. Gelecekteki çalışmalar, Dyhrberg (2016) tarafından belirtildiği gibi, oynaklığı ve doğrusal olmayan kalıpları yakalamaya daha uygun

olan GARCH (Bollerslev, 1986) veya LSTM sinir ağıları (Fischer & Krauss, 2018) gibi daha sofistike modellerden yararlanılabilir.

Sınırlamalar ve Gerekçelendirme

Bu çalışma, Bitcoin fiyat tahmini bağlamında bir ARIMAX modeli kullanmanın sınırlamalarını kabul etmektedir:

Durağanlık varsayımları: Zaman serileri fark alma işleminden sonra bile durağan olmayan davranışlar sergilerken, ARIMAX modeli basitliği ve yorumlanabilirliği nedeniyle kullanılmaya devam edilmiştir. Azari (2019) ve Rathnayaka ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmalarda gösterildiği gibi, model mutlak anlamda ve makul ölçüde doğru tahminler sağlıyorsa, mükemmel durağanlığın göz ardı edilmesi bazen haklı görülebilir.

Dışsal Değişkenler: Makroekonomik değişkenlerin (NASDAQ100, FED faizi oranı, ABD enflasyonu) seçimi, BTC fiyat hareketlerinin yorumlandığı ekonomik bir merceğe sağlar. Bununla birlikte, kripto para piyasası, bu modelde hesaba katılmayan düzenleyici haberler, piyasa duyarlılığı ve ağ etkileri gibi diğer faktörler tarafından da yönlendirilmektedir (Bouri vd., 2017; Ciaian vd., 2016; Shahzad vd., 2019). Bu ihmal, başka bir belirsizlik katmanı ortaya çıkarmaktadır.

Hata Oranları ve Volatilité: Yüksek hata oranları, geleneksel zaman serisi modelleri kullanılarak tahmin edilmesi zor olan Bitcoin oynaklığını ortaya koymaktadır (Bashir, Strielkowski ve Wahid, 2016; Dyhrberg, 2016). ARIMAX BTC'nin ekonomik değişkenlerle ilişkisi hakkında fikir verirken, Bitcoin'in spekülasyon yapısı ve piyasa duyarlılığına yakınlığı doğru tahmin yapmayı zorlaştırmaktadır.

Varsayımsal Açıklama ve Literatür İlgileri

Mevcut literatüre göre, FED'in sıkı para politikası izlediği dönemlerde Bitcoin fiyatlarının düşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Çünkü bu gibi dönemlerde piyasadaki likidite azaldıkça, yatırımcıların riskli varlıklar olan Bitcoin gibi dijital varlıklara talebi hızla azalır.

Akademik araştırmalar, Bitcoin ile ABD enflasyon oranı arasındaki ilişkiyi analiz etmiş ve bazı çalışmalarda Bitcoin'in enflasyona karşı bir koruma aracı olarak işlev gördüğü sonucuna ulaşmıştır. Bu bulgu, özellikle yüksek enflasyon dönemlerinde Bitcoin'in değer kazanma eğiliminde olmasıyla açıklanmıştır.

Çeşitli çalışmalarda, Bitcoin fiyatları ile Nasdaq 100 endeksi arasındaki korelasyonun giderek güçlendiği tespit edilmiştir. Bu durum, Bitcoin'in geleneksel finansal varlıklarla entegrasyonunun arttığını ve yatırımcılar tarafından teknoloji hisseleri gibi değerlendirilmeye başladığını göstermektedir.

Yapılan araştırmalar, makroekonomik belirsizlik dönemlerinde Bitcoin fiyatlarında artan volatilitenin yatırımcılar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle yüksek enflasyon ve düşük faiz oranları dönemlerinde yatırımcıların Bitcoin'e yöneldiği ve bunun BTC fiyatlarını yükselttiği görülmektedir.

Birçok akademik kaynak, Bitcoin fiyatlarının FED'in politika faiz oranları ve ABD enflasyon oranı gibi makroekonomik faktörlere duyarlılık gösterdiğini ve Nasdaq 100 endeksiyle de bir korelasyon sergilediğini belirtmektedir. Bitcoin'in yüksek volatilitesi, onu hem geleneksel piyasalara bağlı hem de finansal belirsizliklere karşı dinamik bir varlık haline getirmektedir.

Yüksek volatiliteye sahip bir varlık olan Bitcoin'in tahmin edilmesinde ARIMAX modeli genel eğilimleri yakalayabilse de, MAPE ve MPE gibi hata ölçütlerinin yüksek olması, özellikle göreceli değişikliklerin doğru bir şekilde öngörülmesinin zorluğunu ortaya koymaktadır. Literatüre göre, geleneksel finansal modeller kripto para birimleri gibi son derece değişken varlıkların tahmininde genellikle düşük performans göstermektedir. Çalışmalar, GARCH (Bollerslev, 1986), LSTM veya Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN'ler) (Fischer & Krauss, 2018) gibi daha gelişmiş modellerin, volatilité ve doğrusal olmayan kalıpları ele alma yetenekleri nedeniyle daha iyi sonuçlar sunabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, bu modellerin ileriki çalışmalarda göz önüne alınması faydalı olacaktır. Bununla birlikte, ARIMAX'ın basitliği ve yorumlanabilirliği, analizi aşırı bir şekilde karmaşıktırmadan daha geniş piyasa eğilimlerini anlamak için çekici bir seçenek haline getirmektedir. Gelecekteki çalışmalar, daha kapsamlı bir tahmin yaklaşımı sağlamak için volatilité modellerini veya duyarlılık analizini entegre etmeyi deneyebilir, ancak bu çalışma, Bitcoin gibi son derece değişken finansal varlıklara uygulandığında geleneksel veri analizi yöntemlerinin sınırlarına bir örnek teşkil etmektedir.



KAYNAKÇA

- Malik, A., Gautam, S., Abidin, S., & Bhushan, B. (2019). Blockchain technology—Future of IoT: Including structure, limitations and various possible attacks. In *2019 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)* (pp. 1100-1104). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICICT46008.2019.8993144>
- Akaike, H. (1974). *A new look at the statistical model identification*. IEEE Transactions on Automatic Control, 19(6), 716-723.
- Altay Topcu, B. & Sumerli Sarıgöl, S. (2020). Dünyada ve Türkiye’de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Special Issue 2020 (ARACONF), 27-39 . DOI: 10.31590/ejosat.araconf5
- Artur Meynkhard (2019). Fair market value of bitcoin: halving effect. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 72-85. doi:10.21511/imfi.16(4).2019.07
- Auer, R., and S. Claessens. (2018). Regulating cryptocurrencies: assessing market reactions. *BIS Quarterly Review* September.
- Azari, A. (2019). *Bitcoin price prediction: An ARIMA approach*. arXiv. <https://arxiv.labs.arxiv.org/html/1904.05315>
- Baird, L. (2016). The swirls hashgraph consensus algorithm: Fair, fast, byzantine fault tolerance. *Swirls Tech Reports SWIRLDS-TR-2016-01*, Tech. Rep, 34, 9-11.
- Bashir, Imran. (2020). *Mastering Blockchain* 3rd Edition.
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Finance Research Letters*, 20, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
- Bektemyssova, G., et al. (2022). Time series forecasting by the ARIMA method. *Scientific Journal of Astana IT University*, (11), 14–23.
- Bera, A. S. (2022). Blokzincir (Blockchain) Teknolojisi Kapsamında Elektronik Çek. *Journal of Marine and Engineering Technology* , 2 (1) , 1-20.
- BinaceTR. (2024). binance hakkında. binance.com: <https://bit.ly/3vNAcfV> (Erişim: 20.04.2024)
- BİST. (2024). Tarihsel gelişmeler. Borsa İstanbul. <https://borsaistanbul.com/tr/sayfa/27/tarihsel-gelismeler> (Erişim Tarihi: 11.05.2024)
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- BTCTurk (2023, 13 Mayıs). Hakkımızda. <https://pro.btcturk.com/kurumsal/hakkimizda>

- BTCTürk (2022, 25 Şubat). İtibari Para Nedir? <https://www.btcturk.com/bilgi-platformu/itibari-para-nedir/>
- Buterin, V. (2014). Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf
- Buterin, V., Conner, E., Dudley, R., Slipper, M., Norden, I., & Bakhta, A. (2019). Fee market change for ETH 1.0 chain. Ethereum Magicians. <https://ethereum-magicians.org/t/eip-1559-fee-market-change-for-eth-1-0-chain/2783>
- Cardano (2023, 11 Nisan). Cardano Docs. <https://docs.cardano.org/introduction/>
- Chang, S., Perlner, R., Burr, W. E., Turan, M. S., Kelsey, J. M., Paul, S., & Bassham, L. E. (2012, November). *Third-round report of the SHA-3 cryptographic hash algorithm competition* (NIST Internal Report 7896). National Institute of Standards and Technology. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2012/NIST.IR.7896.pdf>. <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.7896>
- Chase, Brad & MacBrough, Ethan. (2018). Analysis of the XRP Ledger Consensus Protocol.
- Chaudhary, V., Kumar, P., Singh, P. (2024). Moving Beyond Blockchain: Hashgraph for a Sustainable Future. In: Kolhe, M.L., Liao, Q. (eds) *Proceedings of the 9th International Symposium on Hydrogen Energy, Renewable Energy and Materials*. Springer, Singapore. DOI: [10.1007/978-981-97-3686-7_5](https://doi.org/10.1007/978-981-97-3686-7_5).
- Chaum, D. (1983). Blind Signatures for Untraceable Payments. In: Chaum, D., Rivest, R.L., Sherman, A.T. (eds) *Advances in Cryptology*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0602-4_18
- Chen, T.-H., Chen, M.-Y., & Du, G.-T. (2021). The determinants of Bitcoin's price: Utilization of GARCH and machine learning approaches. *Computational Economics*, 57(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10057-7>
- Cheng, Z. (2023). The time-varying impact of the Federal Reserve rate hike on Bitcoin. In *Lecture Notes in Electrical Engineering* (Vol. 1071, pp. 297-308). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6441-3_26
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. A. (2016). The economics of Bitcoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799-1815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Coinbase (2023, 13 Mayıs). About Coinbase. <https://www.coinbase.com/about>
- Coinmarketcap (2023, 12 Nisan). Cardano. <https://coinmarketcap.com/currencies/cardano/>
- Coinmarketcap (2023, 13 Nisan). Coinbase. <https://coinmarketcap.com/exchanges/coinbase-exchange/>
- Coinmarketcap (2023, 15 Nisan). Binance. <https://coinmarketcap.com/exchanges/binance/>
- Coinmarketcap (2023, 15 Nisan). Hedera. <https://coinmarketcap.com/currencies/hedera/>

- Coinmarketcap (20 Mayıs 2023). Ethereum. <https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/>
- Coinmarketcap (28 Eylül 2021). *What Is a Digital Asset Ecosystem?* <https://coinmarketcap.com/alexandria/glossary/digital-asset-ecosystem>
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.01.004>
- Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and cryptocurrency bubble: An emerging market approach. *Finance Research Letters*, 26, 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.006>
- Demir, G. (1993). Ödünç verilebilir fonlar kuramı ve faiz oranları. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 87-108.
- Demir, O. & Odabaşı, H. (2022). MERKEZ BANKASI DİJİTAL PARA SİSTEMİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI NELER OLABİLİR? *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (61), 199-222. DOI:10.18070/erciyesiibd.981733
- Demirgil, B., & Türkay, H. (2017). Tarihsel süreç içerisinde faiz olgusunun kuramsal açıdan gelişimi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 131-160
- Deveci, E. (2023). *Türkiye'de enflasyonun belirleyicileri NARDL sınaması* (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Dinler, Z. (2022). *İktisada giriş* (30. basım). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Dobrina, M. V. (2024). ARIMA MODEL IN MACHINE LEARNING: TIME SERIES PREDICTION. *SOFT MEASUREMENTS AND COMPUTING*, 1(74), 36-47. <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2024.01.004>
- Dubey, A., Kumar, A., García Díaz, V., Sharma, A., & Kanhaiya, K. (2021). Study and analysis of SARIMA and LSTM in forecasting time series data. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101474. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101474>
- Dwork, C., Naor, M. (1993). Pricing via Processing or Combatting Junk Mail. In: Brickell, E.F. (eds) *Advances in Cryptology — CRYPTO' 92*. CRYPTO 1992. Lecture Notes in Computer Science, vol 740. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dyhrberg, A. H. (2015). *Bitcoin, gold and the dollar – a GARCH volatility analysis* (Working Paper No. 201520). University College Dublin, School of Economics. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ucn:wpaper:201520>

- Dyhrberg, A. H. (2016). Hedging Capabilities of Bitcoin: Is It the Virtual Gold? *Finance Research Letters*, 16, 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.025>
- Ethereum (2023, 25 Mayıs). Ethereum Whitepaper. <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- Ethereum (2023, 25 Mayıs). Merge. <https://ethereum.org/en/roadmap/merge/#eth2>
- Evlimoğlu, U. & Gümüş, U. T. (2018). İtibari Paranın Kullanımdan Kaldırılmasına Yönelik Teorik Bir Değerlendirme . *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi* , 9 (2) , 167-183.
- Federal Reserve (2022). Money and Payments: The U.S. Dollar in the Age of Digital Transformation <https://www.federalreserve.gov/publications/files/money-and-payments-20220120.pdf>
- Federal Reserve. (2024). *Federal funds effective rate*. Board of Governors of the Federal Reserve System. <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/openmarket.htm>
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (2024). *Consumer price index for all urban consumers: All items in U.S. city average (CPIAUCSL)*. FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis. <https://fred.stlouisfed.org/series/CPIAUCSL>
- Ferenczi, A., & Bădică, C. (2024). Prediction of Ethereum gas prices using DeepAR and probabilistic forecasting. *Journal of Information and Telecommunication*, 8(1), 18–32. <https://doi.org/10.1080/24751839.2023.2250113>
- Finra (2023, 5 Mayıs). Storing Crypto Assets. <https://www.finra.org/investors/insights/cryptocurrency-storage>
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *The American Economic Review*, 58(1), 1-17.
- Forbes Advisor. (2024). What is the crypto ecosystem?. *Forbes*. <https://www.forbes.com/advisor/in/investing/cryptocurrency/crypto-ecosystem/>
- Ghorbel, A., & Jeribi, A. (2021). Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets. *Decisions in Economics and Finance*, 44(2), 817-843. <https://doi.org/10.1007/s10203-020-00312-9>
- Golosova, J., & Romānovs, A. (2018). *Overview of the Blockchain Technology Cases*. 2018 59th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS), 1-6. DOI: [10.1109/ITMS.2018.8552978](https://doi.org/10.1109/ITMS.2018.8552978)
- Gülşen, C. (2009). *PARANIN İŞLEVLERİ VE CUMHURİYET ÖNCESİ KÂĞIT PARA UYGULAMALARI* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Haber, S., Stornetta, W.S. (1991). How to time-stamp a digital document. *J. Cryptology* 3, 99–111. <https://doi.org/10.1007/BF00196791>
- Hammond, S.& Ehret, T. (2022). *Cryptocurrency regulations by country*. Thomson Reuters. <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/wp-content/uploads/sites/20/2022/04/Cryptos-Report-Compendium-2022.pdf>

- Hedera (2023, 18 Mayıs). Hedera. <https://hedera.com/>
- Investing(2023, 20 Mayıs). Bitcoin. <https://www.investing.com/crypto/bitcoin/historical-data>
- Işık, O. (2012). Hukuki açıdan borsa ve borsa türleri. Yalova Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, (1), 215-258.
- Kardas, Suleyman. (2019). Blokzincir Teknolojisi: Uzlaşma Protokolleri. DÜMF Mühendislik Dergisi. 10. 481-496. 10.24012/dumf.426805.
- Kaykusuz, M. (2001). Maliyet Enflasyonu ve Türkiye’de Maliyet Enflasyonunun Nedenleri. https://www.academia.edu/3244306/MAL%C4%B0YET_ENFLASYONU_VE_T%C3%99CRK%C4%B0YE_DE_MAL%C4%B0YET_ENFLASYONUNUN_NEDENLER%C4%B0
- Kızıl, C., Selvi Hanişoğlu, G., & Aslan, T. (2019). Kripto paraların finansal piyasalara etkileri ve muhasebeleştirilmesi, Bursa: EkinYayınevi.
- Kızıldere, C. (2019). Döviz kuru ve enflasyon arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine ampirik bir araştırma: Türkiye örneği. Journal of Social, Humanities, and Administrative Sciences, 5(21), 1185-1195.
- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E., & Karaçor, Z. (2016). Türkiye’de Turizm Gelirleri-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Ardl Sınır Testi Yaklaşımı. Yönetim Ve Ekonomi Dergisi 203-215. <https://doi.org/10.18657/yecbu.71790>.
- Kiayias, A., Russell, A., David, B., Oliynykov, R. (2017). Ouroboros: A Provably Secure Proof-of-Stake Blockchain Protocol. In: Katz, J., Shacham, H. (eds) Advances in Cryptology – CRYPTO 2017. Lecture Notes in Computer Science(), vol 10401. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63688-7_12
- King, S., & Nadal, S. (2012). *PPCoin: Peer-to-Peer Crypto-Currency with Proof-of-Stake*.
- Konst, S. (2000). *Sichere Log-Dateien auf Grundlage kryptographisch verketteter Einträge*. <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201707191306>
- Komisyon, (2014). Faiz (Çev. Y. Kumak). El Mustafa Yayınları.
- Köse, Y., Atik, M. & Yılmaz, B. (2021). Kripto Para, Para mıdır Döngüsünde Kabul Edilebilirlik Üzerine Ampirik Bir Uygulama. Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 12 (23), 155-172. DOI: 10.47129/bartiniibf.864564
- Ledger (2023, 8 Mayıs). What is a Crypto Wallet? <https://www.ledger.com/academy/basic-basics/2-how-to-own-crypto/what-is-a-crypto-wallet>
- Ling, M. (1967). *Keynes’s theory and inflation* (Master of Art thesis). Kansas State University, Department of Economics.
- Eğilmez, M. (2019). Faizin doğuşu ve yasaklanmasının öyküsü. Mahfi Eğilmez Blog. <https://www.mahfiegilmez.com/2019/11/faizin-dogusu-ve-yasaklanmasnn-oykusu.html>

- Mackinnon, J. G. (1996). *Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests*. Journal of Applied Econometrics, 11(6), 601-618.
- Mansaku, I., Mansaku, S., & Tampakoudis, I. (2016). An empirical comparison of the major stock exchanges: NYSE, NASDAQ and LSE in Perspective. Academic Journal of Interdisciplinary Studies, 5(3), 406-415.
- Mendi, A. F. (2021). Blokzincir Mimarisi ve Getirdiği Fırsatlar. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Özel Sayı 2021 (ISMSIT), 181-186. DOI: 10.31590/ejosat.1009655
- Mensi, W., Selmi, R., Hammoudeh, S., & Bouoiyour, J. (2018). Is Bitcoin a hedge, a safe haven or a diversifier for oil price movements? A comparison with gold. *Energy Economics*, 74, 138-157. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.007>
- Morioh (2022, 20 Mayıs). Kripto ekosistem Nedir? <https://morioh.com/p/f204f12f6156>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- Narain, A.&Moretti, M. (2022). REGULATING CRYPTO-The right rules could provide a safe space for innovation. *FINANCE AND DEVELOPMENT*, Volume 59, Number 3 s.18-19.
- Narayan, P., & Smyth, R. (2005). Trade liberalization and economic growth in Fiji. An empirical assessment using the ARDL approach.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press.
- Nasdaq. (2024). *NDX Historical Data: Nasdaq 100 Index*. Nasdaq. <https://www.nasdaq.com/market-activity/index/ndx/historical>
- Popper, N. (2016). *Digital Gold: Bitcoin and the inside story of the misfits and millionaires trying to reinvent money*. Harper.
- Oğuz, R., Kınacı, E., & Babacan, H. H. (2023). Kripto Para Cüzdanının (Sıcak Cüzdan) Adli Bilişim Açısından İncelenmesi. *Computer Science*, 8(2), 130-147.
- Özdoğan, B., Akyüz, F., & Güven, E. (2022). Blockchain Teknolojisi ve Kripto Varlıklar Eko Sistemi. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Öztürk, N. & Koç, A. (2006). ELEKTRONİK PARA, DİĞER PARA TÜRLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI VE OLASI ETKİLERİ. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 6 (11), 207-243.
- Öztürk, N., & Durgut, D. (2011). FAİZ ORANLARININ BELİRLEYİCİLERİ: TÜRKİYE İÇİN AMPİRİK BİR ANALİZ. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3(1), 117-144.
- Özyurt, H. (2015). Para Teorisi ve Politikası, 5. Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.

- Panetta, F. (2023). *Digital euro – for everyone, everywhere in the euro area*. <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230517~25f6ba13c7.en.pdf?751ce172fbfb9de812eee44f9133f8b5>
- Parasız, İ. (2016). *Para teorisi ve politikası* (4. baskı). Ezgi Kitabevi.
- Petek, A. ve A. Çelik (2017), “Türkiye’de Enflasyon, Döviz Kuru, İhracat ve İthalat Arasındaki ilişkinin Ekonometrik Analizi (1990-2015), Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 54 (226), 69-87.
- Pečiulis, T., & Vasiliauskaitė, A. (2024). Effect of monetary policy decisions and announcements on the price of cryptocurrencies: An elastic-net with ARIMA residuals approach. *Economics and Culture*, 21(1), 77-92. <https://doi.org/10.2478/jec-2024-0006>
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P.C.B ve Perron, P. (1988), “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika*, 75, 335-346.
- Pirinççi, A. E. (2018). YENİ DÜNYA DÜZENİNDE SANAL PARA BİTCOİN’İN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 1 (1), s. 45-52.
- Queiroz, M. M., & Wamba, S. F. (2019). *Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA*. *International Journal of Information Management*, 46, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- Rathnayaka, R. M. W., Wijethunga, M. C. K., & Perera, D. (2020). *The impact of cryptocurrency market on stock market: Evidence from Bitcoin and global stock indices*. *Journal of Financial Markets*, 56(3), 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2020.04.005>
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). *On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities*. *Future Gener. Comput. Syst.*, 88, 173-190.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2009). *Economics* (19th ed.). McGraw-Hill.
- SAP, “What is a Block in Blockchain?” (2023). <https://blogs.sap.com/2019/01/14/what-is-a-block-in-blockchain/>
- Schär, F. (2021). "Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets." *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 103(2), 153-174.
- Schwarz, G. (1978). *Estimating the dimension of a model*. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461-464.
- Seaman, D. (2018). Bitcoin's Energy Consumption Is Unsustainable. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/davidseaman/2018/01/07/bitcoins-energy-consumption-is-unsustainable/?sh=3a9e9d656d70>

- Sevim, Hasret. (2019). Kara Para Aklama Suçu ve Kripto Paralar. *Hukuk ve Bilişim Dergisi* 3. Nesil Hukuk Dergisi, No 2: s.4-12.
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., & Saeed, T. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities? *International Review of Financial Analysis*, 63, 322-330.
- Singla, A., Singla, M., & Gupta, M. (2023). Unpacking the Impact of Bitcoin Halving on the Crypto Market: Benefits and Limitations. *Scientific Journal of Metaverse and Blockchain Technologies*, 1(1), 43–50. <https://doi.org/10.36676/sjmbt.v1i1.06>
- Statista. (2023). Largest stock exchange operators worldwide as of June 2023, by market capitalization of listed companies. Statista. <https://www.statista.com/statistics/270126/largest-stock-exchange-operators-by-market-capitalization-of-listed-companies/>
- Strebko, Julija & Romanovs, Andrejs. (2018). The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology. 1-6. 10.1109/AIEEE.2018.8592253.
- Swan, M. (2015) *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media, Inc., Sebastopol.
- Szabo, N. (2008). *Bit gold*. Unenumerated. <https://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html>
- Şahin, H. (2016). Paranın Doğası ve Türleri Üzerine Bir İnceleme. *Liberal Düşünce Dergisi*, 21 (84), 93-102.
- Şat, Nur. (2019). “Blokzincir (Blockchain)’in Kamu İdaresine Olası Etkileri Üzerine”. *Amme İdaresi Dergisi*. 52. 117-147.
- Şıklar, İ., & Gerek, S. (2004). Para Teorisi ve Politikası, Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 1583, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 837.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. & Üstündağ, M. T. (2019). Blokzincir Teknolojisi Nedir? Ne Değildir? Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12 (3), 203-217. DOI: 10.17671/gazibtd.547122
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. Penguin Books.
- Tarı, R., Abasız, T., & Pehlivanoğlu, F. (2012). TEFE (ÜFE)- TÜFE FİYAT ENDEKSLERİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ: FREKANS ALANI YAKLAŞIMI. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 12(24), 1-15
- TCMB (2013). *Enflasyon ve fiyat istikrarı*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/06084069-3751-44a3-ba98-fc5a65b908ba/Enflasyon_FiyatIstikrari.pdf?MOD=AJPERES
- TCMB (2021, 15 Eylül). Merkez Bankası Dijital Türk Lirası Ar-Ge Projesi Hakkında Basın Duyurusu [Basın Duyurusu]

<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB%20TR/Main%20Menu/Duyurul ar/Basin/2021/DUY2021-40>

TCMB (2022, 29 Aralık). Dijital Türk Lirası Kullanımına İlişkin Basın Duyurusu [Basın Duyurusu]

<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB%20TR/Main%20Menu/Duyurul ar/Basin/2022/DUY2022-55>

Türk Dil Kurumu. (2024). Faiz. Türk Dil Kurumu. <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim tarihi: 29.04.2024)

The Federal Reserve Board (1999). Remarks by Governor Edward M. Gramlich. <https://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/1999/199909172.htm>

Topaloğlu, B. (2021). Kripto Paraların Devlet Otoriteleriyle Entegrasyonu. *Düşünce ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, (4), 244-258.

TÖDEB (2021). *Elektronik Parayı Tanıyın*. <https://todeb.org.tr/detay/elektronik-parayi-taniyin/116/>

Trezor (2023). What does a hardware wallet do? <https://trezor.io/learn/a/what-is-a-hardware-wallet>

TÜİK (2023). *Tüketici fiyat endeksi hesaplamaları hakkında açıklama*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadFile?p=e57pu/oqllLLsPnCJ/WfZBbWEES14WLyBBzOSfPLheutBKMq72Flp/Sc3W8ItrFMn7J3h2YyHL0XrBe1T9AblCZzd2Dq8C2hMJuRPE18x0=> (Erişim Tarihi: 18.04.2024)

Üzer, B. (2017). *Sanal Para Birimleri*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Ankara: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ödeme Sistemleri Genel Müdürlüğü.

Vigna, P., & Casey, M. J. (2018). *The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything*. St. Martin's Press.

Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021). "Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges." *arXiv preprint arXiv:2105.07447*.

Wei, L., Lee, M.-C., Cheng, W.-H., Tang, C.-H., & You, J.-W. (2023). Evaluating the efficiency of financial assets as hedges against Bitcoin risk during the COVID-19 pandemic. *Mathematics*, 11(13), 2917. <https://doi.org/10.3390/math11132917>

Wood, G., et al. (2014) Ethereum: A Secure Decentralized Generalised Transaction Ledger. Ethereum Project Yellow Paper, 151, 1-32. <https://gavwood.com/paper.pdf>

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2019). Blockchain technology overview. *arXiv preprint arXiv:1906.11078*.

Yahoo Finance. (2024). *Bitcoin USD (BTC-USD) geçmiş veriler*. Yahoo! Finance. Erişim tarihi: 16 Ağustos 2024, <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD/history/?frequency=1mo>

Yalta, A.Y. (2020). Para Teorisi ve Politikası Ders Notları. TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ AÇIK DERS MALZEMELERİ PROJESİ, Sürüm 1.1.

Yurtkur Koç, A., & Can, A. (2019). Enflasyon ve enflasyon belirsizliği: Teorik ve ampirik kanıtlar. In M. Ç. Gözen & Ö. B. Soylu (Eds.), Düünden bugüne ekonomi yazıları III (pp. 41-54). İzmit: Umuttepe Yayınları.

Zeng, H., Zhang, H., Guo, J., Ren, B., Cui, L., & Wu, J. (2024). A novel hybrid STL-transformer-ARIMA architecture for aviation failure events prediction. *Reliability Engineering & System Safety*, 246, 110089. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110089>



ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. Lise öğrenimini ise Bursa Cem Sultan Lisesi'nde tamamladı. 2016 yılında Yalova Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü'nden derece ile mezun oldu. 2021 yılından beri özel bir şirkette İş Geliştirme Mühendisi olarak çalışmaktadır.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER

Özdemir, E. (2024). Blokzincir Sistemi ve Kripto Paraların Geleceği. İçinde B. Bayram (Ed.), *20. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 71). Asos Yayınevi. Bildiri sunulmuş, 20. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Ankara.

