

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
VERİ YÖNETİMİ VE ANALİZİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YATIRIM ARAÇLARININ FİYATLARININ ENERJİ
DEĞİŞİMİNİN FAZ DÜZLEMLERİ ARACILIĞIYLA
İNCELENMESİ

Burak BARAN

Danışman
Doç. Dr. İstem KÖYMEN

2024

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
VERİ YÖNETİMİ VE ANALİZİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YATIRIM ARAÇLARININ FİYATLARININ ENERJİ
DEĞİŞİMİNİN FAZ DÜZLEMLERİ ARACILIĞIYLA
İNCELENMESİ

Burak BARAN

Danışman
Doç. Dr. İstem KÖYMEN

İZMİR – 2024

TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : Burak BARAN
Öğrenci No : 2020800639
Tez Başlığı : Yatırım Araçlarının Fiyatlarının Enerji Değişiminin Faz Düzlemleri
Araçlığıyla İncelenmesi
Savunma Tarihi : 17/04/2024
Danışmanı : DOÇ.DR. İSTEM KÖYMEN

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
DOÇ.DR. İSTEM KÖYMEN	-Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr.İpek DEVECİ KOCAKOÇ	-Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Seda SÜER	-İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Burak BARAN tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği / oy çokluğu () ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Asuman ALTAY
Müdür

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yatırım Araçlarının Fiyatlarının Enerji Değişiminin Faz Düzlemleri Aracılığıyla İncelenmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

14.05.2024

Burak BARAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Yatırım Araçlarının Fiyatlarının Enerji Değişiminin Faz Düzlemleri
Aracılığıyla İncelenmesi**

Burak BARAN

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ekonometri Anabilim Dalı

Veri Yönetimi ve Analizi Programı

Bu çalışmada uzun yıllardır çalışılan yatırım araçlarının farklı ekonomik dönemlerde bir değişim gösterip göstermediği araştırmaya odaklanılmıştır. Birçok araştırmaya konu olmasının yanında ülkemizde son yıllardaki enflasyonun etkisiyle birlikte insanların paralarının değer kaybını en aza indirmek veya değer kazanmasını sağlamak için yatırım yapma eğilimi ile birlikte yatırım araçları daha önemli bir konu haline gelmiştir. Bu sebeplerle yatırım araçlarından hangisinin daha hareketli olduğu bir başka deyişle enerji değişiminin fazla olduğu veya daha hareketsiz yani enerji değişiminin daha az olduğunu incelemek için fonksiyonel veri analizinde kullanılan faz düzlemleri aracılığıyla incelenmesi tercih edilmiştir. Yatırım araçları olarak dolar, euro, altın, gümüş BİST-100 endeksi ve 10 adet kripto para alınmıştır. Dönem olarak ise pandemi sürecinin önemli etkisi de düşünülerek 2020-2023 yılları baz alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Faz Düzlemi, Fonksiyonel Veri Analizi, Kinetik Enerji, Potansiyel Enerji, Döviz Kurları, Bist-100 Endeksi, Kripto Paralar.

ABSTRACT

Master's Thesis

**Examining the Energy Change in Investment Instrument Prices Through Phase
Planes**

Burak BARAN

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Econometrics

Data Management and Analysis Program

This study focuses on investigating how investment instruments, which have been studied by researchers and academics for many years, have changed in recent years. In addition to being the subject of numerous studies, the tendency of people to invest in order to minimize the loss of the value of money or increase the value of their money, especially in recent years due to the impact of inflation in our country, has become a more significant issue. For these reasons, it is preferred to examine which investment instrument is more dynamic, in other words, which has more energy change or is more static, i.e., has less energy change, through phase planes used in functional data analysis. The selected investment instruments include the dollar, euro, gold, silver BIST-100 index and 10 cryptocurrencies. The period considered is from 2020 to 2023, taking into account the significant impact of the pandemic process.

Keywords: Phase Plane, Functional Data Analysis, Kinetic Energy, Potential Energy, Exchange Rates, BIST-100, Cryptocurrencies.

YATIRIM ARAÇLARININ FİYATLARININ ENERJİ DEĞİŞİMİNİN FAZ DÜZLEMLERİ ARACILIĞIYLA İNCELENMESİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

PARA, KRİPTO PARA VE BLOKZİNCİR KAVRAMI

1.1. PARA VE FİNANSAL DÖNÜŞÜMÜ	2
1.2. PARA TÜRLERİ	2
1.2.1. Mal Para	2
1.2.2. Temsili Para	3
1.2.3. Kaydi Para (Banka Parası)	3
1.2.4. Dijital Para	3
1.3. BLOK ZİNCİR (BLOCKCHAIN KAVRAMI)	4
1.4. KRİPTO PARA	5
1.4.1. Kripto Para Nedir?	5
1.4.2. Kripto Para Çeşitleri	7
1.5. POPÜLER KRİPTO PARALAR	8
1.5.1 Bitcoin (Btc)	8
1.5.2. Ethereum (Eth)	9
1.5.3. Binance Coin (Bnb)	10
1.5.4. Ripple (Xrp)	10

1.5.5. Doge Coin (Doge)	11
1.5.6. Cardano (Ada)	11
1.5.7. Polygon (Matic)	12
1.5.8. Cosmos (Atom)	12
1.5.9. Tron (Trx)	13
1.5.10. Monero (Xmr)	13

İKİNCİ BÖLÜM

FONKSİYONEL VERİ ANALİZİ

2.1.KESİKLİ VERİLERİ FONKSİYONEL VERİLERE DÖNÜŞTÜRME	15
2.1.1. Baz Fonksiyon Yaklaşımı	16
2.1.2. B-Splayn Baz Fonksiyonlar	17
2.1.3. Pürüzlü Ceza Yaklaşımı	17
2.2. FAZ DÜZLEMİ, POTANSİYEL VE KİNETİK ENERJİ İLİŞKİ	19

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1.VERİ SETİ	21
3.2. ORJİNAL EĞRİLER, BİRİNCİ VE İKİNCİ TÜREV EĞRİLER	21
3.3. FAZ DÜZLEMLERİ	25
SONUÇ	41
KAYNAKÇA	43

KISALTMALAR

ARB	Arbitrum
ATH	All Time High
BNB	Binance Coin
BTC	Bitcoin
Cardano	Ada
CEX	Centralized Exchange
Cosmos	Atom
Doge	Doge Coin
ETH	Ethereum
EVM	Ethereum Virtual Machine (Ethereum Sanal Makine)
FEE	İşlem Ücreti
FVA	Fonksiyonel Veri Analizi
L1-L2	Katman 1 - Katman 2
Monero	Xmr
OP	Optimism
Polygon	Matic
POS	Proof of Stake (Hisse ispatı)
POW	Proof of Work (İş ispatı)
Tron	Trx
TX	Transaction (İşlem)
XRP	Ripple

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kripto Paraların Yıllar İçerisindeki Piyasa Değeri	s. 5
Şekil 2: Bitcoin'in Yıllar İçerisindeki Kripto Paralar Arasındaki Hakimiyet Oranı.	6
Şekil 3: Kripto Paralarda Son Bir Yıl İçerisindeki Korku Ve Hırs Endeksi	s. 7
Şekil 4: Potansiyel ve Kinetik Enerji Gösterimi	s. 19
Şekil 5: Orjinal Eğriler	s. 22
Şekil 6: Eğrilerin Birinci Türevleri	s. 23
Şekil 7: Eğrilerin İkinci Türevleri	s. 24
Şekil 8: BTC Faz Düzlemi	s. 25
Şekil 9: ETH Faz Düzlemi	s. 27
Şekil 10: BNB faz Düzlemi	s. 28
Şekil 11: XRP Faz Düzlemi	s. 29
Şekil 12: Doge Faz Düzlemi	s. 30
Şekil 13: Ada Faz Düzlemi	s. 31
Şekil 14: MATIC Faz Düzlemi	s. 32
Şekil 15: Atom Faz Düzlemi	s. 33
Şekil 16: TRX Faz Düzlemi	s. 34
Şekil 17: XMR Faz Düzlemi	s. 35
Şekil 18: Bist-100 Endeksi Faz Düzlemi	s. 36
Şekil 19: USD Faz Düzlemi	s. 37
Şekil 20: Euro Faz Düzlemi	s. 38
Şekil 21: Altın Faz Düzlemi	s. 39
Şekil 22: Gümüş Faz Düzlemi	s. 40

GİRİŞ

İlk çağlardan bu yana insanlar, kendi üretmedikleri veya elde etmeleri zor olan ya da ihtiyaç duydukları malları alabilmek için takas yöntemini kullandıkları bir alışveriş sistemi tercih etmektedirler. Takas yöntemiyle başlayan daha sonra altın, gümüş gibi değerli madenlerle devam eden bu sistem yerini önce bankalar üzerinden yapılan havale işlemlerine sonra ise dijital ödeme yöntemi olan kripto paralara bırakmıştır (Deniz, 2020:1). Her ne kadar kripto paralar Satoshi Nakamoto ve Bitcoin ile duyulmuş olsa da ilk olarak blok zinciri bir bilgisayar mühendisi olan Wei Dai tarafından 1998 yılında “B-para” kavramını açıkladığı bir makalesinde yer almıştır. Bu makalenin hemen ardından bir diğer blok zinciri öncüsü Nick Szabo Bit Gold denilen bir dijital para mekanizması geliştirilmeye çalışılmıştır . Her ikisi de resmen başlamamış olsa da Bitcoin için ilham kaynağı olduğu söylenebilir (Moreland, 2019).

Bitcoin’in kurucusu olarak kabul edilen Satoshi Nakamoto tarafından Bitcoin blok zincirinin detaylarını açıkladığı “Bitcoin: Bir Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi”(Bitcoin: A Peer-to Peer Electronic Cash System) adlı whitepaper yayınlamıştır (Nakamoto, 2008). Whitepaper’ın ilk cümlesinde: “Elektronik nakit paranın tamamen eşler arası versiyonu, online ödemenin bir finansal kurumdan geçmeden, bir taraftan diğerine gönderilebilmesine imkan tanır.” Bir diğer deyişle, üçüncü bir tarafı ortadan kaldırarak tamamen kendi kontrolleriyle işlem yapma olanağının olduğunu açıklamıştır. Yakın bir süre sonra Bitcoin’de ilk bloğu başlatarak blok zinciri teknolojinin kullanılmasını başlatan Nakamoto hala kimliği sır bir şekilde blok zinciri tarihine geçmiştir. Kayıtlara geçen ilk Bitcoin alışverişi ise Laszlo Hanyecz adlı kişinin 10.000 BTC karşılığında iki pizza almasıdır. Bu işlemin yapıldığı gün hala Bitcoin pizza günü olarak kutlanmaktadır.

Kullanım sayıları gittikçe artan blok zinciri teknolojisi ve kripto paralar günümüzde dünyada 420 milyon kişi kullanmaktadır. Türkiye’de ise ülkemizin yaklaşık %5.5’i 4.6 milyon kişi ile dünya sıralamasında 14. sırada yer almaktadır (Triple-a, 2023).

BİRİNCİ BÖLÜM

PARA, KRİPTO PARA VE BLOKZİNCİR KAVRAMI

1.1. PARA VE FİNANSAL DÖNÜŞÜMÜ

Para, Anadolu'nun batısında M.Ö. 7. yüzyılda yaşayan Lidyalılar tarafından bulunduğu varsayılan bir hizmet veya malı almak için ortaya çıkan bir yöntemdir. İlk başlarda ödeme yöntemi olarak taş, bakır, gümüş, altın gibi değerli madenler bu hizmet ve malları almak amacıyla kullanılmış, değerli madenlerin takasıyla gerçekleşen bu alışveriş sistemi yerini paranın icadıyla birlikte kaybetmiştir. Bir ölçü birimi olmasının yanında ilerleyen yıllarda bir birikim aracı olarak da kabul görmüştür. Bir alım aracı olarak kullanılan paranın toplamda üç adet işlevi yerine getirdiği söylenebilir:

- Değişim aracı
- Ölçü birimi
- Değer saklama aracı

Paranın değişim aracı olarak işlevi, bir malın veya hizmetin satın alınmasına olanak sunmaktır. Paranın değer saklama işlevi ise ileride kullanılmak üzere biriktirme ve daha sonra satın almanın imkanını sağlamaktadır. Son olarak paranın ölçü birimi işlevinde alınacak hizmet veya malı tek bir ölçü birimiyle açıklanmasını ve değerinin daha rahat anlaşılmasını sağlamaktadır (Pirim, 2022: 3).

1.2. PARA TÜRLERİ

1.2.1. Mal Para

Mübadele döneminde kullanılan paralardır. En uzun süre kullanılmış olan para birimidir. İçerdiği maden miktarı, temsil ettiği satın alma gücüne eşit olan paralara mal para denilmektedir. Buna örnek olarak; altın ilk yıllarda çok kullanılırken zamanla altın rezervlerinin yetersiz kalmasıyla birlikte gümüş kullanılmaya başlanmıştır. Devam eden süreçte gümüş kullanımı yaygınlaşsa da gümüş de ihtiyaçlara karşı yetersizleşmiştir.

1.2.2. Temsili Para

Kıymetli madenlere çevrilebilen paralara temsili paralar denir. Çok miktardaki kıymetli madenin taşınması veya muhafaza etmenin zorluğundan kaynaklanan problemler insanları bankerlere gitmeye ve muhafaza etmek için teslim etmelerine yol açmıştır. Bunun karşılığında ise bankerlerden sertifika alınmaktadır. Bu sertifikaların özelliği sertifikaları veren bankerlerin kasasında %100 karşılığının bulunmasıdır.

1.2.3. Kaydi Para (Banka Parası)

Ödeme işlemlerinde kullanılan banka mevduatıdır. İnsanlar ellerinde bulunan paraları bankacılık sistemine yatırması sonucu var olan paradır. İnsanlar ödemelerini çekle, banka kartıyla veya havale yoluyla yapmaktadır. Kaydi para sağladığı işlem hızı, kolaylık ile birlikte nakit para taşımak veya nakit ödeme yapmaktan daha kolaydır.

1.2.4. Dijital Para

Dijital para, dijital ortamlarda yer alan elektronik ortamlarda kullanılan fiziki olarak ele alınamayan bir para çeşididir. Dijital paralar, geleneksel paralara ait tüm özellikleri barındırırken kullanım yapısı gereği kendine özgü özellikleri mevcuttur. Hızlı işlem ve işlem kolaylığı sağlayan dijital paralar sadece bu elektronik ortamlarda yer alan kişiler tarafından kullanılabilir. Dijital paralarla alışveriş yapmak, fatura ödemek veya para transferleri yapmak mümkündür.

Dijital paraların, elektronik paralar ve sanal paralar olarak ikiye ayrıldığı söylenebilir. Bu iki para çeşidi birçok özellikleri benzer olsa da birbirlerinden ayrılan en büyük özellikleri elektronik paraların merkezi otoriteye tabi olması; ancak sanal paralar yani kripto paraların ise merkezi otoriteden tamamen ayrı olmasıdır. Sanal paralarda bir otorite kontrolü söz konusuysen elektronik paralarda yani kripto paralarda bu söz konusu değildir. Sanal paralarda kullanım için gerçek bir kimlik bilgisine ihtiyaç duyulurken kripto paralarda bir nevi anonim olarak işlem yapılabilir.

1.3. BLOK ZİNCİR (BLOCKCHAIN KAVRAMI)

Kripto paraları anlamak için öncelikle blok zincir kavramına da hakim olmak gerekmektedir. Bitcoin'in kurucusu Nakamoto yapılan her TX'in yani işlemin ağdaki katılımcılar tarafından kaydedilip paylaşılabilirdiği ve birbirine zincirlenmiş bir dizi veri bloğu olarak tanımlanmıştır (Nakamoto,2008).

Daha basit bir şekilde bir blok zincir, işlemleri kaydeden ve dijital varlıkların hareketlerinin herkes tarafından takip edilip izlenebildiği bir dijital defterdir. Blok zincirde herkes bu dijital defteri görebilir ve bir kopyasına sahip olabilir. Bu sayede merkezi olmayan şeffaf ve güvenli bir kullanım imkanı sağlar (Tanrıverdi ve diğerleri,2019:206). Güvenliğin sağlanması için "hash" olarak tanımlanan bir matematiksel algoritma ile her yeni işlem birbiriyle ilişkilendirilir. Her blok kendinden önceki bloğun hash kodunu da içerir, bu da bir zincir oluşturup blokların birbirine bağlanmasını sağlar (Okx, 2023a). Kripto paralarda kullanılan blok zincir teknolojisi aynı zamanda belgelerin veya bilgilerin değiştirilmeyecek bir şekilde kaydedilmesini de sağlamak için kullanılabilir. Blok zinciri tek doğruluk kaynağı sayesinde verileri tek bir arada tutarak kopyalanmasını ve çoğaltılmasını engeller. Veriler ağda blok oluşturanların onayından geçmeden değiştirilemeyeceği gibi bir sahtecilik olasılığını ortadan kaldırır. Herhangi biri bu verileri değiştirmeye kalkması sonucu tüm kullanıcılar uyarılır ve bu değişim talebinin kimin tarafından yapıldığı bilinir (Ledger, 2022). Blok zincirinin bazı dezavantajları;

- Uzlaşma protokolü olarak kullanılan proof of work (işin ispatı) çok fazla enerji gerektirdiği için gelişmiş bilgisayar sistemlerine ihtiyaç duyar.
- Zincirdeki tüm veriler node (düğüm) içinde saklanır, verilerin tutarlılığı kontrol edilir. Yeni bir blok eklenmesi Bitcoin'de 10-60 dakika sürerken Ethereum'da 15 saniyelik bir zaman almaktadır. Klasik veritabanı sistemleriyle karşılaştırıldığında daha yetersiz olduğu söylenebilir.

Söz konusu negatif durumlara sürekli iyileştirmeler geldiği söylenebilir. POW (proof of work) protokolü yerine POS (proof of stake) protokolü geliştirilmiştir. Bu protokolde madenciler ağda kullanılan işlem birimi bazından belirli bir değeri elinde bulundurduğunu ispatlamak zorundadır. POW protokolüne göre büyük bir enerji tasarrufu sağlamaktadır (Tanrıverdi ve diğerleri, 2019:209).

1.4. KRİPTO PARA

1.4.1. Kripto Para Nedir?

Kripto para, son yıllarda gittikçe yaygınlaşan ve dijital ortamda alım-satım veya yatırım aracı olarak kullanılabilen sanal para birimleridir. 3 Ocak 2024 itibariyle piyasada toplam 8992 kripto para bulunmaktadır (Investing, 2024a). Bu adet genel kabul gören Investing, Coinmarketcap, Coingecko gibi sitelerin kabul ettiği ve sistemlerine eklediği kripto paralardır. Ayrıca bu kripto paraların dışında birçok ağ üstünde “Alt coin” olarak nitelendirilen birçok kripto para birimi de mevcuttur. Son verilere göre kripto varlıkların toplam değeri 1.76 Trilyon doları bulmuştur. Piyasadaki bu total market cap (toplam piyasa değeri) hakimiyetinin %50,9 ile Bitcoin’de ve sonrasında %16,4 ile Ethereum’da olduğu görülmektedir (Investing, 2024b).

Şekil 1: Kripto Paraların Yıllar İçerisindeki Piyasa Değeri

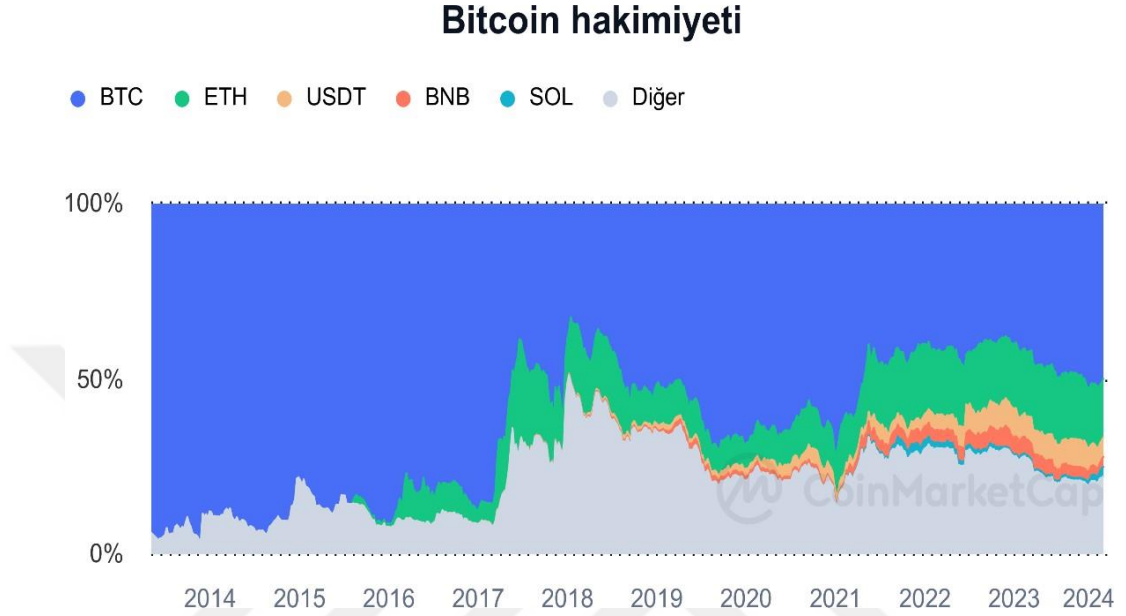


Kaynak: <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#market-cap>, 03.01.2024

Yukarıdaki şekil 1’de grafikte yıllara göre piyasanın toplam değer grafiği yer almaktadır. 2022 yılının sonlarına doğru Ukrayna-Rusya savaşının etkisiyle de birlikte hızlı bir düşüş yaşayan kripto paralar son birkaç ay içerisinde hızlı bir yükseliş yaşadığı

görülmektedir.

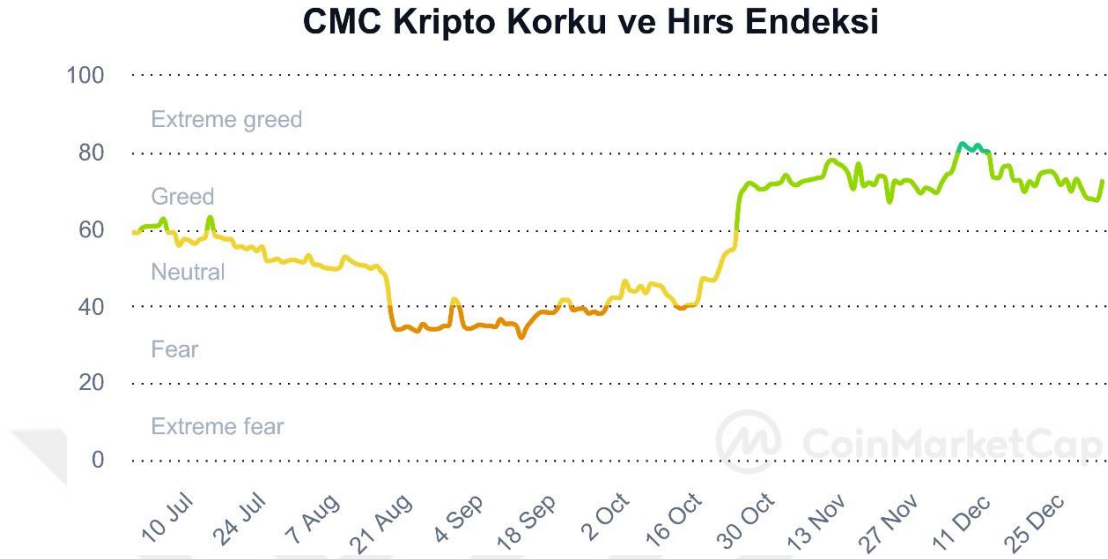
Şekil 2: Bitcoin'in Yıllar İçerisindeki Kripto Paralar Arasındaki Hakimiyet Oranı



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#bitcoin-dominance>, 03.01.2024

Yukarıda Şekil 2’de grafikte yıllara göre Bitcoin ve diğer kripto paraların toplam piyasa değerleri içerisindeki oranları gözükmektedir. Grafikte USDT sabit bir para birimini temsil etmektedir. Abd dolarının sanal bir versiyonu olan stabil bir coindir. Değeri her zaman 1 USDT = 1 \$ olarak sabitlenmiştir. Bitcoin’in 10 yıllık süreçte piyasa hakimiyetini (dominance) hep elinde bulundurduğu Şekil 2’den görülebilmektedir. Bitcoin piyasa hakimiyeti üzerindeki % değişiminin etkisinin diğer altcoinler için yüksek oranda bir korelasyon etkisi vardır. Altcoin pazarındaki eğilimleri anlamak için Bitcoin piyasa hakimiyeti yardımcı olacaktır. Piyasa hakimiyeti korku ve açgözlülük endeksiyle ilişkilendirilebilir. Korku ve açgözlülüğün fazla olduğu zamanlarda yatırımcılar altcoinlerden Bitcoin’e geçiş sağlamaktadır ve böylece Btc piyasa hakimiyeti artacaktır. Aynı zamanda altcoin rallileri olarak nitelendirilen dönemlerde Btc’nin pazardaki payının ve hakimiyetinin azaldığı görülmektedir (Crypto, 2023).

Şekil 3: Kripto Paralarda Son Bir Yıl İçerisindeki Korku Ve Hırs Endeksi



Kaynak: <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#fear-and-greed-index>, 03.01.2024

Şekil 3'te ise 2023 yılı içerisinde fear & gear (korku ve açgözlülük) endeksi yer almaktadır. Bitcoin'in değer artışıdaki durumu da destekleyen bu endekste son aylarda kripto paralara tekrar bir ilginin duyulduğu ve bir para kazanç aracı olarak tercih edilmeye başlandığı söylenebilir. Kripto piyasasının iniş çıkışları oldukça sert olabilir ve yatırımcıların moralini bozmalarına sebep olur. Kripto Korku ve Hırs Endeksi, piyasada hakim olan duygu durumunu değerlendirir, bu nedenle psikolojik faktör de dikkate alınır. Örneğin, korku atmosferi birçok yatırımcıyı paniğe sürükleyebilir, bu da kripto varlıklarını satma eğilimine yol açabilir. Ancak bu durum potansiyel bir alım fırsatı sunabilir (Coinstats, 2022).

1.4.2. Kripto Para Çeşitleri

Kripto para adeti yıllar geçtikte hızla artış sağlamaktadır. Gelişen teknoloji ile blok zincirlerinde yaratılan çözümler, iyileştirmeler bu sayının artmasına en büyük etkidir. Ayrıca bilinirlik ve geliştiricilerin bu alana yönelme eğiliminin de artıştaki diğer önemli sebeplerden olduğu söylenebilir.

Bitcoin dışında bilinen kripto paralar ise; “Ethereum, Solana, Ripple, Cardano, Binance Coin, Monero, Doge, Arbitrum, Optimism, Avalanche, Polkadot, Tron, Shiba Uni, Cosmos, Injective, Aptos, Stacks, Ordi, Celestia, Polygon gibi kripto paralardır. Bu kripto paralar arasında kendi blok zinciri olan ve ağ üzerindeki işlemlerin bu kripto paralarla yapıldığı Binance Coin, Solana, Polkadot, Ethereum gibi sanal paralar vardır. Bunlara ek Ethereum’un (L1) yüksek fee (işlem ücreti) sorunlarına çözüm olmaya çalışan L2 (katman-2) olarak geçen kendi ağlarından Ethereum kullanan ve yapılan TX (işlem) için daha az işlem ücreti alan ağlar da bulunmaktadır. Ayrıca literatüre “Shit Coin” olarak giren Doge Coin ve Shiba Uni kripto paralar da mevcuttur.

1.5. POPÜLER KRIPTO PARALAR

Bu çalışmada seçilen kripto paralar, çalışma 2020-2023 yıllarını kapsadığı için daha eski piyasaya çıkan ve daha net analiz yapılmasını sağlayacak 10 adet kripto para ele alınmıştır.

1.5.1 Bitcoin (Btc)

Bitcoin blok zinciri üzerinde yaratılan merkezi otorite olmadan yani hükümetlerden ve merkez bankalarından bağımsız olarak ödeme aracı olarak tasarlanmış eşler arası elektronik para birimidir (Tanrıverdi ve diğerleri, 2019:204). Blok zincirler “hash işareti” olarak tanımlanan kendisinden önce gelen bloğun adres bilgisiyle beraber hash kodunu da taşıyan birbirine bağlı listelerle çalışır. Blok zincirler bu bağ sayesinde değiştirilmesi çok zor bir yapıdır. Bu blok dizilimlerinde bir bloğa saldırmak isteyenlerin blok üzerinde yapacakları küçük bir değişiklik bir önceki bloğa ait hash sonucunu da değiştirecektir. Her blok, kendisinden önce gelen bloğa şifrelenmiş bir şekilde bağlı olduğu için, herhangi bir blokta yapılan değişiklik tüm sonraki blokları etkileyerek verilerin asla değiştirilmediğinden emin olunmasını sağlar (Ulukut, 2018).

Bitcoin iş ispatı olarak bilinen POW (proof of work) konsensüsü ile çalışır. Madencilik olarak bilinen bu sistem yeni bloklar üretmeye çalışır ancak bu blokları üretirken madencilik algoritmalarının çözülmesi gerekir. Bitcoin ağındaki POW

algoritması örneğini ele alınmıştır. Madencilerden, gerçekleşen işlemlerin SHA-256 formatında hash kodunu (özet veri) oluşturmaları talep edilir. Başında “n adet sıfır bulunsun” denilerek belirli bir hash kodunu bulmaları istenir. Madenciler başındaki sıfır sayısını elde etmek için “nonce” adı verilen rastgele sayıları bulmaya çalışır ve doğru “nonce” sayısını bulan ilk madenci görevi tamamlamış olur. Madenciler bu işlemler için pahalı donanımlara ihtiyaç duyarlar (Güven,2020). Bitcoin arzı 21 milyon adet olarak sınırlandırılmıştır ve arz daha fazla artmayacak şekilde ayarlanmıştır.

1.5.2. Ethereum (Eth)

Bitcoin'den sonra piyasadaki en yüksek piyasa değerine sahip olan coin Ethereum'dur. Kurucusu Vitalik Buterin olan Ethereum kripto piyasasına 30 Temmuz 2015 tarihinde çıkmıştır. Ethereum'u listede ikinci sıraya taşıyan nedir? Ethereum'ın temel hedefi, scriptleme, altcoin'ler ve on-chain meta-protokollerin kavramlarını birleştirip geliştirmek, geliştiricilere bu çeşitli paradigmanın özelliklerini aynı anda sunarak ölçeklenebilirlik, standartlaştırma, özellik tamamlanmışlığı, geliştirme kolaylığı ve etkileşim yeteneği sağlamaktır. Ethereum, bu amacı temelde soyut bir katman oluşturarak gerçekleştirir. Bu katman, Turing komple programlama diline sahip bir blockchaini içerir ve herkesin akıllı kontratlar ve merkezi olmayan uygulamalar yazabilmesine olanak tanır. Ethereum smart contracts (akıllı sözleşmeler), ethereum ağı üzerinde çalışan programlar ya da uygulamalardır (Buterin,2014:13). Ethereum akıllı sözleşmeleri blok zincirinde ilk defa yer veren blok zinciri ağıdır. Geliştiricilere, akıllı sözleşmelerin sunduğu güvenlik, güvenilirlik ve erişilebilirlik avantajlarından faydalanan çok yönlü eşler arası işlevler sayesinde blokzincirinde, kredi ve sigortadan lojistiğe ve oyunlara kadar geniş bir yelpazede uygulamalar oluşturma imkanı tanınır.

EVM (Ethereum virtual machine) ethereum ağındaki sanal makine yazılımıdır. Ethereum Sanal Makineleri (EVM'ler), çeşitli programları yürütebilme, veri depolayabilme, ağlara bağlanabilme ve diğer hesaplama görevlerini yerine getirebilme yeteneğine sahiptirler. Bu özellikler, Ethereum platformunda çeşitli uygulamaların geliştirilmesine ve çalıştırılmasına olanak tanır (Okx, 2023b). Bitcoin ağına kıyasla TX (işlem) hızı çok daha hızlı olan Ethereum, Bitcoin 10 dakikada bir blok üretirken

Ethereum'da bu süre 15 saniyedir. Aynı zamanda Ethereum kendi ağı dışında GAS FEE (işlem ücretlerini) azaltmak için ortaya çıkan OP (Optimism) ve ARB (Arbitrum) gibi L2 olarak nitelendirilen ağların işlem ücretlerinde de kullanılmaktadır. Değer olarak kripto piyasasında Bitcoin'in gerisinde kalsa da blok zincirlere ve kripto paralara kattığı değer açısından en çok kullanılan ağ Ethereum ilk sırayı almaktadır.

1.5.3. Binance Coin (Bnb)

BNB, Binance Exchange'in işlemlere başlamasından 11 gün önce, 26 Haziran - 3 Temmuz 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir İlk Coin Teklifi (ICO) ile piyasaya sürülmüştür. Binance Coin; Bitcoin, Ethereum, Usdt'den (sabit para birimi) sonra piyasa değeri olarak 4.sırada yer almaktadır. BNB, başlangıçta Ethereum ağında faaliyet gösteren ve toplamda 200 milyon jetonla sunulan bir ERC-20 belirteci olarak ortaya çıktı. İlk aşamada Ethereum tabanlı olan BNB'ler, daha sonra BEP-20 BNB'lerle 1'e 1 oranında değiştirildi. BEP-2 BNB ise Binance Chain'in yerel kripto parasıdır ve ana ağ lansmanı 18 Nisan 2019'da duyurulmuştur. BNB kullanım alanları ise kendi ağı olan Binance Smart Chain üzerindeki işlem ücretlerinde kullanılması, Binance CEX'te (merkezi borsa) işlem ücretlerinde ve Binance Kart, Binance Pay kullanarak ürün ve hizmetlerden yararlanmasını sağlar (Binance Academy, 2018).

1.5.4. Ripple (Xrp)

Ripple Network ve onun kripto para birimi olan XRP 2012 yılında piyasaya sürülmüştür. Ripple kripto piyasası içerisinde altıncı sırada yerini almaktadır. Ripple bizlere ne vadediyor?. Ripple ağı, bir blok zinciri üzerinde faaliyet göstermez ve kendi yerel kripto para birimi XRP'dir. Ripple, XRP kullanarak uluslararası ödemeleri aracısız, uygun maliyetli ve hızlı bir şekilde gerçekleştirir. Tüm işlemlere ait veriler, güvenilir doğrulayıcı nodelar aracılığıyla XRP Ledger adı verilen bir açık defterde depolanır ve bu defter üzerinde konsensüs sağlanır. Ripple ağında gerçekleştirilen işlemler genellikle 3-5 saniye arasında tamamlanır (Yalçınkaya, 2023)

Bitcoin veya Ethereum gibi POW algoritmasına bağlı değildir. Bu sebeple, daha hızlı işlem hızlarına olanak tanırken, büyük enerji ve bilgi işlem gücü

gereksinimine ihtiyaç duymaz. Diğer kripto paralara kıyasla (Eth, Btc vb) çok daha masrafsızdır. Ripple’da işlem masrafı her işlem için 0,0011 dolardır. Ripple, özellikle teknolojiye duyarlı büyük bankaların, havale hizmetlerinin ve ödeme sağlayıcıların ilgisini çekmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Ripple’ın diğer kripto paralardan ziyade, finansal altyapı hizmetleri konusunda SWIFT gibi bir rakip olduğu açıkça görülmektedir (Kesebir ve Günceler, 2019:617).

1.5.5. Doge Coin (Doge)

Doge Coin, 2013 yılında Billy Markus ve Jackson Palmer tarafından şaka amaçlı bir girişim olarak ortaya çıkmıştır. İlk başta birçok kişi Doge Coin'i ciddiye alınmayan bir proje olarak görmüş olsa da zamanla büyük bir topluluk ve fan kitlesi oluşmuştur. Dogecoin, Bitcoin'e benzer bir dijital para birimi sunma amacına sahip olmasına rağmen daha hafif ve eğlenceli bir yaklaşım benimsemektedir. Piyasa değerinde kripto paralar arasında ilk onda yerini almaktadır. Kripto piyasasında “Meme Coin” olarak nitelendirilmektedir (Coin Mühendisi, 2023a)

1.5.6. Cardano (Ada)

Cardano’nun kurucusu Charles Hoskinson, Ethereum’un ortak kurucularından biridir. Hoskinson, bu projeyi 2015 yılında IOHK (Input Output Hong Kong) adlı şirketi aracılığıyla hayata geçirmiştir. Cardano, 2017 yılında kurulmuş ve adını 16. yüzyıl İtalyan bilim adamı Gerolamo Cardano'dan almıştır. Platformun kripto parası olan ADA ise dünyanın ilk bilgisayar programcısı olarak kabul edilen 19. yüzyıl matematikçisi Ada Lovelace'ın adını taşımaktadır. Kripto piyasasında piyasa değeri olarak ilk onda yer almaktadır. Kripto para dünyasında adını sıklıkla duyduğumuz Cardano (ADA), blockchain tabanlı bir POS (proof of stake) platformudur. POS, POW algoritmasına göre çok daha az enerji tüketmektedir. Cardano POW algoritmasının kullanan ağların öncülerindedir (Coin Mühendisi, 2023b).

1.5.7. Polygon (Matic)

Eskiden Matic Network olarak bilinen Polygon, Jayant Kanani, Sandeep Nailwal ve Anurag Arjun tarafından Ekim 2017 yılında kuruldu. Matic Network olarak başlayan platforma daha sonra Sırp Mühendis Mihailo Bjelic katıldı. Algoritma olarak POW kullanılmaktadır. Polygon, Matic Network adını Şubat 2019'da Polygon (MATIC) olarak değiştirdi. Polygon, Ethereum tabanlı bir platform olup özellikle ölçeklenebilirlik sorunlarına odaklanmaktadır. Platformun öne çıkan özelliklerinden biri, blok zinciri ağında katman oluşturarak ölçeklenebilirlik sorunlarını ele almaya yönelik bir çözüm sunmasıdır. Bu yaklaşım, mevcut blok zinciri ağındaki katmanları güncellemek yerine ikinci bir katman ekleyerek ilerlemeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle Polygon, Ethereum için geliştirilen Layer-2 çözümü olarak nitelendirilebilir (Philips,2021). Polygon piyasa değeri olarak kripto paralar içerisinde ilk 15 içerisinde yer almaktadır.

1.5.8. Cosmos (Atom)

Cosmos, birbirleriyle uyumlu çalışabilen çeşitli blok zincirlerinden oluşan bir ağ oluşturma odaklı bir projedir. 2014 yılında Ethan Buchman ve Jae Kwon tarafından kurulan Cosmos ağı, Proof of Stake temelli bir ana blok zinciri ve Zone olarak adlandırılan uyarlanabilir blok zincirlerden oluşmaktadır. Ana zincir olan Cosmos Zone'lar arasında varlık ve veri transferi yapılmasını sağlarken aynı zamanda bir güvenlik katmanı olarak da görev almaktadır. Cosmos ağında yapılan işlem ücretleri ağın coini olan Atom ile yapılmaktadır. Atom coini aynı zamanda platform üzerinde alınacak kararlarda elinizde bulundurduğunuz Atom miktarı kadar oy kullanma imkanı vermektedir (Binance Academy,2021). Piyasa değeri olarak ilk otuz kripto para arasında yer almaktadır. Kripto paralara sunduğu teknolojik alt yapısı ise aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Tendermint: Cosmos, Tendermint Core adlı bir konsensüs motoru ve Application Blockchain Interface (ABCI) adlı genel bir uygulama arayüzünü içeren bir dizi geliştirici aracını kullanır. Bu araçlar, geliştirme sürecini kolaylaştırır ve önceden oluşturulmuş motorları farklı uygulamalar için sağlar.

- Cosmos SDK: Cosmos SDK, kullanıcıların blockchain uygulamalarını kolayca oluşturmalarını sağlayan bir geliştirme çerçevesidir. Bu çerçeve, modüler yapısı ve güvenliği ile bilinir. Cosmos SDK çerçevesini kullanan ağlara örnek ise; Cronos, Injective, Osmosis, Celestia (Tia) verilebilir.

- Cosmos, farklı blok zincirleri arasında iletişimi kolaylaştıran bir protokoldür. Bu protokol, blok zincirleri arasında işbirliğini ve güvenli bağlantıları mümkün kılar.

1.5.9. Tron (Trx)

2017 yılında Justin Sun tarafından oluşturulan, merkezi olmayan bir ağ ve blok zinciri platformudur. Tron (Trx) blok zinciri proof of work yerine proof of stake algoritması kullanmaktadır. Bu da daha az enerji ve daha düşük maliyetle beraber işlemlerin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ağ üzerinde yapılan işlem ücretleri Trx ile alınmaktadır. Piyasa değeri olarak ilk onbeş kripto para içerisinde bulunmaktadır (Kriptotrends,2023).

1.5.10. Monero (Xmr)

2014 yılında faaliyete geçen Monero, kullanıcı gizliliği ilkesi etrafında çalışan bir kripto para birimidir. Genelde blok zincirleri, işlem verilerini genel bir şekilde saklarlar, ancak Monero'nun blok zinciri daha az şeffaf olacak şekilde tasarlanmıştır. Katılımcı adreslerin gizli tutulmasıyla işlemler, ağdaki herhangi bir kişi tarafından harici gözlemcilerle görünmeden gerçekleştirilebilir. Bitcoin, Ethereum ve birçok kripto para ağları üzerinde saydam ve takip edilebilir bir yol izlemişlerdir. Ağlar üzerindeki işlemler, kontratlar kolayca takip edilebilmektedir. Monero ise bunun aksine gizliliğe önem vermektedir. Monero kullanıcılarına gizlilik gibi bir olanak sağlaması bir yandan iyi gözükmese de yasal kaygıları da artırmaktadır (Plisio,2023).

Monero'nun toplam jeton arzı, Bitcoin'den biraz farklıdır. 31 Mayıs 2022 tarihinde, Monero jetonlarının toplam sayısı 18.3 milyona ulaşacak. Bu tarihten itibaren arzın artışı dakikada 0.3 XMR veya yılda 157.788 XMR olacak şekilde sınırlanacaktır. Bu miktar her yıl azalmaya devam edecek, ancak hiçbir zaman sıfıra

ulaşmayacaktır. Bu önlem, Monero jetonlarının tamamı dağıtıldıktan sonra bile blok zincirinin devamlılığını sağlamak için bir motivasyon amacıyla planlanmıştır. 2014 yılında, hem XMR hem de BTC'nin neredeyse 21 milyon jetona sahip olacak olması beklenmektedir (Kalaitsiz, 2018: 14).



İKİNCİ BÖLÜM

FONKSİYONEL VERİ ANALİZİ

Fonksiyonel veri analizi (FVA), birçok disiplinde geniş bir şekilde kullanılmış ve istatistikçiler bu alan üzerinde büyük bir ilgi göstermiştir. Bu yöntemin gelişimi, Gauss ve Fransız matematikçi Legendre'in bir kuyruklu yıldızın oluşturduğu bir eğriyi modellemeye ve tahmin etmeye çalıştığı 1800'lerin başlarına kadar izlenebilir. Fonksiyonel veri analizi teriminin kullanımı, Ramsay ve Dalzell tarafından 1991 yılında geliştirilmiş ve sonuçları genellikle grafiksel gösterimler aracılığıyla ortaya koyan yeni bir yaklaşımla ilgilidir (Yaraee, 2011:1).

Fonksiyonel Veri Analizi, geleneksel istatistiksel analizden farklı olarak nokta olarak ifade edilen gözlemler yerine sürekli fonksiyonlar şeklinde tanımlanan verilere odaklanır. Fonksiyonel veri analizinde temel bir önvarsayım, temel fonksiyonların genellikle düzgün davranan ve aşırı dalgalanmayan karakteristiklere sahip olmasıdır. Bu tür veri analizi, türevlerin incelenmesi yoluyla öznenin değişim hızıyla ilgili bilgi edinme amacıyla özellikle değerlidir. Fizikte klasik bir örnek, bir nesnenin konum ölçümlerinden yola çıkarak zaman içindeki hızını ve ivmesini anlamaktır (Mclean, 2018).

2.1.KESİKLİ VERİLERİ FONKSİYONEL VERİLERE DÖNÜŞTÜRME

Fonksiyonel veri analizinde ilk olarak yapılması gereken veride gözlemlenen y_{ij} değerlerini herhangi bir t değeri için hesaplanması mümkün olan bir x_i reel sürekli fonksiyonuna dönüştürmektir. Gözlemlenen değerlerin hatasız olduğu durumlarda, bu işlem interpolasyon yöntemiyle gerçekleştirilir. Ancak, verilerde bazı gözlemsel hataların giderilmesi gerekiyorsa, örneğin, veriler deneysel bir süreçten kaynaklanıyorsa, kesikli verilerin fonksiyonel verilere dönüştürülme süreci düzgünleştirme olarak adlandırılır (Ramsay ve Silverman, 1997:9).

2.1.1. Baz Fonksiyon Yaklaşımı

Verileri düzgünleştirmede ya da interpolate etmede genellikle baz fonksiyon yaklaşımı kullanılmaktadır. $x(t)$ fonksiyonunu oluştururken K tane baz fonksiyondan (basis function) oluşan bir sistem seçilmektedir.

Baz fonksiyonların özellikleri veriye ne kadar yakın olursa, verinin özelliklerini ne kadar iyi temsil ederse $x(t)$ fonksiyonunun tahmini daha iyi olacaktır. Gerçek fonksiyonların tahmini, x 'e yakın özelliklere sahip olması beklenen baz fonksiyonlarının doğru seçimine bağlıdır (Yaraee, 2011).

Oluşturulmak istenen $x(t)$ fonksiyonu baz fonksiyonların ağırlıklandırılmış bir toplamı olarak şu şekilde yazılabilir.

$$x(t) = c_1\theta_1(t) + c_2\theta_2(t) + \dots + c_k\theta_k(t) \quad (2.1)$$

Bu ifadede $\theta_i(t)$ i .inci baz fonksiyon ve c_i ise bu baz fonksiyona karşılık gelen katsayıdır. İfadedeki c_i , $i=1, 2, \dots, K$ parametreleri bu baz fonksiyona karşılık gelen fonksiyonun şeklinin ve biçimini belirleyen katsayılarıdır.

Baz fonksiyon yaklaşımı özetle; K herhangi bir reel pozitif tamsayı ve $c_i \in IR$ olmak üzere $x(t)$ fonksiyonunun,

$$x(t) = \sum_{i=1}^K c_i\theta_i(t) \quad (2.2)$$

şeklindeki K tane baz fonksiyonun ağırlıklandırılmış bir toplamı olarak tahminlenmesi olarak nitelendirilebilir.

Baz fonksiyonların sayısı arttıkça, elde edilen fonksiyonun karmaşıklığı da artar. Gözlemlerin düzgünleştirme derecesi, genellikle K baz fonksiyon sayısına bağlı olarak belirlenir (Ulbricht, 2004:10).

Ramsay ve Silverman 20-30 baz fonksiyonun genelde göze çarpan görünümleri özetlemek için yeterli olduğunu belirtmişlerdir (Lee, 2004: 9).

Fonksiyonel veri analizinde, verilerin uygun bir bazda saklanması önemli bir adımdır. Genellikle, bu baz prosedürü açıkça tanımlanmıştır ve araştırmacının dikkat etmesine gerek yoktur (Ramsay ve Silverman, 2002: 33).

2.1.2. B-Splayn Baz Fonksiyonlar

B-Spline'lar genellikle periyodik olmayan durumlar için polinomlara tercih edilir. B-Spline'ların esnek ve sayısal olarak güvenilir olmasından dolayı kullanılan en yaygın düzgünleştirme tekniği olmuştur.

d negatif olmayan bir tam sayı olduğunu varsayılır ve polinomun derecesi $t = (t_j)$, $j=1,2,\dots,n$ B-Splaynları oluşturmada kullanılan, $\{B_{i,d}\}_{i=1}^K$, B-Splayn'ları göstermek üzere; düzgünleştirilmiş bir fonksiyon olarak;

$$x(t) = \sum_{i=1}^K c_i B_{i,d}$$

şeklinde gösterilebilir.

d 'inci dereceden m 'inci mertebeye sahip bir j . inci B-Splayn aşağıdaki tekrarlı ilişki ile tanımlanabilir: (Ertaş ve Köymen Keser, 2008).

$$B_{j,d}(t) = \frac{t-t_j}{t_{j+d}-t_j} B_{j,d-1}(t) + \frac{t_{j+1+d}-t}{t_{j+1+d}-t_{j+1}} B_{j+1,d-1}(t) \quad (2.4)$$

Bu bağlamda, " t_j " bağımsız bir değişken olarak kabul edilmiş ve gözlem aralığını bölmede kullanılan düğümleri temsil etmektedir. $B_{j,d}(t)$ şeklinde bir B-Splayn sadece

$\{t_j\}_{k=j}^{j+d+1}$ düğümlerine bağlıdır.

B-Splayn baz fonksiyonlar kararlaştırıldıktan sonraki adım $x(t)$ fonksiyon eğrilerini şekil ve biçimini veren c_i , katsayılarının elde edilmesi adıımıdır. Pürüzlü Ceza Yaklaşımı ile bu katsayıların tahminlenmesi amaçlanmaktadır.

2.1.3. Pürüzlü Ceza Yaklaşımı

Fonksiyonel veri analizinde, verilere uygun bir eğri bulmak istenirken, ideal olarak hem iyi bir uyum sağlayan hem de fazla iniş çıkış göstermeyen yani bir başka deyişle aşırı dalgalanmayan bir eğri elde etmek önemlidir (Ertaş ve Köymen Keser, 2008).

Fonksiyonel veri analizinde splaynların düzgünleştirilmesinde sıkça kullanılan Pürüzlü Ceza Yaklaşımı, öncelikle eğrinin ne kadar pürüzlü olduğunu değerlendirir ve daha sonra verilerin bu eğriye uyumunu ve pürüzlülüğü arasında bir denge sağlar (Ertaş ve Köymen Keser, 2008).

$[a, b]$ kapalı aralığı ile tanımlı bir x eğrisinin pürüzlülüğünü belirlemenin en popüler yolu iki kez türevi alınabilen bir x eğrisinin ikinci türevinin karesini almaktır.

$$PEN_2(x) = \int_a^b (D^2 x(t))^2 dt = \|D^2 x\|^2 \quad (2.3)$$

Buradaki $PEN_2(x)$ değeri x deki toplam eğriselliği veya x eğrisinin doğrudan sapma derecesini göstermektedir.

$[a, b]$ kapalı aralığı ile tanımlı iki kez türev alınabilen bir x fonksiyonu ve $\lambda > 0$ düzgünleştirme parametresi olduğunu varsayalım. Cezalı kareler toplamı (CKT_λ),

$$CKT_\lambda = \sum_j (y_j - x(t_j))^2 + \lambda \|D^2 x\|^2 \quad (2.4)$$

biçiminde tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda yukarıdaki formülde görüldüğü üzere yalnız Artık Kareler Toplamını değil bununla birlikte eğrilerdeki pürüzlülüğü de dikkate alan Cezalı Kareler Toplamını minimize etmeyi amaçlamaktadır (Ertaş ve Köymen Keser, 2008).

Bu noktada, " λ " terimi, düzgünleştirme parametresini belirtir. Dolayısıyla, pürüzlülük cezalarıyla oluşturulan eğri, hata karelerinin toplamına göre uygun bir şekilde eşleşir ve aynı zamanda düzgünlük derecesini de kontrol etmektedir. Düzgünleştirme parametresi verilerin eğriye uyumunu belirlediği için bu parametrenin seçimi önemlidir (Şafak, 2019:19)

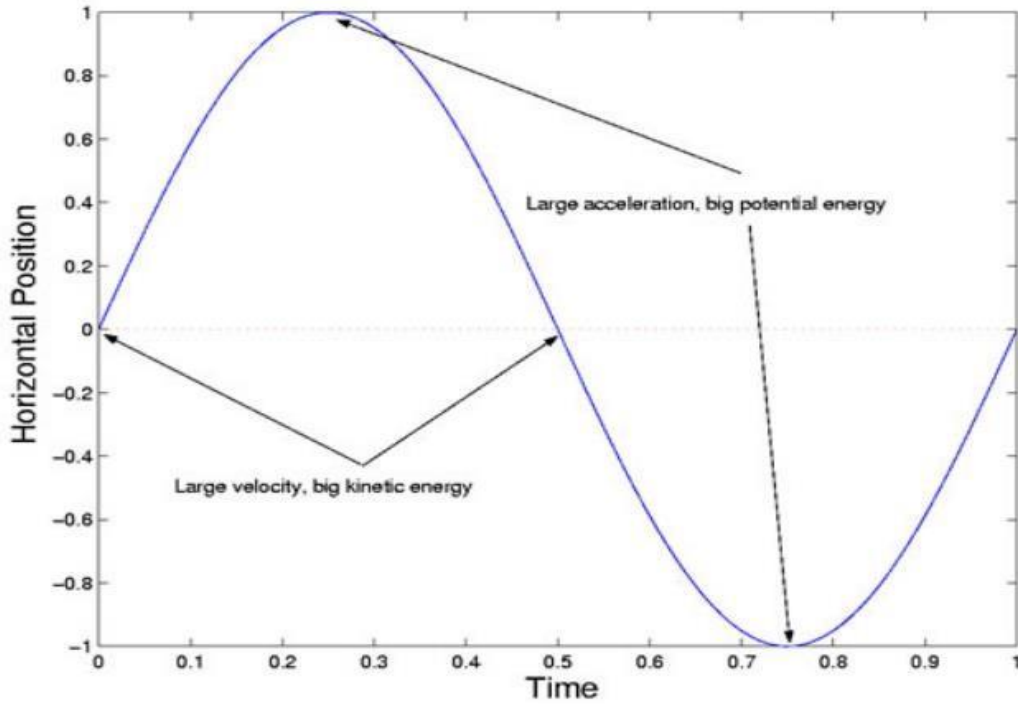
Eğer λ parametresi çok büyük bir değerde ise doğrusal olmayan fonksiyonlar CKT_λ da büyük pürüzlülük cezası içerir ve uyumu sağlanan x eğrisi gözlemlenen verilerin standart doğrusal regresyonuna yaklaşır. Bu durumun tersi λ parametresinin değeri azalırken, eğri daha dalgalı bir hale gelir (Ertaş ve Köymen Keser, 2008).

Düzgünleştirme parametresinin seçilmesinde her araştırmacı kendi gerekli gördüğü ve ihtiyaçlarından yola çıkarak belirlemelidir. Çünkü burada önemli olan nokta eldeki verilere göre yorumlanabilir, tahmin edilebilir bir seviye seçilmesi ve bu verilere uyum sağlayacak bir denge belirlenmesidir (Ramsay ve Silverman, 2002:56).

2.2. FAZ DÜZLEMİ, POTANSİYEL VE KİNETİK ENERJİ İLİŞKİ

Enerji, çoğu zaman dolaylı bir şekilde ifade edilse de fizik dışındaki birçok alanda önemli bir rol oynar. Genellikle iş yapma kapasitesi olarak tanımlanan enerji, mesafe boyunca uygulanan güçle ilişkilidir. Newton'ın gücün ivmeye orantılı olduğunu açıkladığından beri, enerjinin eğrisinin ivme ile ilişkilendirilmesi gerektiği sonucuna varırız. Enerji, genellikle kullanılmayan iş kapasitesini ifade eden potansiyel enerji ve gerçekte yapılan işi ifade eden kinetik enerji olmak üzere iki durumda bulunur. Fizik öğretmenlerinin favori örnekleri yaylar ve sarkaçlardır. Şekil 4'de; bir sarkacın yan pozisyonunu çizer ve sıfır, pivot noktasının pozisyonunu gösterir ve bu eğri bir sinüsöiddir (McGill University, Phase-Plane Plotting of the Goods Index, Erişim: 19 Aralık:2023).

Şekil 4: Potansiyel ve Kinetik Enerji Gösterimi



Kaynak: <https://www.psych.mcgill.ca/misc/fda/ex-goods-c1.html>, 19.12.2023

Potansiyel enerji, ivme yüksek olduğunda maksimize olurken kinetik enerji ise hız yüksek olduğunda maksimize olur. Potansiyel enerji ivme (ikinci türev) ve kinetik enerji hızla (birinci türev) ilgilidir. Potansiyel enerji, salıncağın uç noktalarında dinlenirken yüksek ivme ile bağlantılıdır. Bu durumda, yerçekimi kuvveti en fazla etki eder ve aşağı ivme en yüksek düzeydedir. Öte yandan kinetik enerji yüksek hız ile ilişkilidir. Salıncağın sıfır noktasından hızla geçtiği anlarda ise ivme sıfırdır. Diğer bir deyişle potansiyel enerji, sinüs eğrisinin sıfırdan sapmasına bağlıdır. Kinetik enerji ise sıfır noktasını kestiği yerlerle ilişkilidir (Mcgill University, Phase-Plane Plotting of the Goods Index, Erişim: 19 Aralık:2023).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Çalışmada yıllar boyunca kripto paralar, Bist-100 ve döviz kurlarındaki enerji değişimleri FVA'nde önemli bir yeri olan faz düzlemleri aracılığıyla incelenecektir.

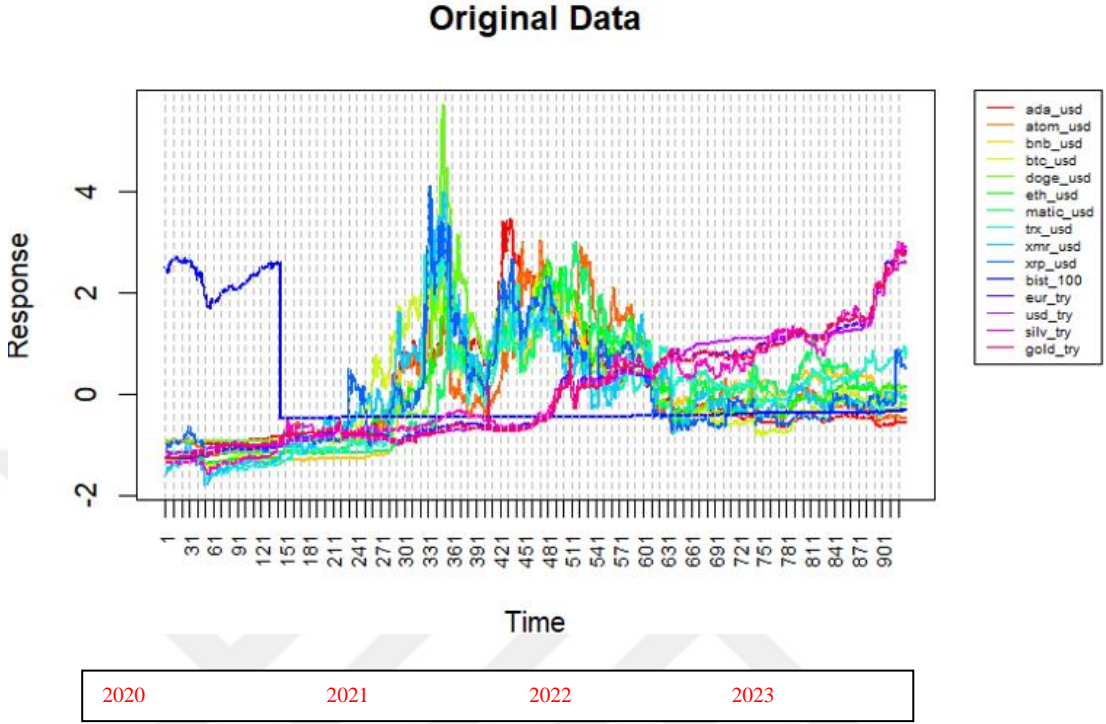
3.1. VERİ SETİ

Bu çalışmada 01.01.2020 - 31.07.2023 zaman aralığında Btc, Eth, Bnb, Trx, Xrp, Xmr, Matic, Doge, Atom, Ada coin olmak üzere 10 kripto para ayrıca Bist-100, gümüş, altın, usd ve Euro döviz kurlarının davranışları incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler kripto paralar ve anlık piyasa verilerinin bulunduğu Investing sitesinden alınmıştır.

3.2. ORJİNAL EĞRİLER, BİRİNCİ VE İKİNCİ TÜREV EĞRİLER

Öncelikle incelenen her bir değişkenin aynı eksen üzerinde daha kolay karşılaştırılabilir olması için veriler standardize edilmiş ve her bir değişkene karşılık gelen eğrilerin oluşumunda birinci ve ikinci türevlerin de incelenebilmesi amacıyla 3.dereceden B-splaynlar olan kübik splaynlar aracılığıyla eğriler oluşturulmuştur.

Şekil 5: Orjinal Eğriler



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

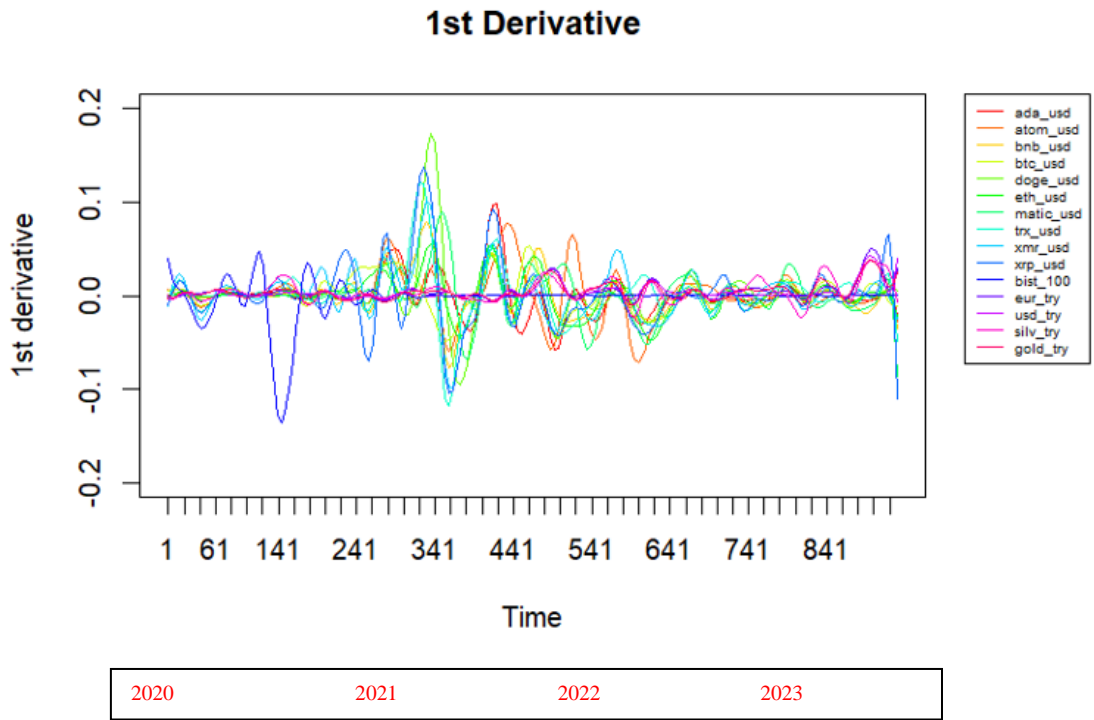
Şekil 5'te yer alan orijinal eğriler incelendiğinde yaklaşık 2021'in başında başlayıp (261.gün) 2022'nin ilk çeyreğinin sonuna kadar (631.gün) olan süreç ilgi çekmektedir. Bu dönemdeki verilerin bu şekilde farklı hareket etmesinin sebebi 2021 yılında yaşanan küresel tedarik zinciri krizi olduğu net bir şekilde görülmektedir. Küresel tedarik zinciri krizine yol açan olay 2019 yılının sonlarında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkıp 2020 yılında pandemiye dönüşen ve daha sonra tüm dünyada ve Türkiye'de ekonomik olarak büyük etkilere yol açan Covid-19 salgınıdır (Küçüköğlü, S:2021,1272).

Tüm dünyada yaşanan bu krize karşı Türkiye ekonomik olarak önlemler ve destek paketleri açıklamasına rağmen zorluk yaşamıştır. Bu krize orijinal veriler incelendiğinde bazı yatırım araçlarının çok büyük tepkiler verdiği görülmektedir. İlk olarak kripto paralardaki değişimin bir hayli arttığı ancak euro, dolar, gümüş, altın ve Bist-100'de bu denli bir volatilitenin oluşmadığını gözlemlenmektedir. Kripto paralar birbirleriyle, diğer yatırım araçlarının ise birbirleriyle doğrusal bir şekilde

hareket ettiği görülmektedir.

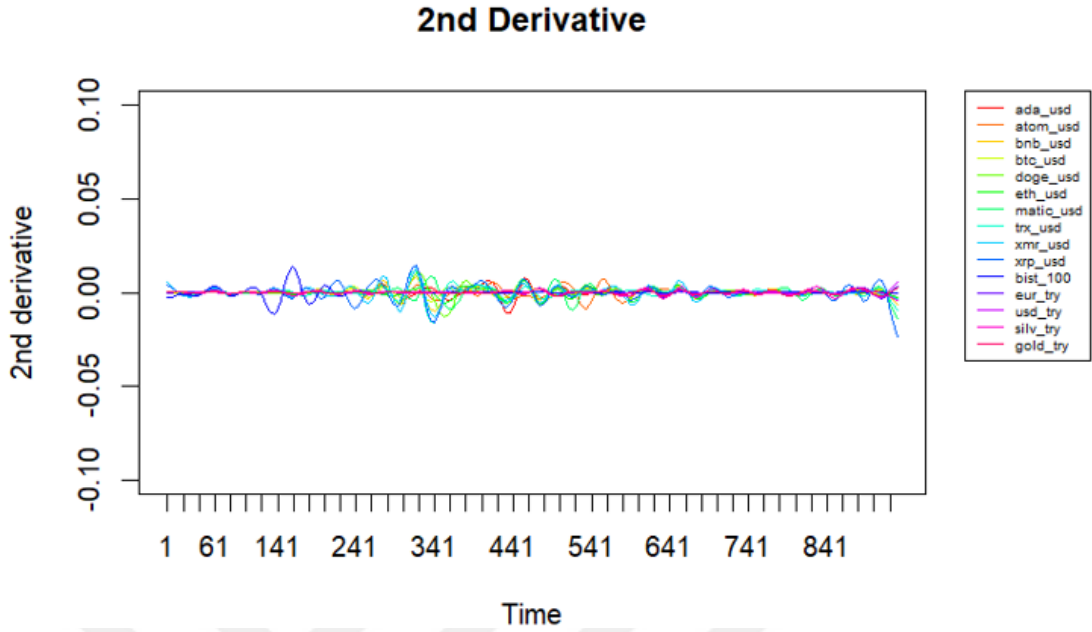
Covid-19 sebebiyle ülkedeki ekonomik destek paketlerinin artırılması, vadesi geçmiş kredilerin süresinin uzatılması ve halkın kredilere ulaşımının kolaylaşması gibi politikalar yeni yatırım araçlarına yönelmenin arttığını göstermektedir. Bu kriz döneminde yatırım sahiplerinin kripto paralara karşı ilgisinin hem Türkiye’de hem de dünyada en üst seviyelere ulaştığı ve Bitcoin’in en yüksek değere (ATH) ulaştığı dönemdir.

Şekil 6: Eğrilerin Birinci Türevleri



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 7: Eğrilerin İkinci Türevleri



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 5, 6 ve 7'deki eğriler incelendiğinde örneğin Bist-100 verisi 116. gün civarı ilk türevde pozitif anlamda maksimum (kinetik enerjisini gösteren ilk türevin değerinin pozitif anlamda maksimum) değere ulaştığı, bir diğer deyişle artış hızının maksimum olduğu, ikinci türevin temsil ettiği Bist-100'ün potansiyel enerjisinin bir başka deyişle ivmenin sıfır olduğu görülmektedir. 147. gün civarında ise ilk türev negatif anlamda maksimum değere ulaşmıştır, bir diğer deyişle azalış hızı maksimumdur ki orijinal eğrilerdeki keskin düşüş net bir biçimde görülmektedir. Bu noktada ikinci türev ile belirtilen potansiyel enerjisinin sıfır olduğu görülmektedir. Ancak bu durum faz düzlemlerinden çok daha rahat tespit edilebilecektir.

Xrp incelenecek olursa; kinetik enerjisini gösteren birinci türevin 327. gün civarlarında pozitif anlamda maksimum bir başka deyişle artış hızının maksimum, potansiyel enerjisinin ise sıfır olduğu görülmektedir. 361.gün civarlarında ise kinetik enerjisi negatif anlamda maksimum, azalış hızı maksimumken, potansiyel enerjinin sıfır olduğu noktalaradır.

Yukarıdaki grafiklerde euro, dolar, gümüş ve altın eğrilerinin birbirleriyle doğrusal hareket ettiği gözlemlenmektedir. Bu dört verinin 2020 yılı ocak ayından

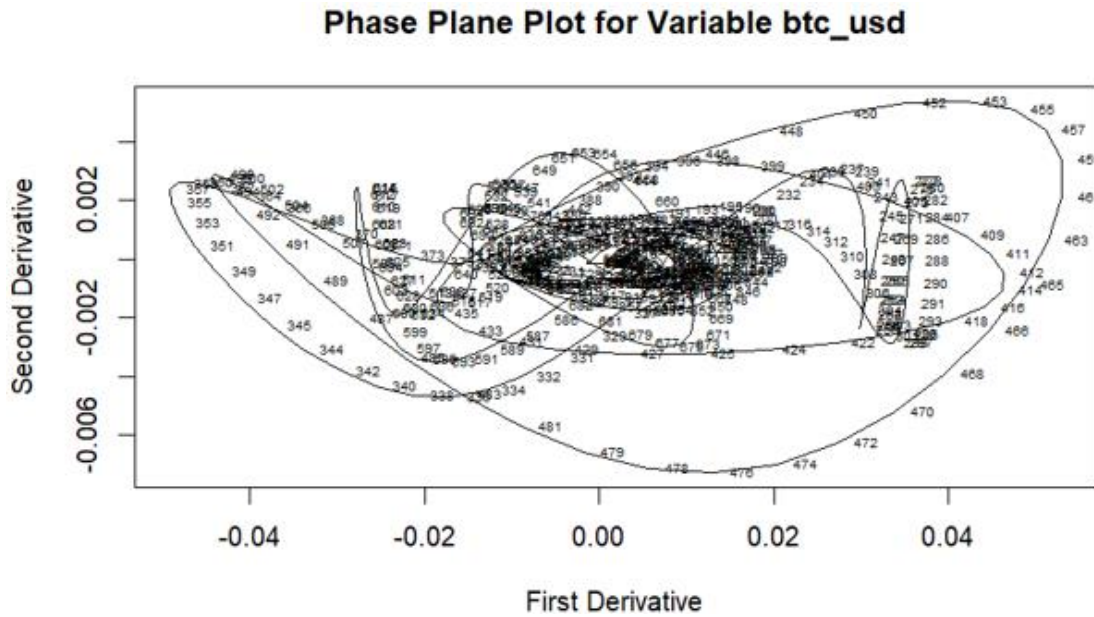
itibaren potansiyel enerjisinin (ivmenin) yüksek olduğu buna karşın kinetik enerjisinin oldukça az olduğu, kinetik enerjinin 2020 yılı Haziran ayına yaklaştığımızda pozitif anlamda maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Altın, gümüş, euro ve dolar verilerinin pandeminin başlangıcından 2023 yılının 2.çeyreğine kadar değişkenliğinin kripto paralara göre daha az olduğu ve buna paralel olarak talebinde de az olduğu değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Bununla birlikte 2022 yılının 3. Çeyreği ile birlikte 2023 yılına doğru gümüş eğrisindeki değişimlerin dolar, euro ve altına göre daha çok arttığı görülmektedir. Fakat buradaki önemli nokta ise değişkenliğin az oluşu, bir diğer deyişle risklerin az oluşu getirinin yüksek olduğu anlamını taşımamaktadır.

Orjinal eğriden kinetik enerji ve potansiyel enerjinin minimum ve maksimum olduğu noktaları tespit etmek bir hayli zordur. Faz düzlemi üzerinden çok daha rahat bir şekilde gözlemlenebilir. Bu gözlemler sonucu ise yapılacak yatırım için daha temeli olan kararlar verilebilir. Artış ve azalışın beklendiği yerler aslında potansiyel enerjinin maksimum olduğu noktalar olması beklenir (Köymen Keser, 2015:44). Bu analizler sonucu kısa vadeli olarak farklı yatırımlara geçiş imkanı sağlayabilmektedir.

3.3. FAZ DÜZLEMLERİ

*Bitcoin (BTC)

Şekil 8: BTC Faz Düzlemi



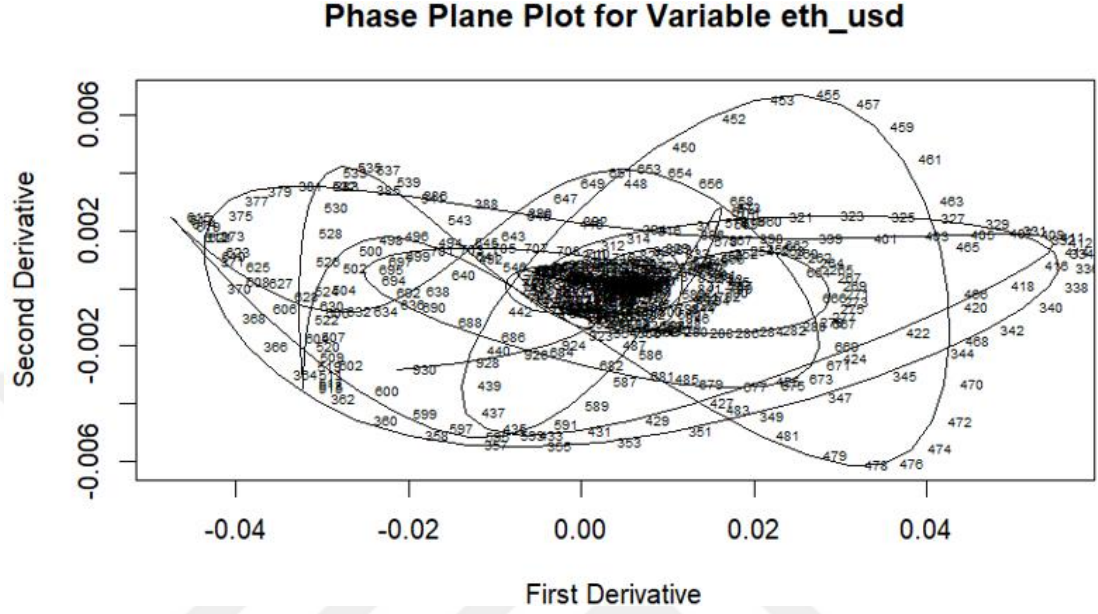
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İlk olarak Btc'nin Şekil 8'te yer alan 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki veriler incelendiğinde bu yıllar arasında enerji döngülerinin geniş olduğu görülmektedir. Döngü sıklığı ve enerji geçişlerinin büyük oranda olduğu görülmektedir. Döngülerin yarı çaplarının büyük olduğu görülmektedir, yarı çapın yüksek olması da uzun dönemde keskin fiyat hareketleri yaptığını göstermektedir. X ekseninde 391.gün ile 441.gün sonrasında pozitif anlamda kinetik enerjinin arttığı, 463.gün maximum değere ulaştığı ve yine 411.gün bölgesel maksimum olduğu, bir başka deyişle bu dönemde alımların arttığı, 331.gün ile 481.gün sonrasında ise negatif anlamda kinetik enerjinin arttığını bir başka deyişle bu dönemde satışların arttığı görülmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru olması net pozitif hızı olduğunu göstermektedir. Faz düzlemi üzerinde kinetik enerji ve potansiyel enerji arasındaki geçişlerin çok fazla olması yatırımcı açısından risk taşımaktadır. Döngülere bakıldığında pozitif anlamda kinetik enerji biraz daha baskın görünse de (artış hızının daha çok olması), genel olarak incelendiğinden iniş-çıkışların fazla olması(volatile) yani döngülerin çok geniş olması yatırımcı açısından risk taşıdığı söylenebilir. Ancak diğer kripto paralara göre bu değişkenliğinin daha az olduğu söylenebilmektedir. Yatırım olarak riskler şöyle yorumlanabilir:

- Riski seven yatırımcılar için bir tercih sebebi olabilir.
- Daha bilinçli, sürekli piyasaları takip edebilenler tercih edebilir.
- Riski daha az seven ve piyasa analizleri konusuna uzak ve yetersiz bilgi sahibi insanların uzak durması gerektiği söylenebilmektedir.

*Ethereum (ETH)

Şekil 9: ETH Faz Düzlemi



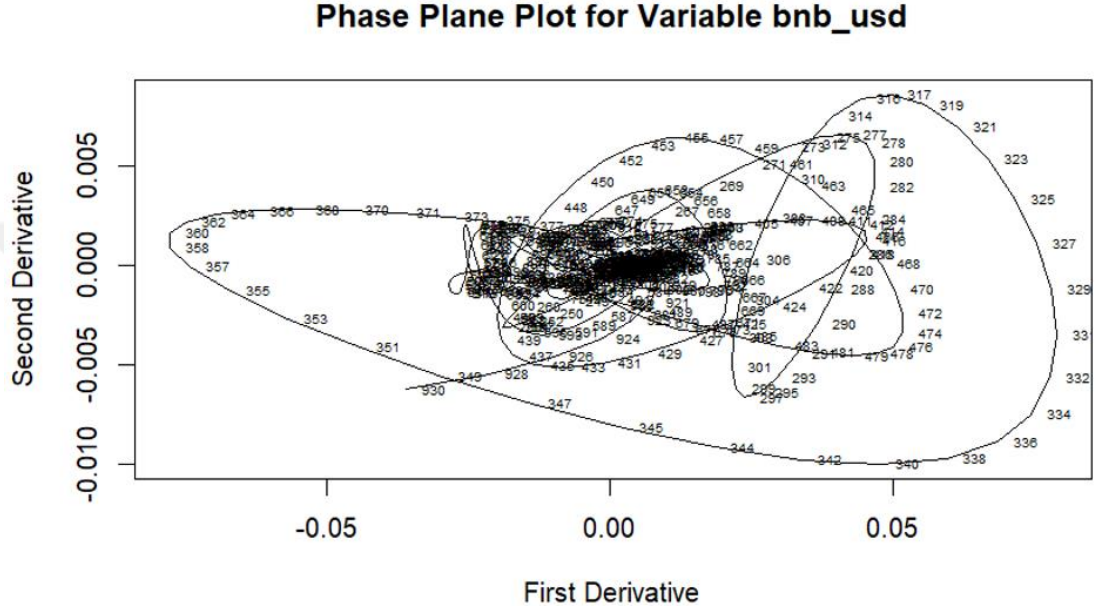
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İkinci olarak ise şekil 9'da yer alan Eth'nin 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki verilerini incelersek yine Btc gibi enerji değişiminin çok yüksek olduğunu gözlemleyebiliriz. Btc dominance (hakimiyet) olarak kripto paraların %50'sinden fazlasına sahip olması, kripto paraların ilki olması gibi sebeplerden dolayı Btc'deki değişimleri diğer kripto paralar da takip etmektedir. Diğer kripto paraları faz düzlemleriyle aracılığıyla incelendiğinde burada Eth'de olduğu gibi benzer sonuçlar görülmektedir. X ekseninde 311.gün ile 448.gün sonrasında alımların artmaya başladığı ve örneğin yaklaşık 336.gün artış hızının maksimum olduğu ve 357.gün ile 591.gün sonrasında ise satışların artmaya başladığı ve örneğin 371.gün ve 615.gün civarı azalış hızının mutlak maksimum olduğu görülmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru olması net pozitif hızı olduğunu göstermektedir. Bitcoin'e kıyasla döngü sayısının daha fazla olduğu görülmektedir, bu sayının daha fazla olması fiyat değişiminin Bitcoin'e göre daha fazla yaşandığını göstermektedir. Faz düzlemi üzerinde kinetik enerji ve potansiyel arasındaki bu geçişlerin büyük çaplı döngülere sebep olduğu ve Btc'ye göre daha fazla risk taşıyan bir yatırım aracı olduğu söylenebilir. Eth

blok zincirinde sundukları sayesinde oldukça tercih edilen ve olumlu haberlere hızlı tepki verebilen bir coin olsada riski seven yatırımcılar için bir tercih olabilir.

*Binance Coin (BNB)

Şekil 10: BNB faz Düzlemi

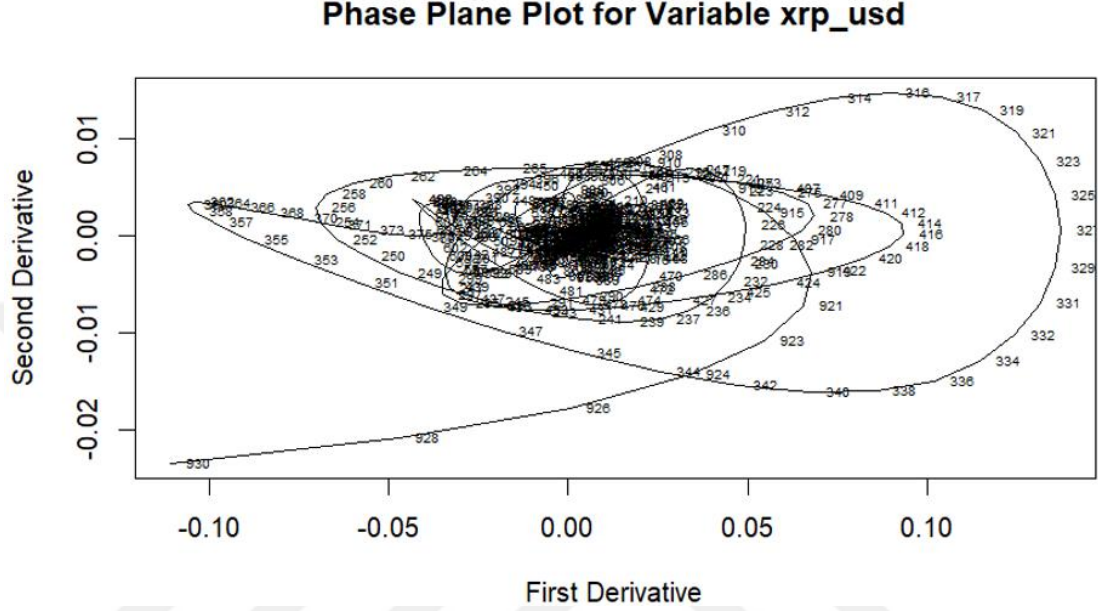


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 10'da yer alan Bnb'nin 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki verileri incelendiğinde yine Btc gibi enerji değişiminin çok yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Eth'a göre nispeten daha küçük çaplı döngülere sahip olduğu görülmektedir. 311.gün sonrasında alımların bir diğer deyişle artış hızının artmaya başladığı (artış hızının yaklaşık 328.günde maksimuma ulaştığı) ve 347.gün sonrasında ise satışların bir diğer deyişle azalış hızının artmaya başladığı ve azalış hızının yaklaşık 358.günde maksimuma ulaştığı görülmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru olması net pozitif hızı olduğunu göstermektedir. Eth ve Btc'ye göre fiyat değişiminin daha az yaşandığını ve riskin nispeten daha az olduğu görülmektedir. Ancak zaman boyunca hareketli bir yapıya sahip olan Bnb'nin de risk düzeyi yüksektir ve riski seven yatırımcıların tercihi olarak gözükmektedir.

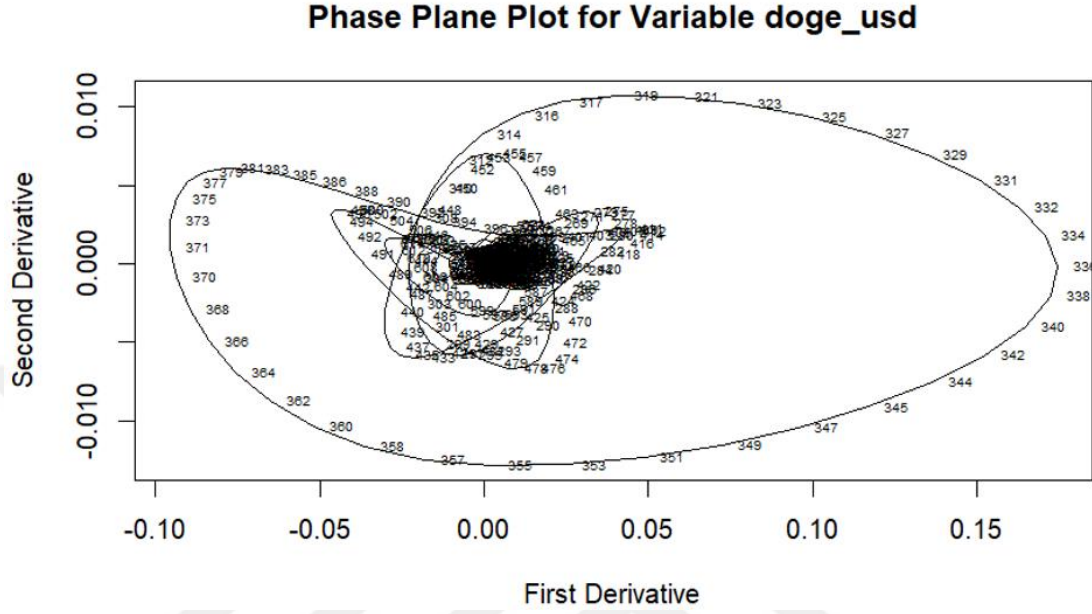
*Ripple (XRP)

Şekil 11: XRP Faz Düzlemi



*Doge Coin

Şekil 12: Doge Faz Düzlemi

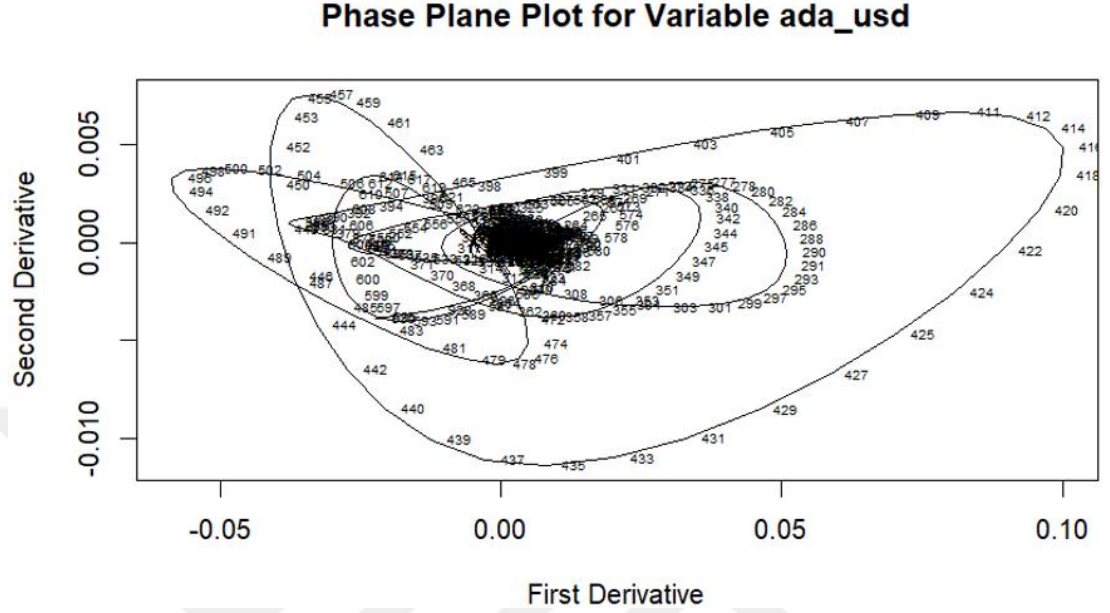


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Doge Coin'in 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki Şekil 12'de yer alan verilerinde ise büyük bir döngüden sonra nispeten daha dar döngüler yaptığı görülmektedir. Faz düzleminde 314.gün sonrasında satın alımlarda, artış hızında büyük bir yükseliş yaşandığı görülmektedir. 357.gün sonrasında ise satışların, azalış hızının arttığı görülmektedir. X eksenindeki değerlere bakıldığında yine geniş çaplı döngüler çizen Doge Coin risk barındıran yatırım araçları arasında görülmektedir. 314.gün sonrasında yaptığı büyük satın alım sonrasında 357.gün sonrasında yaşanan büyük satış baskısı çok büyük enerji değişimi yaşadığını göstermektedir. Doge Coin risk seven yatırımcılar için fırsat sunarken daha riskten uzak durmaya çalışan yatırımcılar için uzak durulması gereken kripto paralar arasında olduğu görülmektedir.

*Cardano (Ada)

Şekil 13: Ada Faz Düzlemi

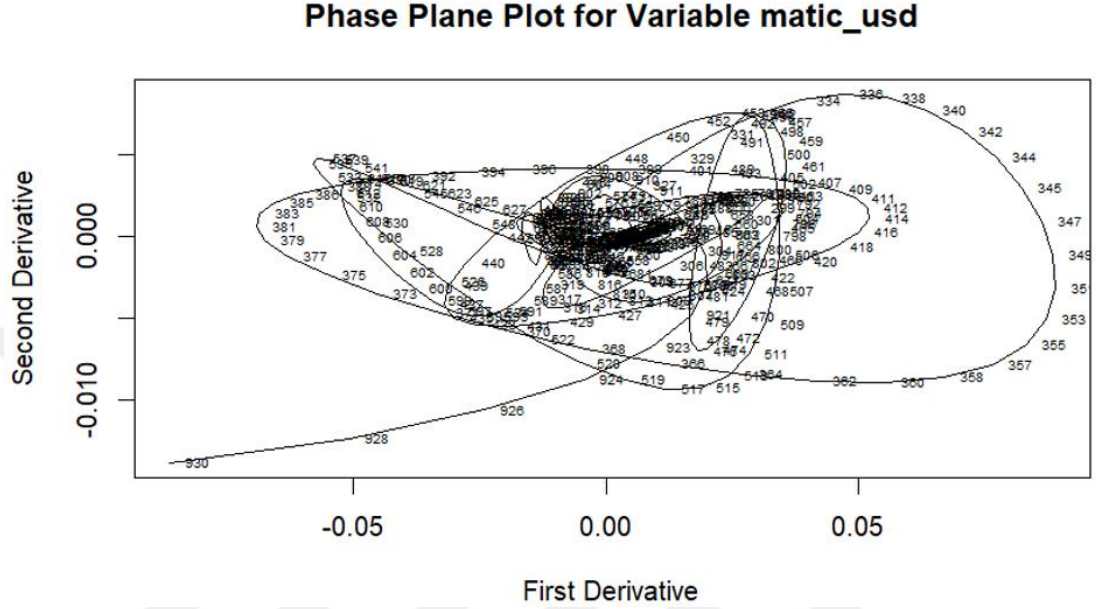


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 13'de yer alan Ada Coin'in 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki verilerinde geniş döngüye sahip kripto paralardan biri olarak gözükmektedir. Faz düzlemi üzerinden belirli dönemlerde bu döngüler daralıp daha tahmin edilebilir hareketler çiziyor olsa da geniş çerçevede incelendiğinde fiyat değişiminin çok keskin olduğu bir kripto para olduğu gözlemlenmektedir. 398.gün sonrasında satın alımların arttığı, artış hızının arttığı görülmektedir. 439.gün ile 481.gün sonrasında satışların, bir diğer deyişle azalış hızının arttığı görülmektedir. Fiyat değişimin çok fazla yaşanması ve fiyat değiştiğinde keskin hareketler yapan bir coin olması riski sevmeyen yatırımcılar için kesinlikle ilk tercih eden yatırımlar arasında olmadığı görülmektedir.

*Polygon (MATIC)

Şekil 14: MATIC Faz Düzlemi

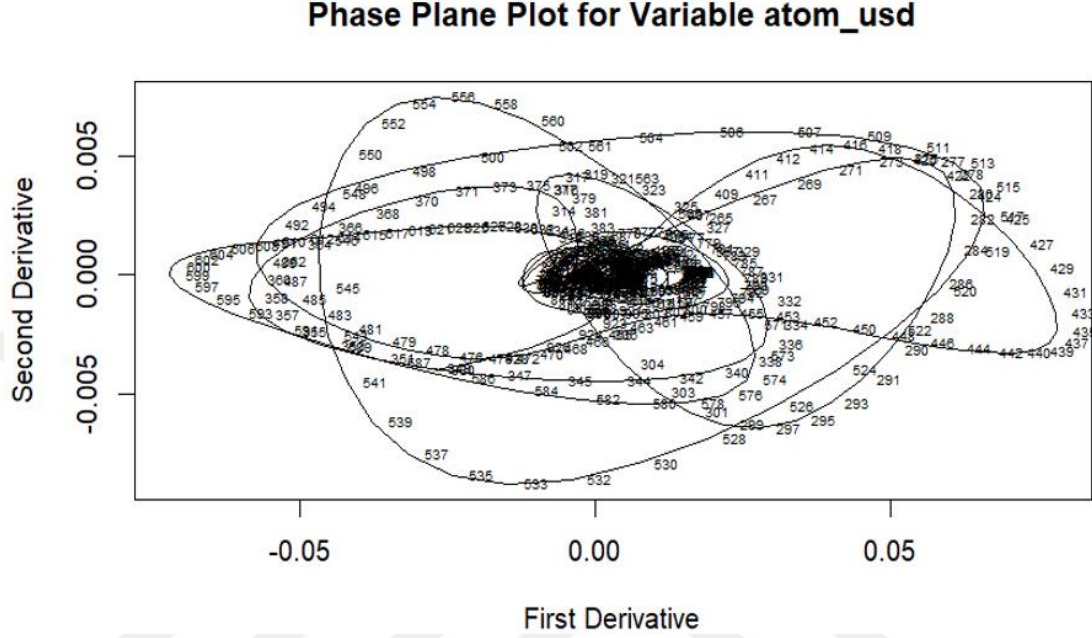


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Matic'in 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki Şekil 14'de yer alan verilerinde geniş döngülere sahip kripto paralardan birisi olduğu görülmektedir. Faz düzlemi üzerinde Ada gibi geniş döngüler çizen Matic, potansiyel ve kinetik enerji arasındaki değişim döngüsünün geniş çaplı olmasıyla riskli kripto paralar listesinde yer almaktadır. 327.gün sonrasında satın alımların, artış hızının arttığı görülmektedir. 370.gün ile 522.gün sonrasında satışların, azalış hızının arttığı olduğu görülmektedir. Döngülerin çok geniş çaplı olması fiyat değişikliğinin keskin şekilde yaşandığını göstermektedir. Zaman boyunca hareketli yapısı sebebiyle riski az seven yatırımcıların tercihlerinden biri olması beklenmemektedir.

*Cosmos (Atom)

Şekil 15: Atom Faz Düzlemi

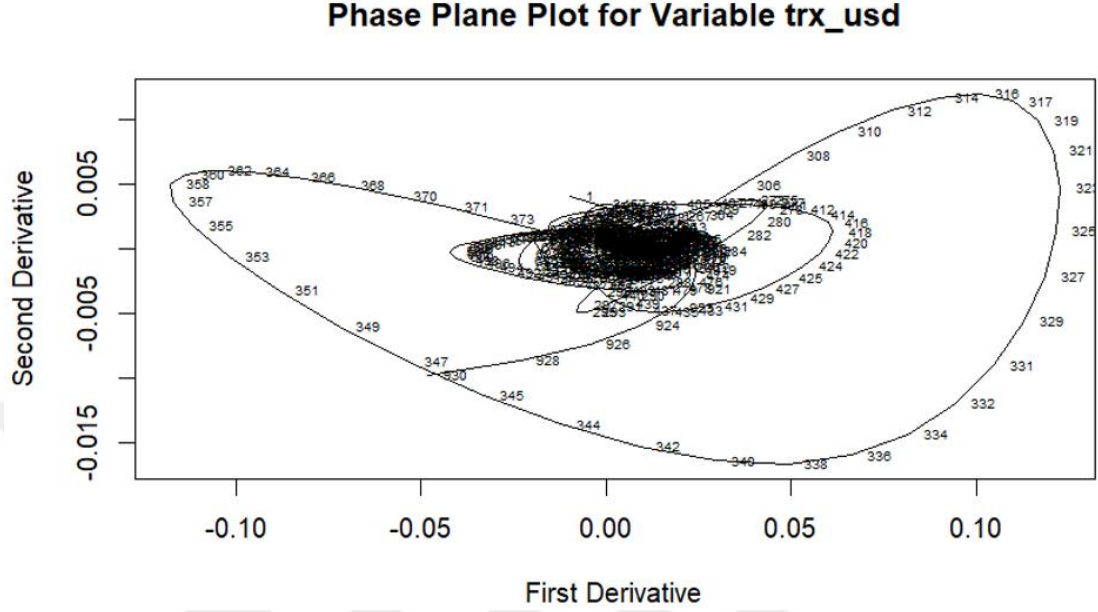


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Atom'un 01.01.2020 – 31.07.2023 yılları arasındaki Şekil 15'de yer alan verileri faz düzlemi üzerinde incelendiğinde çok sayıda geniş döngüler etrafında yayıldığı görülmektedir. Kinetik enerjinin maksimum seviyelere ulaştığı bir başka ifadeyle alımların ve satışların arttığı birçok noktaya sahip olduğu görülmektedir. 429.günde alımların, bir diğer deyişle artış hızının maksimum olduğu ve 599.günde satışların, azalış hızının mutlak maksimum olduğu görülmektedir. Kinetik enerji ve potansiyel enerji arasındaki değişimlerin çok sayıda ve büyük ölçekli olması riski seven, sürekli alım satım yapan yatırımcılar için tercih edilebileceği görülmektedir.

*Tron (TRX)

Şekil 16: TRX Faz Düzlemi

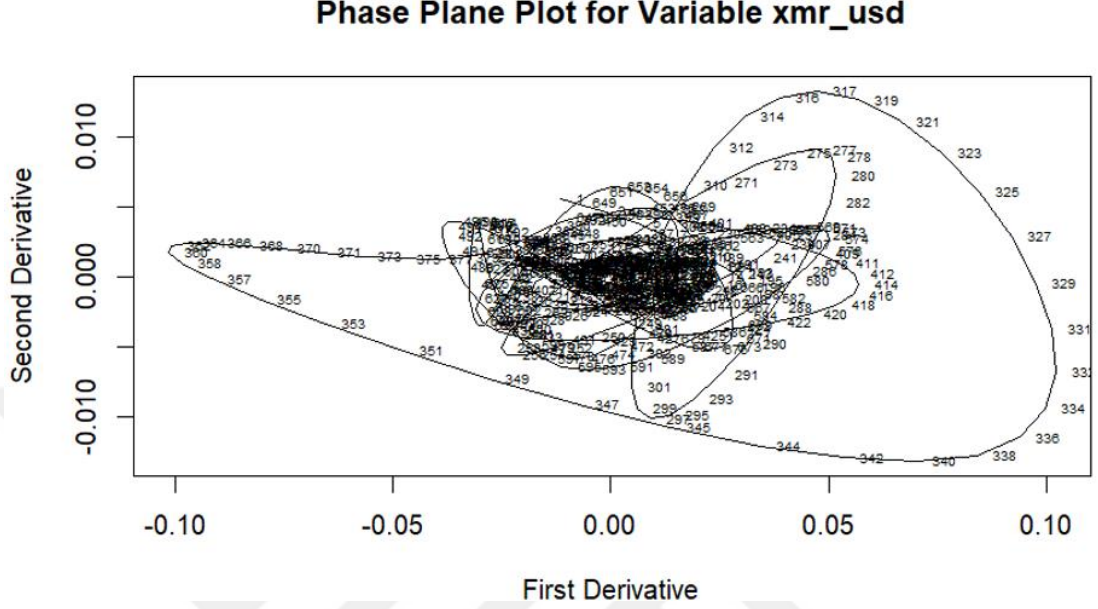


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

TRX'in 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki verilerini şekil 16'da faz düzlemi üzerinde incelediğimizde yine Atom ve Doge gibi oldukça geniş döngüler elde edildiği görülmektedir. 304.gün sonrasında alımların, artış hızının artmaya başladığı ve 325.günde maksimuma ulaştığı ve 344.günden sonra satışların, azalış hızının arttığı ve 35.günde maksimuma ulaştığı görülmektedir. Kinetik enerji ve potansiyel enerji arasındaki değişimlerin çok sayıda olmasına rağmen döngülerin bir büyük döngü dışında daha küçük çaplı olması diğer kripto paralara göre nispeten daha risksiz bir yatırım aracı olduğu göstermektedir.

*Monero (XMR)

Şekil 17: XMR Faz Düzlemi

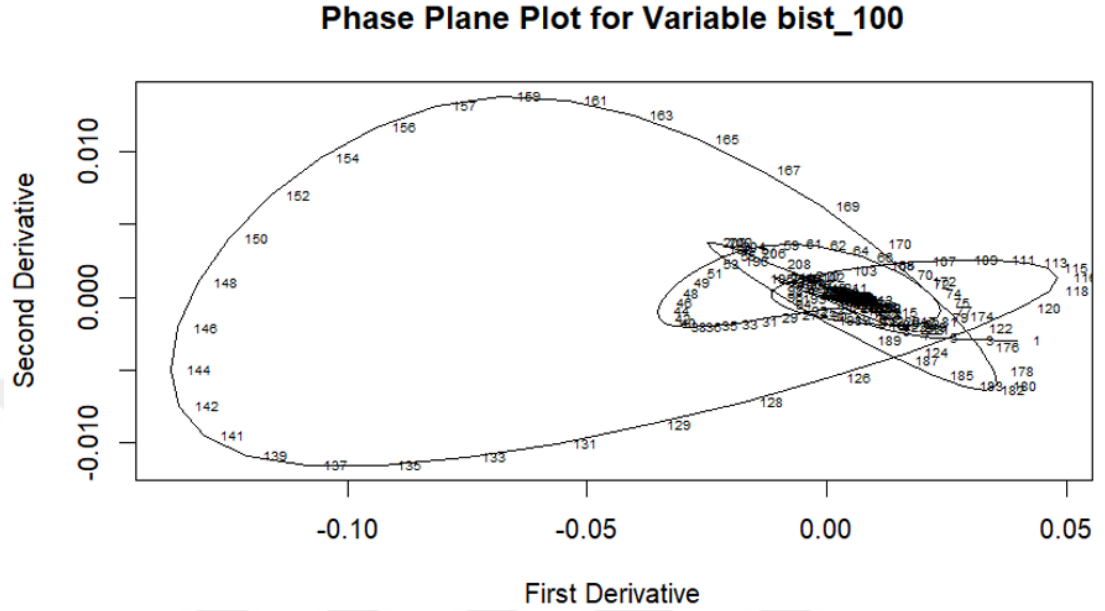


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kripto paralarda son olarak Xmr'nın 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasındaki verileri incelenmiştir. Faz düzlemi üzerinde Enerji değişim döngüsünün Xrp'de olduğu gibi büyük enerji değişimleri görülmektedir. 310.gün sonrasında alımlar, artış hızının arttığı ve akabinde 347.gün sonrasında satışların, azalış hızının arttığı görülmektedir. Ani alış ve satışların maksimum seviyede yaşandığı bir kripto para olarak gözükmektedir. Potansiyel enerji ve kinetik enerji arasındaki değişimlerin yaratmış olduğu döngülerinde büyük çaplı olduğunu görülebilmektedir. Enerji değişiminin veya fiyat değişiminin hem çok fazla hem de çok büyük oranda olması kripto paralar arasında riskli coinlerden bir tanesi olmasına yol açmaktadır.

*Bist-100 Endeksi

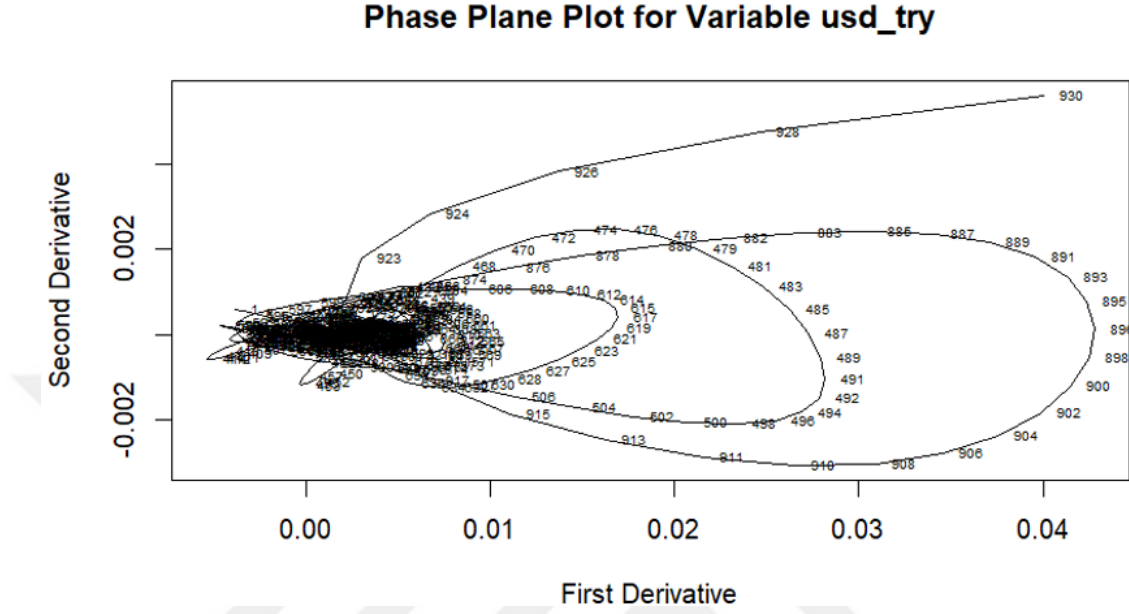
Şekil 18: Bist-100 Endeksi Faz Düzlemi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kripto paralardan sonra ise şekil 18'de yer alan Bist-100 endeksi verisini incelediğimizde yine 01.01.2020 - 31.07.2023 yılları arasında yer alan verilerde Bist-100'ün az sayıda ve daha küçük çaplı döngülere sahip olduğu anlaşılmaktadır. 103.gün sonrasında satın alımların, artış hızının arttığı ve 128.günden sonra satışların, azalış hızının artmaya başladığı olduğu görülmektedir. 128.gün sonrası satışlarda büyük bir artış gözükse de sonrasında azalış hızının kesildiği ve daha stabil bir yapıda hareket ettiği görülmektedir. Risk düzeyinde bakarsak kripto paralara kıyasla daha güvenilir olduğu söylenebilmekteyken daha çok stabil kalması da kar bakımından fırsatlar sunmadığını göstermektedir.

Şekil 19: USD Faz Düzlemi

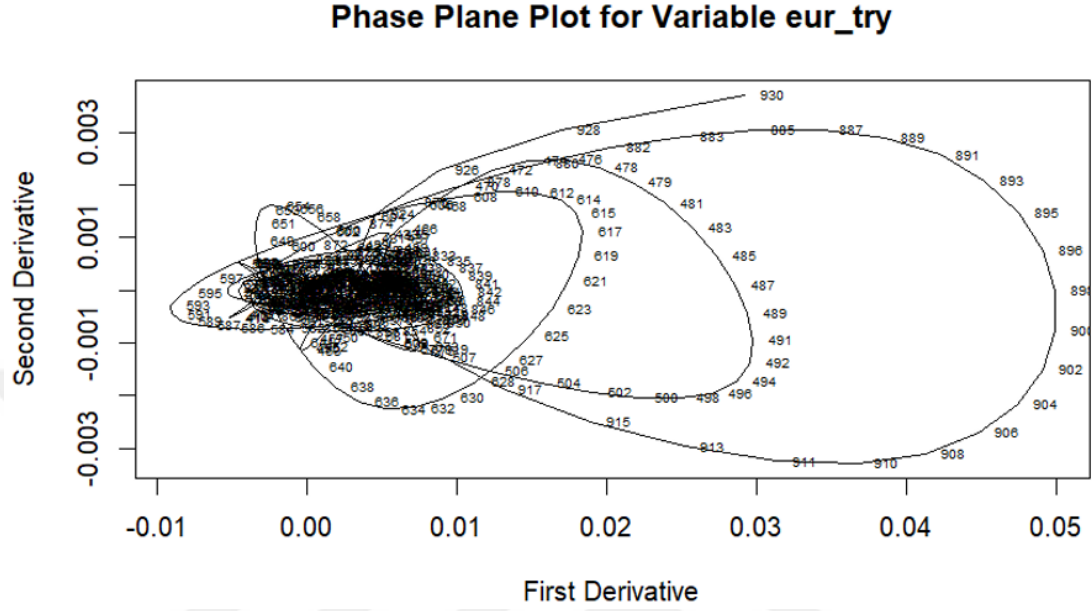


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kripto paralar ve Bist-100 verisinden sonra şekil 19'da yer alan Usd'nin faz düzlemi üzerindeki döngü merkezinin sağa doğru olduğu ve net pozitif hızın arttığı görülmektedir. Özellikle 463.gün, 873.gün ve 923.günlerden sonra alımların, artış hızının çok büyük oranlarda arttığı görülmektedir. Verinin incelendiği dönem boyunca pozitif anlamda kinetik enerjinin sürekli bir artış yaşadığı ve bir yükseliş trendi yakaladığı görülmektedir. Bu döngüler baz alındığında Usd incelenen diğer tüm yatırım araçlarıyla kıyaslandığında risk düzeyinin minimum olduğu yatırım aracı olarak gözükmektedir. Kısa vadeli al sat fırsatı sunan yatırım araçlarından biri olarak söylenebilir. Risk bakımından değerlendirildiğinde artış hızı daha yüksekken azalış hızlarının daha düşük olduğu net bir biçimde görülmektedir.

*Euro

Şekil 20: Euro Faz Düzlemi

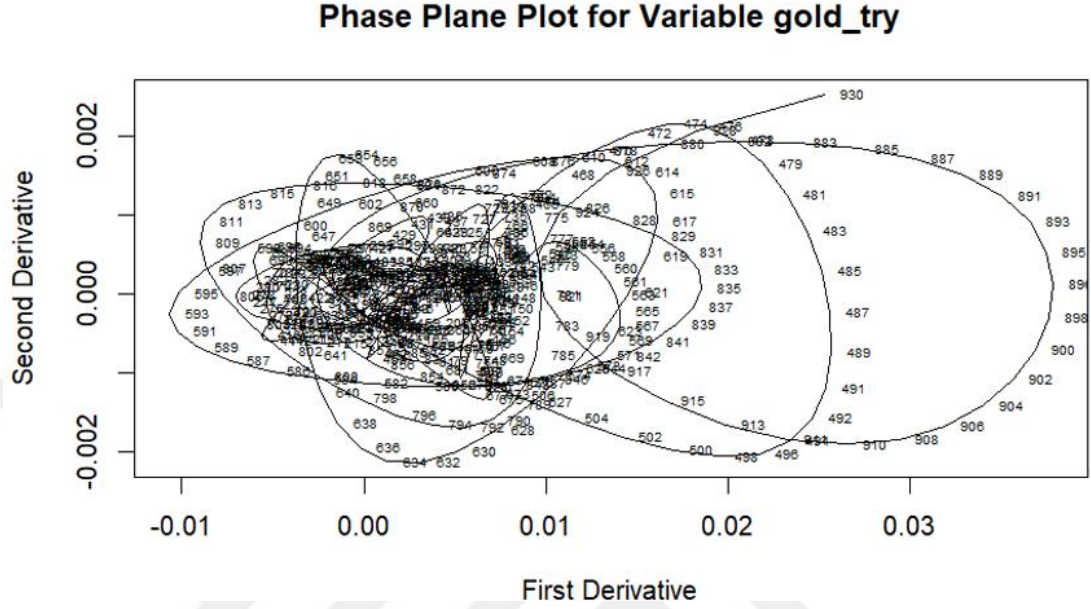


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 20'de yer alan Euro'nun faz düzlemi üzerindeki döngü merkezinin sağa doğru olduğu ve net pozitif hızın arttığı görülmektedir. Usd'ye çok benzer bir faz düzlemi şekli olan Euro 463.gün, 873.gün ve 923.günlerden sonra alımlar, artış hızı çok büyük oranlarda arttığı görülmektedir. Usd gibi diğer tüm yatırım araçlarıyla kıyaslandığında risk düzeyinin minimum olduğu yatırım aracı olarak gözükmektedir. Kısa vadeli al sat fırsatı sunan yatırım araçlarından biri olarak söylenebilir. Risksiz yatırım araçları arasında Usd gibi en üst sırada yer alması gerektiğini söylenebilmektedir.

*Altın

Şekil 21: Altın Faz Düzlemi

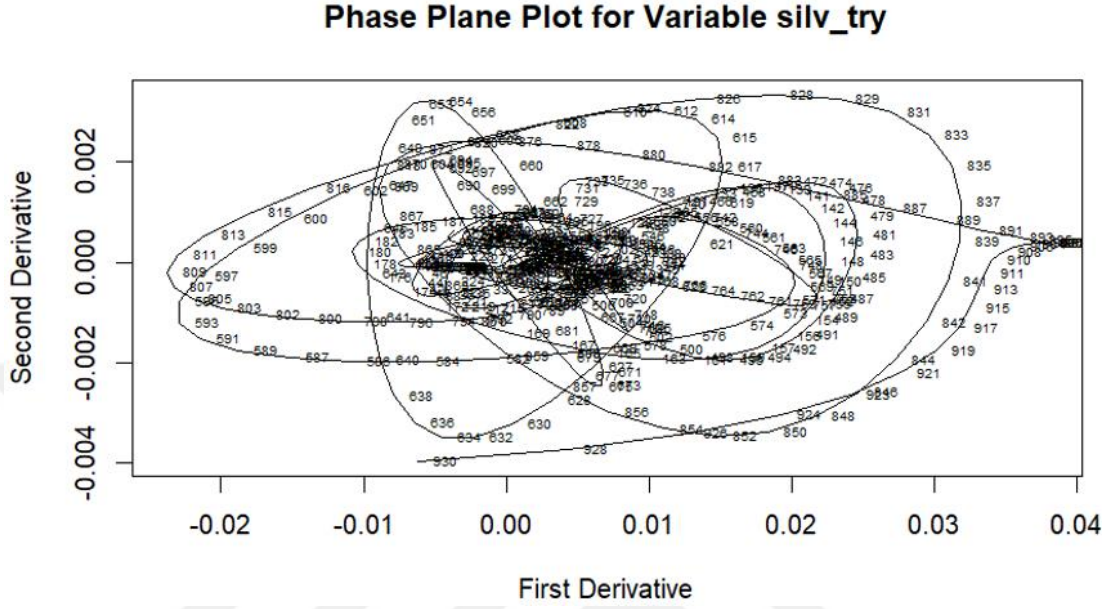


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 21’de yer alan altın verisinde X eksenindeki değerlere bakıldığında döngülerin küçük çaplı hareket ettiği söylenebilir bununla birlikte enerji değişiminin bir hayli fazla yaşandığı görülmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru yayılması net pozitif hızı olduğunu göstermektedir. Özellikle 872.gün sonrasında alışların, artış hızının arttığı ve 593.günde satışların, azalış hızının maksimum olduğu görülebilmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru olması net pozitif hızın olduğunu göstermektedir. Dolar ve Euro’ya göre fiyat değişiminin çok daha keskin olduğu söylenebilir. Verilerin baz alındığı dönem boyunca yükseliş trendinde olan altın iyi bir yatırım aracı olarak gözükürken enerji veya değişimin sürekli olması kısa vadeli al sat işlemlerinden çok alıp tutulacak uzun vadeli bir yatırım aracı olarak gözükmemektedir. Kısa vadeli olarak al sat fırsatı ve kısa dönemli kar beklentisinin beklenmemesi gerekmektedir ama uzun vadeli olarak sürekli yükselen bir trendi olduğu gözükmemektedir.

*Gümüş

Şekil 22: Gümüş Faz Düzlemi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Son olarak Şekil 22’de yer alan gümüş verisinde döngülerin oldukça küçük çaplı olduğu ve muadil yatırım aracı olarak altına göre daha değişken bir yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Potansiyel ve kinetik enerji arasındaki değişimlerin oldukça geniş çaplı ve sık olduğu gümüş yatırım aracı olarak dolar, euro ve altına göre biraz daha riskli bir yapıda olduğu gözlemlenmektedir. Döngü merkezinin sağa doğru olması net pozitif hızı olduğunu göstermektedir. Özellikle 876.gün sonrasında satın alışların, artış hızının arttığı ve 593.gün satışların, azalış hızının mutlak maksimum olduğu görülebilmektedir. Verilen baz alındığı dönemde altın gibi yükseliş trendinde olan gümüş kısa vadeli bir yatırım aracı olmak yerine uzun vadeli alınıp tutulması gereken bir yatırım aracı olarak görülmektedir. Kısa vadeli olarak al sat fırsatı ve kısa dönemli kar beklentisinin beklenmemesi gerekmektedir.

SONUÇ

İnsanlar, yıllar içerisinde kazandıklarını değerlendirmek veya ülkelerindeki ekonomik problemlere karşı para değerini korumak için birçok yatırım aracı aramaktadır. Kripto paralara son yıllarda artan ilgi piyasadaki hacmi oldukça arttırmıştır. Yatırım aracı olarak tercih edilme oranı yeni artmaya başlayan kripto paraların dışarıdan pek olumlu bir algısı bulunmamaktadır. Genellikle klasik yatırım araçlarını tercih eden ve blok zincir teknolojisine uzak yatırımcıların hâkim olmadığı bir piyasadır. Özellikle kriz zamanlarındaki ani iniş çıkışlar, bazı kripto borsaların batması ve Luna gibi bilinen coinlerin çökmesi kripto tarafında yatırım yaparken bir endişe yaşanmasına sebep olmuştur. Peki kripto paralar gerçekten bu kadar sert iniş çıkışlar yapıyor mu? Faz düzlemleri üzerinde potansiyel ve kinetik enerji değişimlerini inceleyerek bu düzlemler üzerinde yapacağı döngüler bu soruya yanıt aramak için çok elverişli bir yöntem olmuştur. Çalışmada kripto paralarla birlikte Bist-100endeksi, ABD doları ve Euro döviz kurları incelenmiştir. Çalışmada potansiyel ve kinetik enerji ilişkisini kullanarak yatırımcılar açısından risk düzeyleri yatırımcıların yapacakları tercihler için bir yön verme amacıyla incelenmiştir.

Kripto paraların ve Bist-100 endeksinin risk düzeylerinin genel anlamda yüksekken Usd ve Euro döviz kurlarının risk düzeyinin çok daha düşük olduğu görülmüştür. Pandemi dönemiyle başlayan dünya ekonomisindeki dalgalanmalar ve bunun Türkiye üzerindeki etkileri ve aynı zamanda ekonomi politikalarının güven vermemesi bu kriz ortamında yatırımcıların risk almasına engel olmuş görünmektedir. Kripto paraların risk düzeyinin yüksek olması bir açıdan olumsuz gözükse de yatırımda bulunacak kişilerin yatırım stratejisine göre tercih edilebilir. Kripto para piyasasının 7/24 aktif olması nedeniyle dünya genelinde yaşanan olumlu veya olumsuz her habere çok hızlı tepki vermektedir. Örneğin; Çin hükümetinin kripto paralara getirmiş olduğu kısıtlama haberi piyasada çok ani ve negatif bir etki bırakmıştır. Ayrıca son zamanlarda kripto tarafından beklenen ETF (borsa yatırım fonu) haberinin de kripto tarafına önemli ölçüde pozitif bir etki yapması beklenmektedir.ETF onayının gelmesi ile Bitcoin almadan Bitcoin'e yatırım yapılmasına fırsat açacaktır. Bitcoin'deki fiyat hareketlerinden kar edilebilmesini ve hiçbir borsa kullanmadan bu yatırımların yapılmasına olanak sağlayacaktır. Bazı dolandırıcı borsaların olması ve

iflas eden borsaların olması kripto alanında korku yaratmasının da önüne geçmesi beklenmektedir. Bu yüzden kripto paralar yatırım piyasalarını sürekli takip edebilen, temel ve teknik analiz seviyesi yüksek olan yatırımcılar için yüksek karlar elde edilebilmelerini sağlayan bir yatırım aracıdır. Teknolojinin etkisiyle birlikte kripto paralardaki olumlu gelişmeler buraya olan ilgiyi de artırmaktadır.

Kripto paralardaki değişim daha çok evrensel etkiler üzerinden okunsa da Bist-100 endeksi ve döviz kurları ülkelerin ekonomi politikalarıyla doğrudan etkilidir. Ülkelerde belirlenen faiz oranlarını döviz kurlarında ve Bist-100 endeksi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kur faiz ilişkisine bakacak olursak Türkiye gibi dışarıdan gelecek finansmana ihtiyaç duyan ülkeler için faiz oranı oldukça önemlidir, çünkü Türkiye ekonomisinde risklerin yüksek olması yani cari açığın yüksek, dış finansman ihtiyacı yüksek ve ekonomi politikalarının sürekli değişken olması sebebiyle yabancı yatırımcıların çekilebilmesi için faiz oranlarının yüksek olması gerektiği söylenebilmektedir. Faiz oranının düşük olması yatırımcıyı uzaklaştırır ve döviz kurlarının artmasına sebep olmaktadır.

Yatırımcıların belirli bir finansal okur yazarlık düzeyine sahip olması da gerekmektedir. Son zamanlarda dünya genelindeki enflasyon artışı ve yaşanan ekonomik istikrarsızlıklar yatırımcıları bu konuda daha bilinçli tercihle yapmaya itebilmektedir. Riskseven yatırımcıların kripto paralara yatırım yapmasının ve riskten kaçınan yatırımcıların ise döviz kurlarına yatırım yapmasının daha mantıklı olduğu söylenebilmektedir.

KAYNAKÇA

Binance Academy. (2018). *What is BNB?*, (28.11.2018),
<https://academy.binance.com/tr/articles/what-is-bnb>, (16.11.2023).

Binance Academy.(2021). *What I Cosmo (ATOM)?*, (04.11.2021),<https://academy.binance.com/en/articles/what-is-cosmos-atom>, (17.11.2023).

Buterin, V. (2013). *Ethereum: Whitepaper. A Next Generation Smart Contract & Decentralized Application Platform*. <https://whitepaper.io/document/5/ethereum-whitepaper>.

Coinmarketcap. (2024a). <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#market-cap>, (03.01.2024).

Coinmarketcap. (2024b). <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#bitcoin-dominance>, (03.01.2024).

Coinmarketcap. (2024c). <https://coinmarketcap.com/tr/charts/#fear-and-greed-index> (03.01.2024).

Coin Mühendisi. (2023b). *Cardano (\$ADA) Nedir?* (13.07.2023),
<https://coinmuhendisi.com/blog/cardano-nedir/>, (16.11.2023).

Coin Mühendisi. (2023a). *Doge Coin Nedir?* (14.11.2023),
<https://coinmuhendisi.com/blog/dogecoin-nedir/>, (16.11.2023).

Coinstats. (2022). *What Is Crypto Fear and Greed Index*. (10.10.2022),
<https://coinstats.app/blog/what-is-crypto-fear-and-index/>, (20.10.2023).

Crypto. (2023). *What Is Bitcoin Dominance?* (08.11.2023),
<https://crypto.com/university/what-is-bitcoin-dominance>, (01.12.2023).

Deniz, Elvan A. (2020). *Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto*

Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2020).

Ertaş, K. Köymen Keser, İ. (2008). Düzgünleştirilmiş fonksiyonel ana bileşenler analizi ile imkb verilerinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi*, 8: 132.

Güven,E. (2020). *En Sade Anlatımla Blockchain Nedir, Nasıl Çalışır?*, (07.06.2020), <https://tr.cointelegraph.com/news/a-simple-explanation-of-what-is-blockchain-and-how-its-works>, (15.11.2023).

Investing. (2024a) <https://www.investing.com/crypto/currencies> (12.01.2024).

Investing. (2024b) <https://www.investing.com/crypto/charts> (28.01.2024).

Kalaitsiz A. (2018). *Bitcoin - Monero analysis: Pearson and Spearman correlation coefficients of cryptocurrencies.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Mälardalen University-Sweden. School of Education, Culture and Communication Division of Applied Mathematics.

Kesebir M, Günceler B. (2019). Kripto Para Birimlerinin Parlak Geleceği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. (25.01.2019), 7, 602-625.

Köymen Keser, İ. (2015). Döviz Kuru ve Hisse Senedi Enerji Değişimlerinin Faz Düzlemleri Aracılığıyla İncelenmesi. *İstatistikçiler Dergisi*. İstatistik & Aktüerya 8(2), 36:57.

Kriptotrends, (2023). *Tron Coin (TRX) Nedir? Tron Coin Geleceği!* (12.03.2023), <https://kriptotrends.com/tron-coin-trx-nedir/>, (17.11.2023).

Küçüköğlü, S. (2021). *Kripto Para ve Kripto Paranın Muhasebeleştirilmesi: Kripto Para Birimleri İle İlgili Düzenlemelerin Dünya'da ve Türkiye'de İncelenmesi.*

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 20(42), 1269-1291

Lee, H.J. (2004). *Functional Data Analysis: Classification and Regression*. Doctor of Philosophy, Texas A&M University.

Ledger. (2022). *What Is Blockchain?* (09.20.2022),
<https://www.ledger.com/academy/what-is-blockchain>, (15.08.2023).

McGill University. *Phase-Plane Plotting of the Goods Index*.
<https://www.psych.mcgill.ca/misc/fda/ex-goods-c2.html>, (19.12.2023)

Mclean, M. (2018). *What is Functional Data Analysis?*. (10.07.2018),
<https://www.displayr.com/what-is-functional-data-analysis/>, (05.12.2023).

Moreland, K. (2019). *The History of Bitcoin and Cryptocurrencies: Explained*,
23.10.2019, <https://www.ledger.com/academy/crypto/a-brief-history-on-bitcoin-cryptocurrencies> (10.08.2023).

Nakamoto, S. (2008) *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Okx. (2023a). *A Beginner's Guide to Hashing in Blockchain*. (04.02.2023),
<https://www.okx.com/learn/blockchain-hashing-guide>, (05.12.2023).

Okx. (2023b). *Ethereum Virtual Machine(EVM):Everything You Need to Know*,
(27.06.2023). <https://www.okx.com/learn/ethereum-virtual-machine-evm>
(16.11.2023).

Philips D. (2021). *What is Polygon?* <https://coinmarketcap.com/academy/article/what-is-polygon-matic>, (17.11.2023).

Pirim, Elif C. (2022). *Kripto Para ve Kripto Paranın Muhasebeleştirilmesi: Kripto*

Para Birimleri İle İlgili Düzenlemelerin Dünya'da ve Türkiye'de İncelenmesi.
(Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
2022)

Plisio, (2023). *What Is Monero (XMR)?* (27.08.2023), <https://plisio.net/blog/what-is-monero-xmr/>, (17.11.2023).

Ramsay, J.O, Silverman B.W. (2002). *Applied Functional Data Analysis: Methods and Case Studies.* Springer – Verlag: New York.

Şafak, Ç. (2019). Fonksiyonel Veri Analizi ve Sağlık Alanına Özgü Uygulama.
(Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Tanrıverdi M, Uysal M, Üstündağ M.T. (2019) Blokzinciri Teknolojisi Nedir ? Ne Değildir ?: Alanyazın İncelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi.* 12(3): 206-209

Triple-a (2023). *Cryptocurrency Ownership Data.* <https://triple-a.io/cryptocurrency-ownership-data/> , (31.12.2023).

Ulukut,O. (2018). *Bitcoin Nasıl Çalışır?* (09.05.2018),
<https://webrazzi.com/2018/05/09/bitcoin-nasil-calisir/> (15.11.2023).

Ulbricht, J. (2004). *Representing Functional Data as Smooth Functions.* A Master Thesis, Humboldt University Institute of Statistics and Econometrics, Berlin.

Yalçinkaya, (2023). *Ripple (XRP) nedir? XRP Geleceği projesi ve yorumları.*
(21.09.2023), <https://uzmancoin.com/ripple-xrp-nedir-ripple-rehberi/>, (16.11.2023).

Yaraee, K. (2011). *Functional Data Analysis With Application to Ms and Cervical Vertebrae Data.* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). University of Alberta, Department of Mathematical and Statistical Sciences.