



**TARSUS**  
ÜNİVERSİTESİ

**T.C.**  
**TARSUS ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**FİNANS VE BANKACILIK ANA BİLİM DALI**

**KRİPTO VARLIKLARIN PORTFÖY SÜRECİNE DAHİL  
EDİLMESİNİN OPTİMİZASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ:  
BİST 30 ÖRNEĞİ**

**BEŞİRE KOCA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARSUS – 2023**

**T.C.**  
**TARSUS ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**FİNANS VE BANKACILIK ANA BİLİM DALI**

**KRİPTO VARLIKLARIN PORTFÖY SÜRECİNE DAHİL  
EDİLMESİNİN OPTİMİZASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ:  
BİST 30 ÖRNEĞİ**

**BEŞİRE KOCA**

**Doç. Dr. SAFFET AKDAĞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARSUS – 2023**

**Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne;**

Bu çalışma, jüri tarafından Finans ve Bankacılık Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Başkan:** Doç. Dr. Saffet AKDAĞ  
(Danışman)

**Üye:** Prof. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU

**Üye:** Doç. Dr. Kemal EYÜBOĞLU

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../2023 tarih ve ...../.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2023

Prof. Dr. Osman Murat ÖZKENDİR  
Enstitü Müdürü

**NOT:** Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

## ETİK BEYANI

Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım 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 ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

07 / 03 / 2023

Beşire KOCA

## ÖZET

# KRİPTO VARLIKLARIN PORTFÖY SÜRECİNE DAHİL EDİLMESİNİN OPTİMİZASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ: BİST 30 ÖRNEĞİ

Beşire KOCA

Yüksek Lisans, Finans ve Bankacılık Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Saffet AKDAĞ

Mart 2023, 64 sayfa

21. yy. da bilim ve teknolojide yaşanan gelişmeler, finansal piyasaları değiştiren bir süreç başlatmıştır. Bu süreçte ortaya çıkan yeniliklerden biride kripto varlıklardır. Bu varlıklar 2008 yılından itibaren başta Bitcoin olmak üzere günlük hayata girmiş olup ve son yıllarda işlem hacimlerinde önemli ölçüde artışlar yaşanmıştır. Kripto varlıkların, yüksek getiri ve yüksek volatiliteye sahip olması bazı yatırımcılara cazip olurken bazı yatırımcılar içinse uzak durmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, portföy çeşitlendirilmesinde kripto varlıkların kullanılabilirliği ve bu doğrultuda portföy performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulanık Doğrusal Programlama Modelinin kullanıldığı çalışmada, BİST 30’da yer alan pay senetleri ile analiz dönemi itibariyle en yüksek işlem hacmine sahip beş kripto varlık olan Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin ve Monero’nun 04 Eylül 2016 – 26 Haziran 2022 tarihleri arasında ki haftalık verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada; iki farklı portföy oluşturulmuştur. İlk portföy optimizasyonun da sadece BİST 30’da yer alan pay senetleri kullanılmış, ikincisinin de ise, BİST 30’da yer alan pay senetleri ve analize konu olan kripto varlıklar kullanılmıştır. Optimizasyon sonucunda sadece BİST 30’da yer alan pay senetlerinin kullanılarak elde edilen optimal portföyün getirisi ve riskinin BİST 30 ve kripto varlıklarından oluşan optimal portföyün getirisi ve riskine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, kripto varlıkların portföy performansı ve çeşitlendirilmesi açısından iyi bir yatırım aracı olabilecekleri ve portföy performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** BİST 30, Kripto Varlıklar, Doğrusal Programlama Modeli, Portföy Optimizasyonu.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF INCLUDE CRYPTO ASSETS IN THE PORTFOLIO PROCESS ON OPTIMIZATION RESULTS: BİST 30 EXAMPLE**

**Beşire KOCA**

**Master Thesis, Finance and Banking Division**

**Supervisor: Assoc. Dr. Saffet AKDAĞ**

**March 2023, 64 pages**

The improve in science and technology in the 21st century have started a process that affects financial markets. One of the innovations that emerged in this process is crypto assets. These assets, especially Bitcoin, have entered daily life since 2008 and there has been a significant increase in transaction volumes in recent years. While crypto assets have high returns and high volatility, they are attractive to some investors, while others keep them away. In this study, the usability of crypto assets in portfolio diversification and its effects on portfolio performance in this direction were investigated. In the study in which the Fuzzy Linear Programming Model was used, the stocks in BIST 30 and the five crypto assets with the highest transaction volume as of the analysis period, Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin and Monero, were analyzed weekly between 04 September 2016 and 26 June 2022 data has been used. In the study; Two different portfolios were created. In the first portfolio optimization, only stocks in BIST 30 were used, and in the second, stocks in BIST 30 and crypto assets subject to analysis were used. As a result of the optimization, it has been determined that the return and risk of the optimal portfolio, which is obtained by using only the payment results in BIST 30, is lower than the return and risk of the optimal portfolio consisting of BIST 30 and crypto money management. Therefore, it has been concluded that crypto assets can be a good investment tool in terms of portfolio performance and diversification and have positive effects on portfolio performance.

**Keywords:** BIST 30, Crypto Assets, Linear Programming Model, Fuzzy Logic, Portfolio Optimization.

## ÖNSÖZ

Çalışma konusu, çalışmanın hazırlanması süreçlerinde hiçbir zaman bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen kıymetli zamanını benimle paylaşan değerli danışman hocam Doç. Dr. Saffet AKDAĞ'a çok teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca bana yön gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen yüreklendirici sözleri ile akademik yolda yürüme şevki kazandıran ve öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım manevi babam Prof. Dr. Selahattin ÇINAR hocama sonsuz şükranlarımı sunarım. Tez jürimde yer alarak yapıcı ve geliştirmeye yönelik eleştirileri ve önerileriyle tezimde ve akademik hayatımda nasıl bir yol izleyeceğim hususunda kıymetli fikirlerini paylaşan Prof. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU ve Doç. Dr. Kemal EYÜBOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans döneminde görüş ve tecrübeleriyle kendimi geliştirmemi sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Ayşe ERGİN ÜNAL'a çok teşekkür ederim. Son olarak hayatım boyunca beni destekleyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem Hatice KOCA, babam Bahittin KOCA, abim Yunus KOCA kardeşlerim Adile KOCA, Gülay KOCA, Vakkas KOCA ve yeğenim Mustafa KOCA'ya sonsuz şükranlarımı sunar ve teşekkür ederim.

## KISALTMALAR

**BİST 30 (XU030):** Borsa İstanbul 30 Endeksi

**BTC:** Bitcoin

**ETH:** Ethereum

**LTC:** Litecoin

**XMR:** Monero

**XRP:** Ripple



## TABLolar LİSTESİ

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| <b>Tablo 1.1.</b> Kripto Varlıkların Avantaj ve Dezavantajları .....                         | 10           |
| <b>Tablo 2.1.</b> Getiri ve Portföyün Getirisi .....   | 13           |
| <b>Tablo 2.2.</b> Beklenen Getiri ve Portföyün Beklenen Getirisi .....                       | 14           |
| <b>Tablo 2.3.</b> Varyans ve Portföy Varyansı.....   | 15           |
| <b>Tablo 2.4.</b> Aktif ve Pasif Yönetimin Karşılaştırılması .....                           | 22           |
| <b>Tablo 2.5.</b> Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller .....                 | 26           |
| <b>Tablo 2.6.</b> Ortalama Varyans Modeli .....  | 27           |
| <b>Tablo 2.7.</b> Ortalama Mutlak Sapma Modeli.....  | 28           |
| <b>Tablo 3.1.</b> Portföyde Yer Alan Pay Senetleri ve Ağırlıkları .....                      | 46           |
| <b>Tablo 3.2.</b> Portföyde Yer Alan Pay Senetleri ile Kripto Varlıklar ve Ağırlıkları ..... | 47           |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| <b>Şekil 1.1.</b> Kripto Varlıkların Temel Yapısı .....                 | 2            |
| <b>Şekil 1.2.</b> Kripto Varlıkların İşlem Süreci.....                  | 5            |
| <b>Şekil 1.3.</b> Kripto Piyasası (Bitcoin Dahil ve Hariç) Grafiği..... | 6            |
| <b>Şekil 1.4.</b> Dünya Geneline Bitcoin'i Kabul Gören Firmalar .....   | 8            |



## EKLER LİSTESİ

Sayfa

|  |    |
|--|----|
| <b>Ek 1:</b> BİST 30'da (XU030) Yer Alan Hisse Senetleri ..... | 64 |
|--|----|



## İÇİNDEKİLER

|                        | SAYFA |
|------------------------|-------|
| ÖZET .....             | i     |
| ABSTRACT.....          | ii    |
| ÖNSÖZ .....            | iii   |
| KISALTMALAR.....       | iv    |
| TABLolar LİSTESİ ..... | v     |
| ŞEKİLLER LİSTESİ ..... | vi    |
| EKLER LİSTESİ .....    | vii   |
| GİRİŞ.....             | 1     |

### BÖLÜM I

#### KRİPTO VARLIK

|  |   |
|--|---|
| 1.1. Kripto Varlık Kavramı.....                                | 2 |
| 1.2. Kripto Varlıkların Ortaya Çıkışı.....                     | 3 |
| 1.3. Kripto Varlıkların İşlem Süreci.....                      | 4 |
| 1.4. Kripto Varlıkların Kullanımı.....                         | 6 |
| 1.5. Kripto Varlık Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları..... | 9 |

### BÖLÜM II

#### PORTFÖY YÖNETİMİ

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Portföy Kavramı .....                       | 12 |
| 2.2. Portföylerde Beklenen Getiri ve Risk.....   | 12 |
| 2.2.1. Portföyün Beklenen Getirisi.....          | 13 |
| 2.2.2. Portföy Riski.....                        | 14 |
| 2.3. Portföy Yönetim Yaklaşımları .....          | 16 |
| 2.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı.....         | 16 |
| 2.3.2. Modern Portföy Yaklaşımı.....             | 17 |
| 2.4. Portföy Yönetim Stratejileri.....           | 19 |
| 2.4.1. Aktif Portföy Yönetim Stratejisi.....     | 20 |
| 2.4.2. Pasif Portföy Yönetim Stratejisi.....     | 21 |
| 2.5. Etkin Piyasa ve Portföy Optimizasyonu ..... | 22 |
| 2.5.1. Etkin Piyasa.....                         | 23 |
| 2.5.2. Portföy Optimizasyonu.....                | 24 |

|  |    |
|--|----|
| 2.5.2.1. Portföy Optimizasyon Modeller.....  | 24 |
| 2.5.2.1.1. Ortalama Varyans Modeli .....     | 26 |
| 2.5.2.1.2. Ortalama Mutlak Sapma Modeli..... | 27 |

### **BÖLÜM III**

#### **KRİPTO VARLIKLARIN PORTFÖY SÜRECİNE DAHİL EDİLMESİNİN OPTİMİZASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ: BİST 30 ÖRNEĞİ**

|   |           |
|---|-----------|
| 3.1. Araştırmanın Amacı .....   | 29        |
| 3.2. Literatür.....   | 29        |
| 3.2.1. Kripto Varlıkların Portföye Eklenmesi İle Yapılan Optimizasyon<br>Çalışmaları.....                     | 30        |
| 3.2.2. Bulanık Mantık Modeli İle Yapılan Portföy Optimizasyonu Çalışması...33                                 |           |
| 3.3. Veri Seti.....   | 38        |
| 3.4. Yöntem.....  | 39        |
| 3.5. Bulgular.....  | 44        |
| 3.5.1. BİST 30 Endeksinde Yer Alan Pay Senetlerinin Kullanıldığı Portföy<br>Optimizasyon Sonuçları.....       | 44        |
| 3.5.2. BİST 30 Pay Senetleri ve Kripto Varlıklar ile Gerçekleştirilen Portföy<br>Optimizasyonu Sonuçları..... | 46        |
| <b>SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>EKLER .....</b>  | <b>64</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>  | <b>65</b> |

## GİRİŞ

Son zamanlarda kripto varlıklar piyasa içerisinde hızla artış göstermekte olup ayrıca dünyadaki tüm finansal yatırımcılar tarafından erişebilir hale getirmiştir. Kripto varlıklar gelişmiş teknoloji, güvenli yapısı ve ayrıca yatırım aracı olarak kabul edildikleri için girişimcilerin ilgisiyle karşılaşmışlardır (Klein vd., 2018:105).

Genel olarak kripto varlıklar, yatırım yapacak kişilerin zihinlerinde umut oluştururken diğer taraftan da korku oluşturan ve geleneksel yatırım araçlarının dışına çıkan bir teknoloji olarak algılanmıştır. Bu varlıklar yenilikçi ve etkin bir ödeme sistemiyle yatırımcılarına birçok imkânlar sunmaktadırlar. Ancak yatırımcılara, tüketicilere ve işletmelere finansal sistemlere ayrıca ulusal güvenliğe zarar verebilecek riskleri oluşturma durumu bulunabilmektedir (Guesmi vd.,2019:431). Bu varlıkların özü “blockchain” adı verilen bir sisteme dayanmaktadır. Günümüze baktığımızda Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin ve Monero gibi 9586’dan fazla kripto varlık bulunmaktadır (Gültekin,2017:97; tr.investing.com,2022,a.g.i.s.). Dünya çapında kripto varlıklar yeni bir ödeme ve yatırım aracı olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu teknoloji de üçüncü kişilerin bulunmamasıyla işlem maliyetinin azalması ve hızlı gerçekleşmesi sağlamıştır (Wong vd.,2018:2).

Bu çalışmada bulanık doğrusal programlama modeli ile ilk etapta sadece BİST 30 da yer alan pay senetleri ile optimizasyonu gerçekleştirilmiş daha sonra ise optimizasyon sürecine kripto varlıkları dâhil edilerek yeni bir optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve her iki optimizasyon işleminden elde edilen sonuçlar getiri ve risk yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu süreçte finansal enstrümanların 04 Eylül 2016 – 26 Haziran 2022 tarihleri arasında haftalık yüzdeler getirileri kullanılmıştır. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kripto varlık ve kripto varlığa yönelik genel bilgiler verilmiş, ikinci bölümde portföy kavramı, yaklaşımları, stratejileri ve optimizasyonuna yönelik bilgilere yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise; araştırmanın amacı, literatür taraması, veri seti, yöntem, bulgulara değinilmiş olup son kısımda bulgular yorumlanarak önerilerde bulunulmuştur.

# BÖLÜM I

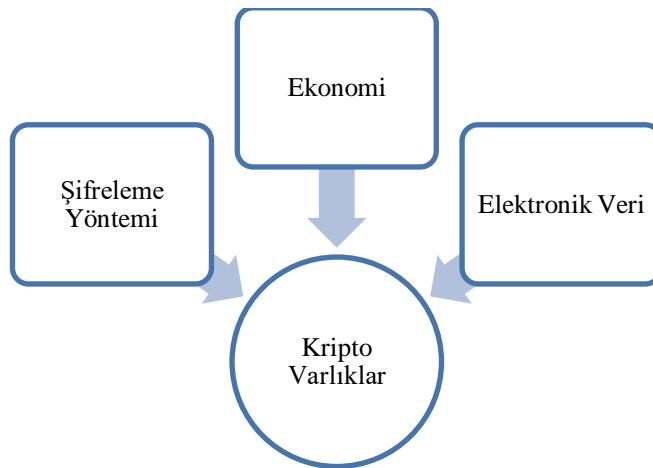
## KRİPTO VARLIK

Kripto varlık başlığı altında incelenen bu bölüm beş alt bölümden oluşmaktadır. Birinci alt bölümde kripto varlık kavramına değinilmiştir. İkinci alt bölümde kripto varlıkların ortaya çıkışı açıklanmıştır. Üçüncü alt bölümde kripto varlıkların işlem süreci, dördüncü alt bölümde kripto varlıkların kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Beşinci alt bölümde ise kripto varlık kullanımının avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir.

### 1.1. Kripto Varlık Kavramı

Kripto varlık; herhangi merkezi otoriteye veya aracı bir kuruma bağlı olmadıkları için, denetime tabi tutulmadan ve sanal ortamda işlem gören varlık birimleridir. Bu varlık birimleriyle kişiler veya kurumlar itibari parayı kullandıkları gibi para takası ve harcama yapabilmektedirler (Alpago,2018:413-416; Eğilmez,2017,a.g.i.s.).

Kripto varlıklar, kriptografi olarak isimlendirilen bir yapı kullanarak herhangi bir merkezi ve fiziksel varlığı bulunmayan taraflar arasında güvenli, düşük maliyetli ve hızlı bir şekilde transferini sağlayan, ayrıca elektronik ortamda işlemi gerçekleştirilen herhangi bir otorite tarafından kontrolü sağlanamayan, para birimi olarak ta adlandırılmaktadır. Şekil 1.1. de kripto varlıkların temel yapısı görülmektedir (Şahin,2018).



Şekil 0.1. Kripto Varlıkların Temel Yapısı

Kripto varlık sisteminde şifre ve gizlilik oldukça önemlidir. Bu sistemde katılımcıların kimlikleri gizlenilerek takma isimler kullanılır ve halka açık bir sistemdir.

Sistemde rastgele görülen sayıların her birinin özel bir şifresi vardır. Sistemde her bir katılımcı bir şifre ile yer almaktadır. Bundan dolayı katılımcıların kimliğine ulaşmak oldukça zordur (Sönmez,2014; bbc new.com,2022).

Dolaşıma sunulan kripto varlık miktarının piyasaya hangi şekilde ve ne zaman arz edileceği ilk sistem oluşturulurken belirlenmektedir. Geleneksel para sistemlerinde hükümetler, ulusal merkez bankaları aracılığıyla gerekli gördükleri takdirde ek para ihraç edebilirler. Oysa hiçbir hükümet, şirket veya kurum kripto varlık oluşturamamakta bir diğer kişilerin sahip olduğu varlıklara da el koyamamaktadırlar. Kripto varlıkların saklanması ve transfer aşamasının güvenilir olmasından dolayı alıcı ve gönderici dışında üçüncü bir kişi bulunmamaktadır (Çarkacıoğlu,2016:9; Plassaras,2013).

Kripto varlıklar dünya çapında hızlı bir gelişim ve popülerlik gösteren dijital ortamlarda alışveriş imkanı sağlayan ve ayrıca geleneksel para birimlerinden farklı olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Kripto varlıklar sanal olmaları nedeniyle, kurum veya kuruluşların denetimin dışında bulunan ve devletin belirlediği kurallara uyma hükmü olmayan, bir yapıdadır (Dizkırıcı ve Gökgöz,2018:93).

## **1.2. Kripto Varlıkların Ortaya Çıkışı**

1982’de David Chaum tarafından kripto varlığın tanımı yapılarak dijital varlığın kullanımı önerilmiştir (Franco,2015:Akt. Alınışık,2019). Kripto varlıkların teorik alt yapısı ise; 1998 yılında Wei Dai kişisi tarafından oluşturulmuştur (Bulut ve Akbulut Bekar,2020:68). Dai’nin yayınlamış olduğu bir bildiriye, kripto varlık birimleri alıcıların ve göndericilerinin sadece dijital ortamda olduğu ve maliyet aşamalarının göndericisi tarafından elektronik biçimde imzalandığı bir sistem olduğu belirtilmiş. Ayrıca alıcısı tarafından çözülmek üzere bir şifrelemeye tabii tutulduğu, izi sürülemeyen bir ağın var olduğu varsayımıyla, bu varlığın nasıl oluşacağı, el değiştireceği ve hesap kayıtlarının nasıl tutulacağına dair açıklamalarda bulunmuştur (Şahin,2018)

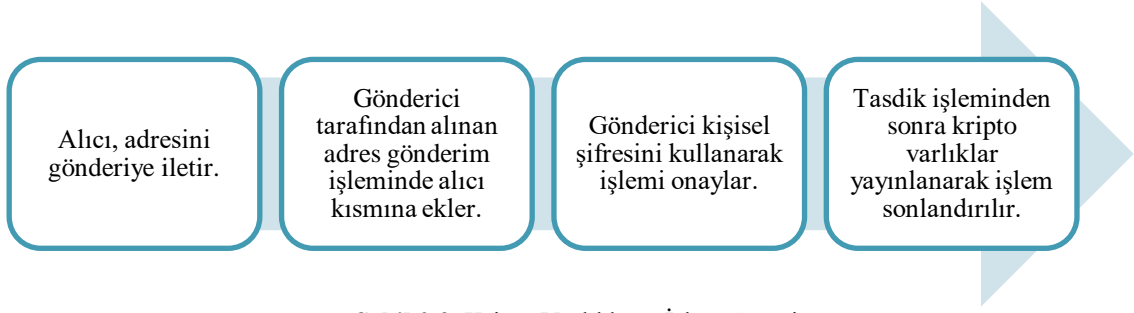
2008 yılında ise; kripto varlıkların alt yapısını oluşturan Satoshi Nakamoto bir çalışmasında, blok zinciri yani blockchain teknolojisi hakkında bilgi vermekte ve herhangi bir aracı kuruma ihtiyaç duyulmayacağını belirtmiş ayrıca kişiler arası online fon transferi ve ödemelere imkân verecek Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System (Bitcoin: “Eşten-eşe Nakit Ödeme Sistemi”) adlı makalesiyle kripto varlıkların teknik alt yapısını tanıtmıştır (Nakamoto,2008:1-9).

2008 yılında ilk olarak değer kazanan ve kripto varlıklardan ilki olan Bitcoin ve diğer altcoinlerin aracı kurumların kontrolü dışında, transferleri diğer ödeme yöntemlerine göre düşük maliyetli, aracısız, güvenli ve hızlı olduğundan son zamanlarda adını sıkça duyurmuştur. Bu varlıkların üretiminde Blockchain teknolojisinden yararlanılmıştır. Kripto varlık piyasasında dolandırıcılıklara engel olabilmek amacıyla oluşturulan özel donanım ve yazılımlara sahip olan cihazlar, şifreleme yöntemi uygulanarak kullanılmaya başlamıştır (Bell,2005:Akt. Aykaç,2022:9). Diğer önemli bir yöntem ise; kripto madenciliği olarak ta bilinen ve üretimde kullanılan mining yöntemidir. Mining, Türkçe karşılığı olarak madencilik kelimesi kullanılmaktadır. Madenciler tarafından oluşturulan Bitcoin ve altcoinler farklı teknikler ve çözümlenmelerle yazılım kurallarına uygun bir şekilde üretilmektedir. Tüm bu işlemler Blockchain teknolojisinden yararlanılarak yapılmaktadır (O'Dwyer ve Malone,2014).

Nobel ödül sahibi iktisatçı Milton Friedman 1999'da yapmış olduğu bir röportajında dünyada hâlihazırda kullanılan bir e-paranın olmamasını bir eksiklik olarak gördüğünü fakat ileriki yıllarda geliştirilip, internet aracılığıyla A şahsından B şahsına fon transferinin sağlayacağını ayrıca bu şahıslar birbirlerini tanımadan fon transferinin gerçekleşeceğini belirtmiştir (Collins,2021,a.g.i.s.). İlk işlem, 2009 yılında Kriptograf Hal Finney ve Satoshi Nakamoto arasında herhangi bir aracı kurum bulunmadan toplamda 10 kripto varlık ile başarılı bir şekilde alışveriş gerçekleştirilmiştir (Krückeberg ve Scholz,2019:8).

### **1.3. Kripto Varlıkların İşlem Süreci**

Günümüzde ticarete sınırlarının artması ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle finansal açıdan karşılıklı işlemler çoğalmıştır. Çoğalan bu işlemlerde para transferinin hızı yavaş ve maliyeti yüksek olabilmektedir. Bazı durumlarda paranın transferi haftalar sürebilmektedir. Blok zinciri teknolojisi ile işlemler anlık yapılabilmekte ve işlemde doğan para anlık olarak hesaba aktarılmaktadır. Blok zinciri ile Bitcoin transferine yönelik süreç Şekil 1.2. de gösterilmektedir. Blok zinciri anlık, değiştirilemeyen, güvenli bir sistem olarak da açıklanabilir. Blok zinciri tüm Bitcoin işlemlerinin tutulduğu elektronik defter olarak belirtilmiştir (Şahin,2018).



Şekil 0.2. Kripto Varlıkların İşlem Süreci

**Kaynak:** Şahin,2018

Günümüzdeki kripto varlıklar gelişmiş sanal ortamda küresel anlamda yaygın olarak e-ticaret yapabilmemize olanak sağlayan değerleri ifade etmektedir. Sanal ve dijital yapıları nedeniyle, kripto varlık birimleri birer global yapıya sahip olduklarından, merkez bankalarının garanti, prosedür, kısıt ve denetimlerinin dışında yer almaktadırlar. Kripto varlık kullanımı teknolojinin gelişmesiyle dünya geneline hızla yayılım göstermektedir. Genel olarak kripto varlık ile ilgili aşağıda belirtilen özellikler ifade edilebilir (Çarkacıoğlu,2016).

- Kripto varlıklar, bankacılık sistemlerinin ve merkezi elektronik paraların aksine, merkezi bulunmayan bir yapıda bulunup ve bu sistemin kontrolü BlockChain (Blok-Zinciri) veri tabanı tarafından oluşturulur.
- Kripto varlıklar, halka açık bir şekilde kuruluş aşamasında belirlenen oranlarla üretimi gerçekleştirilir. Ayrıca kuruluş aşamasında piyasaya sunulan varlık miktarı, para arzı ve zamanlaması da belirlenir
- Kripto varlıklar, hiçbir kurum veya kuruluşun, denetim ve kontrolü olmadan işlevlerini sürdürmektedirler.
- 2009 yılında kripto varlıkların ilki olan Bitcoin'in piyasaya çıkmasıyla muadili olan pek çok altcoinler'de piyasalarda işlem görmeye başlatılmış (Graydon,2014:Akt. Çarkacıoğlu,2016).
- 27.09.2022 tarihi itibarıyla 9.586 adet kripto varlık çeşidi mevcuttur (tr.investing.com,2022,a.g.i.s.). Bu varlıklar içerisinde ilk ve en popüler olanı Bitcoin'dir (Göde ve Küçükşahin,2017:145). Bitcoin haricinde en çok bilinen kripto varlıklar ise; Ethereum, Litecoin, Wrapped Bitcoin, Bitcoin Cash, Solana, FTX Token, Monero, Maker v.b şeklindedir (tr.investing.com,2022,a.g.i.s.).
- Dünya piyasasında kripto varlıkların yaklaşık toplam payı 970 milyar dolar olmuştur. Kripto varlıkların ilki olan Bitcoin, dünyadaki pazar payı yaklaşık olarak 387 milyar dolarlık payı ile kripto varlıklar içerisinde en yüksek değere sahip olmuş olup

27.09.2022 tarihi itibariyle 1 Bitcoin (BTC) = \$ 20.199,9 fiyatındadır (tr.investing.com,2022,a.g.i.s.). Aşağıdaki Şekil 1.3'te kripto piyasası (Bitcoin dahil ve Hariç) ABD doları cinsinden toplam piyasa büyüklüğü ve hacmi gösterilmektedir



808.75 Bin USD



483.86 Bin USD

Şekil 0.3. Kripto Piyasası (Bitcoin Dahil ve Hariç) Grafiği

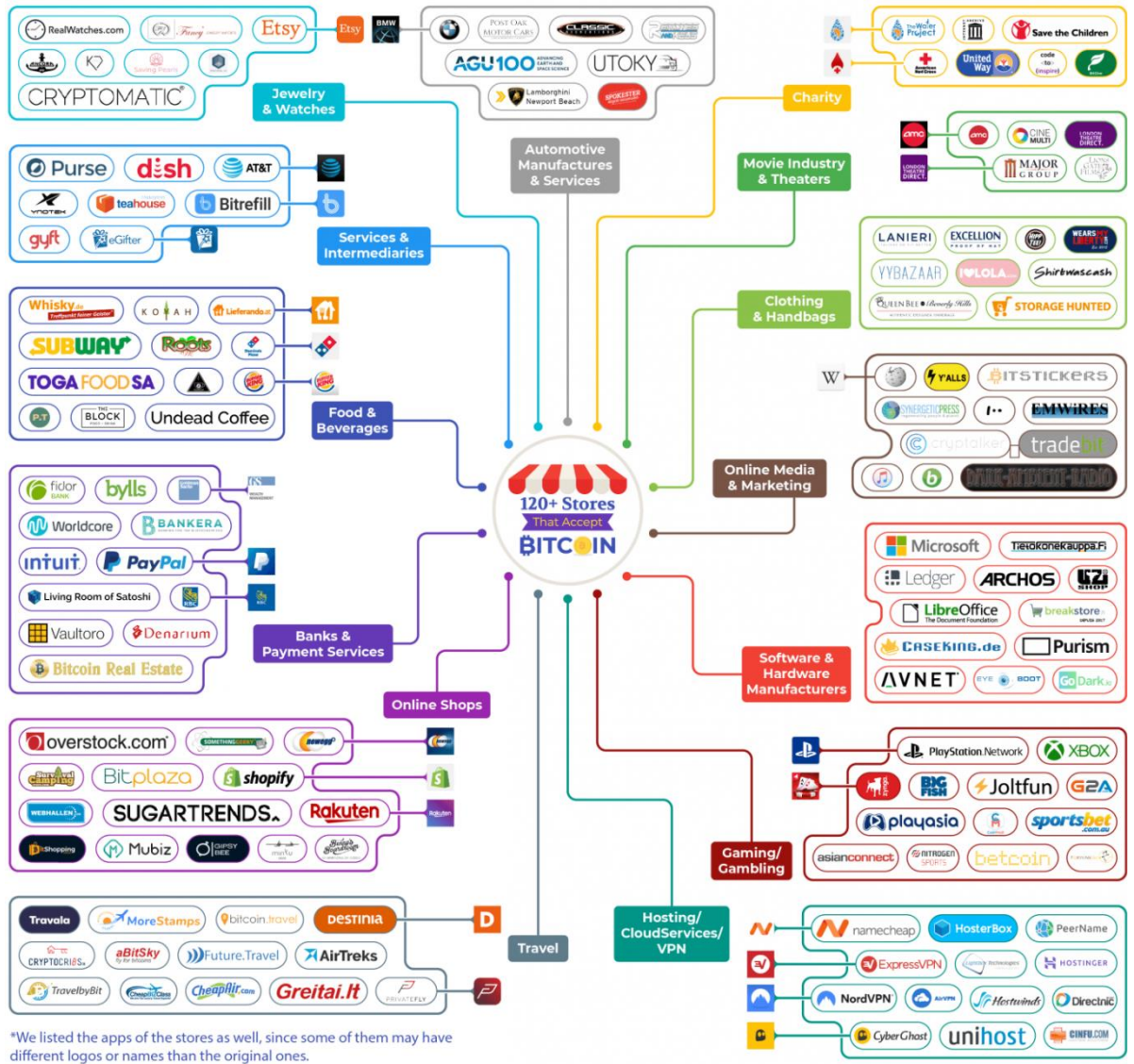
Kaynak: <https://tr.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/global-charts/>, 2022.

#### 1.4. Kripto Varlıkların Kullanımı

Kripto varlıklar; dijital ortamlarda aracı kurumlara ihtiyaç duymadan kişiler arası fon transferinin gelişmesine imkan sağlayan bir varlık birimidir. Bu varlıklar; para

birimi olarak kabul edilse de değerindeki artışların yüksek olmasından dolayı para birimi olmanın yanı sıra yatırım aracı olarak da değer görmektedir (Aslantaş Ateş,2016). Kripto varlıklar, 2009'da Bitcoin'in ortaya çıkmasından bu yana dünya çapında zamanla talep görmeye ve ödeme yöntemi olarak da benimsenmeye başlanılmıştır. Blockchain teknolojisi ile geleneksel yöntemlere kıyasla işlem maliyetlerinin minimum oranda düşmesi ve işlemlerin daha hızlı gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır (Wong vd.,2018:2). Bu varlıklar ile ilgili kabul görülen bir düzenleme olmasa da Bitcoin in bir ödeme aracı olarak kabul görülmesi, işletmeler arasında çeşitlilik ve yaygınlık göstermektedir. Restorant, gayrimenkul ve eğitim gibi kurumlarda kripto varlıklar birer ödeme aracı olarak kabul edildiği ve kullanıldığı görülmektedir (Dilek,2018:16; Daldaban,2022,a.g.i.s.).

Kripto varlık borsası olan BTCTürk; Türkiye'deki işletmelerin kur riskine karşı korunması amacıyla ilk olarak alışverişlerde ve e-ticaret işlemlerinde kripto varlık ile ödeme yapılmasını yaygınlaştırmıştır (Dilek,2018:16). Bitcoin ile işlem yapan işletme sayısı ve Bitcoin ATM sayılarında her geçen gün artış yaşanmaktadır. Farklı alanlarda faaliyet gösteren Microsoft, Tesla, Amazon, Bloomberg Dell, Subway gibi çok sayıda firma ödeme yöntemi olarak Bitcoin'i kabul görmektedir. Şekil 1.4'de de bu firmalar gösterilmektedir (Chokun,2017).



Sources:  
apps.apple.com  
paxful.com  
paybis.com

Şekil 0.4. Dünya Geneline Bitcoin'i Kabul Gören Firmalar

Kaynak: Chapkanovska, 2020.

Şekil 1.4 de görüldüğü gibi Bitcoin'i ödeme aracı olarak kabul gören (gıda, otomobil, turizm, giyim, yardım kuruluşları, bankacılık vb.) farklı alanlarda faaliyetlerini gösteren birden fazla kurum bulunmaktadır. Ödeme aracı olarak kripto varlıkları kabul eden firmaların artış göstermesi kullanıcı sayısının da artmasını sağlayacaktır. Bununla beraber kripto varlıklara olan güvende de artış yaşanacaktır (Aslantaş Ateş,2016:358).

Kripto varlıklara olan ilgi her ne kadar artış göstermiş olsa da bazı ülkelerde bu varlıkların kullanımı ile ilgili düzenlemeler yapılırken bazılarında ise bu varlıkların ödemelerde kullanımı yasaklanmıştır. 16 Nisan 2021 tarihinde Türkiye'de, TCMB

tarafından yayınlanan yönetmeliğe göre, doğrudan veya dolaylı olarak ödeme yöntemlerinde kripto varlıkların kullanımı yasaklanmıştır (resmi gazete.gov.tr,2022,a.g.i.s.). Bu varlıklar kullanım alanı bakımından sınırlandırılma yapılsa da ödeme yöntemi olarak kullanıldığı gibi yatırım aracı olarak da kullanılabilir.

Standart bir düzenleme olmamasından dolayı bazı ülkelerde bu varlıkların kullanımında farklılıklar meydana gelmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi bazı ülkelerde sermaye piyasasında bir yatırım aracı olarak değerlendirilirken bazı ülkelerde de kullanımda yasaklamalar getirilmiştir (Krückeberg ve Scholz,2019:6; Swissinfo,2016,a.g.i.s.). Aşırı dalgalı fiyat hareketlerinden dolayı yatırımcıların diğer yatırım araçlarından farklı olarak spekülasyon yapmaya açık bir yatırım aracı olarak görmektedirler. Bu sebeple yatırımcılar daha fazla kar elde etme arzusuyla bu varlıklara talep artışı yaşattığı gözlenmektedir (Çarkacıoğlu,2016).

### **1.5. Kripto Varlık Kullanımının Avantaj ve Dezavantajları**

Kripto varlıklar finansal özgürlüklerinden ve düşük transfer maliyetinden dolayı gelecek yıllarda büyük bir kullanım oranıyla karşılaşacaktır. Kripto varlıklar gelecek yıllarda para sistemlerini değiştireceği hatta ödeme sistemlerinin yerini alacağı öngörülmüştür. ABD'nin oluşturduğu bir çalışmaya göre; sanal ortamda % 2 oranında kripto varlık kullanıldığı tespit edilmiştir. Hemen hemen çoğu firmaların bu orana rağmen yakın bir gelecekte sanal varlığı kullanma yönünde bir eğilim gösterdikleri buna ek olarak da firmaların bilgi eksiklerini giderme ve alt yapılarını iyileştirme yönünde oldukları gözlemlenmiştir. Mevcut sisteme bu varlıkların yerleşebilmesi için güvene, bilgiye ve uzun bir zaman dilimine gerek duyulmaktadır. İşletmelerin kripto varlık kullanmalarına yönelik tüketicilerde bu varlığı kullanma yönünde hem isteksiz hem de yeterli bilgi birikime sahip değildirler. Bu sebeple tüketicileri çoğu bu varlıkları sadece yatırım amaçlı kullanmaktadırlar (Jonker,2018).

Kripto varlıklar belirli sayıda, bağımsız, gayri resmi üretilirler. Bu sebeple enflasyona etkisi merkez bankalarında basılan paralara göre sınırlıdır. Bu varlıklar herhangi bir aracı kurum kuruluşu bağlı olmadan gerçekleştiği için iki tarafın iradesi yeterli görülmektedir. Ayrıca transfer giderlerinin günler süren havale işlemleri gibi değil aksine hızlı ve düşük maliyetlidir bununla beraber bankacılık kamu denetimine

gerek duyulmadan alıcıların bilgilerinin gizliliği esasına dayanmaktadır (Alpago,2018:413-416).

Kripto varlık sahiplerinin hesapları takma adla açıldığı için kamu kurum ve kuruluşlar tarafından kontrol edilmemesinden kaynaklı alıcıların haciz ve vergi gibi risklerden korunmuşlardır. Bu avantajlarının yanı sıra birçok dezavantajları da içermektedir. Bu varlıkların merkeziyetsiz oluşundan illegal ve yasa dışı örgütlerin bu sistemindeki varlıklarını hükümetin denetimin dışında olduğundan, kaybedilmesi durumunda başvurulacak bir kurumun bulunmaması, ancak bilgi birikimi olan kişiler ve ülkeler arasında kabul edilmesi, alışveriş imkanının zor olması risk olarak da kabul görülebilmektedir. Ayrıca alıcıları ve yaratıcıları anonim kaldıkları için yasa dışı suç örgütleri bu sistem aracılığıyla ekonomik faaliyetlerinin sürdüreceği algısı da çokça tartışma konusu olmaktadır (Alpago,2018:413-416). Tablo 1.1’de kripto varlıkların avantaj ve dezavantajları gösterilmektedir.

**Tablo 1.1.** Kripto Varlıkların Avantaj ve Dezavantajları

| Avantajları                     | Dezavantajları                              |
|---------------------------------|---|
| Enflasyon Riskinin Düşük Olması | İzi Sürülemez                               |
| Kanunsal yaptırımlardan uzaktır | Kaybetmesi Kolaydır                         |
| Basit ve Güvenlidir             | Düşük Likidite Oranına Sahiptir.            |
| Taşınması Kolaydır              | Bilgi yetersizliği ve Belirsizliği Fazladır |
| İzi Sürülemez                   | Kullanım Alanı Kısıtlıdır                   |

**Kaynak:** Alpago, 2018:411-436.

Kripto varlıklar sisteminin işleyişi, internete bağlı olduğu için kullanıcıları dünyanın neresinde olursa olsun para transferlerini gerçekleştirebilmektedirler. Ayrıca kripto varlıklar kurum ve kuruluşlara bağlı olmadığı için iade, bloke, geciktirme gibi işleri bulunmamaktadır. Bununla beraber günün her saatinde sistemde transfer işlemleri gerçekleştirilmektedir (Ammous,2016:4). Kripto varlıkların kullanıcıları teknolojik imkânlardan yararlanarak, transfer ücreti bulunmadan alış ve satış işlemlerini gerçekleştirip hesaplarını kontrol edebilirler. Hiçbir kurum yatırımcının hareketlerini takip edemez ve gizlilik esası söz konusudur (Bunjaku vd.,2017:31-39). Ayrıca yatırımcıların sistemde kimlik bilgileri bulunmadığından kendilerine verilen şifre unutulduğunda yatırımcının hesabının kurtarılması mümkün değildir. Yatırımcıların kimlik bilgileri bulunmadığından devlet tarafından vergilendirme işlemine tabi

tutulamazlar bu yüzden bazı hükümetler bu sisteme olumsuz bakmaktadırlar (Bondarenko vd.,2019:12).



## **BÖLÜM II**

### **PORTFÖY YÖNETİMİ**

Bu bölüm altı alt bölümden oluşmaktadır. Birinci alt bölümde portföy, kavramına değinilmiştir. İkinci alt bölümde portföylerde beklenen getiri ve risk den bahsedilmiştir. Üçüncü alt bölümde portföy yönetim yaklaşımı üzerinde durulmuştur. Dördüncü alt bölümde portföy yönetim stratejilerinde bahsedilmiştir. Beşinci alt bölümde etkin piyasa ve portföy optimizasyonundan bahsedilmiştir. Son alt bölümde ise portföy optimizasyon modellerine değinilmiştir.

#### **2.1. Portföy Kavramı**

Yatırımcılar tarafından gelir elde etmek için, çeşitli menkul kıymetlerin (ağırlıklı olarak tahviller, hisse senedi ve türevleri ) bir araya getirilmesiyle oluşturulan bileşkeye portföy denir (Markowitz,1959:3). Portföy kavramı, belirlediği maksimum hedeflerini gerçekleştirmek isteyen yatırımcıların sahip olduğu ve birbirleri üzerinde etkisi olan kendine özgü nitelikleri taşıyan bir varlık grubudur. Portföy kavramı, cüzdandan ifade edilmektedir (Akdağ,2020:5).

Bir başka tanımda ise portföy kavramı, aralarında herhangi bir sınırlama olmadan çeşitli yatırım araçlarından oluşan (nakit, döviz, mevduat vs.) bileşkeye portföy denilmektedir (Sarısöy,2019:6; Members,1976).

Daha yaygın anlamıyla portföy, belirledikleri hedefleri gerçekleştirmek isteyen yatırımcıların, kendine öz değeri olan varlıkları bir araya getirilerek oluşan yeni bir varlık grubudur. Oluşturulan menkul kıymetler arasında bir bağlantı söz konusu olup ölçülebilir ve kendine has olarak da değerlendirilmektedir (Ceylan ve Korkmaz,1998:8).

#### **2.2. Portföylerde Beklenen Getiri ve Risk**

Portföy oluşturmada amaç getiriyi maksimize ederken, riski olabildiğince minimize etmektir. Portföy oluştururken bu iki temel kıstas çerçevesinde finansal varlık bileşenlerinin belirlenmesi gerekir. Bu aşamada hangi varlıkların hangi ağırlıkta portföye alınacağı cevap arayan bir sorudur. Dolayısıyla karar verme aşamasında ilgili yatırım araçlarının riski ve getirilerine bakılması gerekmektedir (Akdağ,2020:6).

Yatırımcılar geçmişte yaptığı tasarruflardan getiri elde edebilmek için birden fazla menkul kıymetlere yatırım yapmakta ve bu yatırımın sonucunda kişiler portföy sahibi olmaktadır. Ayrıca kurumsal ve büyük şirket yatırımcıların çeşitli menkul

kıymetleri içeren zengin bir portföy havuzu bulunmaktadır. Bununla beraber kurumsal yatırımcıların portföy çeşitlendirilmesi konusunda yasal zorunlulukları da bulunmaktadır (Karan,2018:147).

Portföy oluşturma sürecinin diğer önemli unsuru ise getiridir. Getiri bir yatırımdan belirli bir dönem sonunda elde edilen geliri ifade etmektedir. Menkul kıymet yatırımlarında yatırımcılar, genellikle iki tür getiri elde ederler. İlk getiri, söz konusu menkul kıymetin piyasa fiyatındaki değişimlerden kaynaklanan ve sermaye kazancı olarak ifade edilen getiri; ikinci getiri ise kar payı ve faiz gibi ödemelerden oluşan menkul kıymet getirileridir. Tek dönem getiri oranının hesaplanması, yatırımcının servetindeki artış hızını göstermesi bakımından önemlidir. Bu oran temel olarak yatırımın dönem sonundaki değeri ile dönem başındaki değeri arasındaki farkın, yatırım tutarına oranlanması ile elde edilir (Konuralp,2005:55-56).

### 2.2.1. Portföyün Beklenen Getirisi

Portföy yatırımcısının yatırımını yaptığı menkul kıymetin dönem başı ile dönem sonu arasındaki oluşan farka portföyün getirisi denir (Akdağ,2020:8). Görüldüğü gibi portföyün beklenen getirisi; oluşturulan varlıkların getirisi beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamasına eşittir (Markowitz,1999:5). Bu sebeple herhangi bir menkul kıymetin oluşturulan portföye katkısı doğrudan portföyün beklenen getirisine bağlıdır (Fama ve Miller,1971:282). Getiri ve portföy getirisi matematiksel olarak Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** Getiri ve Portföyün Getirisi

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Portföy Getirisi (<math>r_p</math>)</b>                | $r_p = \sum_{i=1}^n w_i r_i$                  | $r_p$ : Portföyün getirisi,<br>$r_i$ : Her bir menkul kıymetin getirisi,<br>$w_i$ : Her bir menkul kıymetin portföydeki ağırlığı.                                    |
| <b>Menkul Kıymetin Dönemlik Getirisi (<math>r</math>)</b> | $r = \frac{[(P_t - P_{t-1}) + D_t]}{P_{t-1}}$ | $r$ : Menkul Kıymetin dönemlik getirisi,<br>$P_t$ : Menkul kıymetin dönem sonu fiyatı,<br>$P_{t-1}$ : Menkul kıymetin dönem başı fiyatı,<br>$D_t$ : Temettü Ödemesi. |

**Kaynak:** Bodie vd., 2014: 128; Karan, 2011:147.

Yatırımcılar beklenen getiri hesaplamalarında genellikle geçmiş bilgilerden yararlanmaktadır. Muth (1961) rasyonel beklentiler teori çalışmasında beklenen getiri kavramına farklı bir bakış açısı uyarlamıştır. Bu teoride menkul kıymet yatırımlarının getiri hesaplamaya yönelik analizler yaparken, sadece geçmiş dönem bilgilerinden hareket etmedikleri, içinde buldukları dönem ait bilgilerle yararlanarak beklenen getiriyi oluşturdukları bu durum da piyasanın şekillenmesine yarar sağladığı ifade edilmektedir (Paya,1997:312). “Portföyün beklenen getirisi de her bir menkul kıymetin beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır.” (Akdağ,2020:9). Beklenen getiri ve portföyün beklenen getirisi matematiksel olarak Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.2.** Beklenen Getiri ve Portföyün Beklenen Getirisi

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Beklenen Getiri (<math>\bar{r}</math>)</b>               | $\bar{r} = \sum_{i=1}^n \bar{r}_i p_i$   | $\bar{r}$ Beklene getiri oranı<br>$\bar{r}_i$ Her bir olasılığın beklene getirisi<br>$p_i$ Olasılık  |
| <b>Portföyün Beklenen Getirisi (<math>\bar{r}_p</math>)</b> | $\bar{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i$ | $\bar{r}_p$ Portföyün beklene getirisi<br>$w_i$ Her bir menkul kıymetin portföy içerisindeki ağırlığı<br>$\bar{r}_i$ Her bir menkul kıymetin beklenen getirisini ifade etmektedir. |

**Kaynak:** Sharpe vd., 1998:150-151.

Markowitz (1952) yatırımcının beklenen getiri ve risk hakkında yaptığı bir araştırmasında, yatırım yapacak kişinin portföy oluşturmasında risk ve getirinin önemli bir ana etken olduğunu ve bu etkenler yatırım yapacak kişilerin tercihlerini ortaya koyduğunu belirtmektedir. Bu sebepten dolayı oluşturulan portföye ait risk ve beklenen getiri hesaplamaları yatırımcılar için oldukça önem arz etmektedir (Markowitz,1952:77-91).

Portföyü oluşturan finansal varlıkların dönem sonundaki getiri miktarları belirsiz olduğundan oluşan portföyün getiri miktarı kesin olarak bilinmemektedir. Bu durumda, yatırımcının oluşturduğu portföyde ki getiri bir rastlantı değişkeni olarak da kabul edilebilmektedir (Kaya ve Kocadağlı,2012:21).

## 2.2.2. Portföy Riski

Bir portföyü oluşturan finansal yatırım araçlarının getirisinin ortalaması, bir portföyün beklenen getirisi. Portföy riski, menkul kıymetlerden oluşan bir portföyün ağırlıklı ortalaması değildir (Karan,2018:148). Portföyün riski portföyü meydana

getiren menkul kıymetlerin risklerinin ortalamasından farklıdır. Portföyün riskini portföyün standart sapmasıyla veya portföyün varyansı ile ifade edilebilmektedir. Genellikle portföy riski çalışmalarında portföy varyansı olarak kullanılır. Portföy varyansı, oluşturulan portföyün getirilerinin, portföy ortalama getirisinden sapmalarının beklenen değeridir (Ceylan ve Korkmaz,1998:100). Varyans ve n sayıda yatırım araçlarından oluşan bir portföyün varyansı matematiksel olarak Tablo 2.3'te ifade edilmiştir.

**Tablo 2.3.** Varyans ve Portföy Varyansı

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| <b>Varyans</b>            | $Varyans (\sigma^2) = \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 p_i$                 | $\sigma^2$ Varyans,<br>$r_i$ Menkul kıymetin dönemlik getirisi,<br>$\bar{r}$ Menkul kıymetin beklenen getirisi,<br>$p_i$ i dönemin olasılık yüzdesi.  |
| <b>Portföyün Varyansı</b> | $\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j p_{ij} \sigma_i \sigma_j$ | $\sigma_p^2$ Portföyün varyansı<br>$w_i$ i'nci varlığın portföy içerisindeki ağırlığı,<br>$w_j$ j'nci varlığın portföy içerisindeki ağırlığı,<br>$p_{ij}$ portföyü oluşturan menkul kıymetler arasındaki korelasyon derecesi,<br>$\sigma_i$ j varlığın standart sapmasıdır. |

**Kaynak:** Karan, 2011:135; Markowitz, 1952 83; Reilly and Brown, 2011:216.

Portföyü oluşturan yatırım araçlarının sayısını artırdıkça diğer bir ifadeyle portföyde bulunan menkul kıymetlerde çeşitlendirme yapıldıkça portföyün riskinde azalışlar yaşanacaktır. Portföy riskini etkileyen bir diğer kavram ise, portföyü oluşturan finansal yatırım araçları arasındaki korelasyondur. Korelasyon, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin istatistiksel olarak kuvvetini ve yönünü gösteren bir parametredir. Portföy riski her ne kadar portföyü oluşturan finansal yatırım araçları ile ilgili olsa da; riskin belirleyicisi portföyü oluşturan finansal yatırım araçları arasındaki korelasyon derecesine bağlıdır. Oluşturulan portföyün menkul kıymet değerlerinin korelasyon dereceleri sıfır yada negatif ise oluşturulan portföyün riski düşecektir. Menkul kıymetler arasında ki korelasyon, negatif korelasyona ne kadar yakın ise beklenen getiri o kadar fazla olacaktır (Ertuna,1998:55).

Yatırımcıların riski göze almalarındaki en önemli yanı, risk ve beklenen getirinin aynı yönlü olmasıdır. Yani riskin yüksek olması beklenen getirisinde yüksek olması

anlamına gelmektedir. Fakat yüksek getiri beklentisi için yüksek miktarda risk oranında üstlenmek doğru olmayacaktır (Dalbudak,2014:15).

Oluşturulan portföyün beklenen getirisi, portföy içinde bulunan her bir yatırım aracının ağırlıklı ortalaması ile elde edilirken; varyansı ise, her bir yatırım aracının sahip olduğu risklerin ortalamasıyla elde edilmemiştir. Çünkü oluşturulan portföy riski, yatırım araçlarının ortalama standart sapmalarından daha az bir değerde olduğu belirtilmiştir (Farrell,1983:32).

### **2.3. Portföy Yönetim Yaklaşımları**

Literatürler incelendiğinde temel olarak iki çeşit portföy yönetim yaklaşımı bulunmaktadır. İlk olarak, portföyün çeşitlendirilmesine olanak sağlayan geleneksel portföy yaklaşımıdır. Bu yaklaşım 1900'lu yılların başlarında başlayıp 1952 yılında modern portföy yönetiminin başlangıcı olarak kabul edilen Markowitz'in "Portfolio Selection" çalışmasına kadar sürmüştür (Korkmaz vd.,2013:95). Geleneksel portföy yönetimde daha çok basit çeşitlendirilme yöntemi uygulanmakta iken, (İşbilen Yücel,2017:41). Modern portföy yönetimde Harry Markowitz'in geliştirdiği matematiksel ve istatistiksel bir yöntem uygulanmaktadır (Rubinstein,2006:105).

#### **2.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı**

Portföy oluşturmada amaç, riskin dağıtılması ile beraber maksimum fayda elde etmesini sağlamaktır. Bu teori yaklaşımının mantığında varlık çeşitlendirmesi bulunmaktadır. Buna göre portföyü oluşturan varlıklar ne kadar çeşitlendirilirse, portföyün toplam riski sistematik riske o derece yaklaşacaktır (Aksoy,2014:57). Yatırımcı oluşturulan portföyde getiri ve risk oranlarına ilişkin incelemelerde bulduktan sonra fayda tercihini maksimum olan portföyü tercih etmektedir. Bu yaklaşımda portföyün getirisi, portföyü oluşturan yatırım araçlarının temettü ve belirli bir süredeki değer artışıdır. Bu sebeple, yatırım yapacak kişiler portföylerinde bulunan yatırım araçlarının gelecekteki getirilerini tahmin edebilmektedirler (Chow vd.,1999:65).

Menkul kıymet getirisinden meydana gelen portföy, kendisini meydana getiren yatırım araçlarının değerleriyle eş yönlü ilerleyemeyeceğinden bir portföyün riski daima menkul kıymet riskine nazaran düşük miktarda olmaktadır (Ercan ve Ban,2018:189). Kısacası geleneksel portföy yaklaşımı, portföy içinde bulunan menkul kıymet sayısının ve çeşitliliğin artırılması ilkesine dayanmaktadır (Chow vd.,1999:65).

Geleneksel portföy teorisin de, portföydeki menkul kıymetlerin özelliklerini dikkate almadan varlık çeşitlendirmesini yaparak, portföy riskinin azaltacağını gösteren bir yaklaşımdır. Oluşturulan portföye ne kadar çok finansal varlık dahil edilir ise, portföy o derecede çeşitlenip, risk oranında da o oranda düşüşler görülecektir. Çünkü portföye dahil edilen menkul kıymetlerin getirileri aynı yönde hareket etmeyeceği sonucuna değinilmektedir (Francis ve Kim,2013:1-5). Bu amaçla geleneksel portföy yaklaşımı yatırım araçlarının getirisini yok sayıp sadece çeşitlendirme amaçlı bir yaklaşım olmuştur (Aksöyek ve Yalçın,2011:383).

Geleneksel portföy yaklaşımında, önemli olan oluşturulan portföyün beklenen getirisidir, risk kavramı sezgisel olarak ifade edilmiş ancak riskin ölçülmesi konusunda herhangi bir matematiksel çalışma yapılmamıştır. Portföy için sadece getiri odaklı bir yaklaşım sergilenmiştir. (İşbilen Yücel,2017:37-42).

Geleneksel portföy yaklaşımında, menkul kıymet sayısı ile portföy performansı arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu, buna bağlı olarak da yatırımcılar portföylerinde yer alan menkul kıymet sayısını artırarak portföy riskini azaltabileceğini savunmaktadırlar (Korkmaz vd.,2013:71). Bu görüşten yararlanarak geleneksel portföy yaklaşımını bir bilim olarak değil bir sanat olarak kabul görmüşler (Christy and Clendedin,1974:645).

Sonuç olarak geleneksel portföy yaklaşımı, yatırımcıların oluşturduğu portföy içerisindeki menkul kıymet sayısı artırılması ve risk i düşürülmesi ilkesine dayanır. Portföy içerisinde bulunan finansal yatırım araçları artıka portföyde ki riskin azalacağı sonucuna varılmıştır. Geleneksel portföy yaklaşımına göre, 250 farklı menkul kıymetten oluşan bir portföy, 30 farklı yatırım aracından oluşan bir portföye oranla 10 kat daha iyi çeşitlendirilmiş olarak kabul edilmektedir (Evans and Archer,1968:Akt. Sevinç,2007:29).

### **2.3.2. Modern Portföy Yaklaşımı**

Geleneksel portföy yaklaşımında, finansal yatırım araçlarından oluşturulan portföyün getirilerine bakmadan sadece yatırım yapılan menkul kıymetlerinin oranlarını fazlaştırılarak riski düşürebileceği öngörülmüştür. Bu yaklaşım, Markowitz'in geliştirdiği modern portföy yaklaşımından sonra geçerliliğini yitirmiştir. Çünkü sadece portföy çeşitlendirmesi yaparak risk oranının düşürülmeyeceği, portföyde bulunan menkul kıymetler arasında ilişkinin derecesini ve yönünün de risk miktarı azaltmasında yönünde etkili olduğu Markowitz Ortalama - Varyans Modeli ile ortaya konulmuştur.

“Modern Portföy Teorisi, yatırımcının karşılaştığı takası, riske karşı beklenen getiri olarak tanımlamaktadır. Markowitz Ortalama Varyans Modeli, “Bütün yumurtalarını aynı sepete koyma!” atasözüne matematiksel bir anlam vermiştir” (Demirtaş ve Güngör,2004:104; Markowitz,1952:77-91).

Sermaye piyasasının uygulandığı ülkelerde, 1950’li yıllara kadar, yatırımcılar portföylerinde ki finansal yatırımlarının sadece çeşitlendirme yoluyla riskinin azaltılabileceği düşünmekteydiler. Fakat Modern portföy teorisinde sadece portföy çeşitlendirmesi yaparak, riski düşürülmeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yatırımcıların portföylerin de yer alan yatırım araçları aynı veya zıt yönde hareket ettiği sonucu da elde edilmiştir (Özmen Uysal,1991).

Modern portföy teorisine göre; genellikle yatırımcılar tasarruflarını birden fazla menkul kıymet arasında tercihini yaparak dağılımlarını gerçekleştirirler. Buradaki amaç, yatırım sahipleri tasarruflarını finansal yatırım araçları arasından en uygun olanı tercih edip, karlılık düzeyindeki riski minimuma düşürerek ya da belirlenen risk düzeyinde karlılığı maksimuma çıkaracak şekilde bir menkul kıymet portföyü oluşturmaktır (Bekçi,2001).

Markowitz (1952) çalışmasında bir portföyün beklenen getirisinin varyansının, portföyün riskini ölçmede iyi bir gösterge olacağını ifade etmiş ve portföyün varyansının ölçülmesine yönelik günümüzde de kullanılan modeli geliştirmiştir. Ortalama varyans modeli olarak ifade edilen bu model, portföy riskini ölçmekle kalmayıp, etkin bir çeşitlendirmenin nasıl olacağını da ortaya koymaktadır. Teoriye göre çeşitlendirme, menkul kıymetlerin getirileri arasındaki korelasyona göre yapılmalıdır ve portföyün riskini düşürülmesi için portföye alınacak menkul kıymetler seçilirken, getirileri arasındaki korelasyon dereceleri düşük olanlar tercih edilmelidir (Markowitz,1952:89).

Markowitz (1959) yaptığı çalışmasında, elverişli bir portföy çeşitlendirmesi oluşturarak portföy riskinin ayrı ayrı yatırım araçlarından oluşan risklerin toplamından daha az olacağını belirtmiştir. Elverişli bir portföy çeşitlendirmesi oluşturarak, sistematik olmayan riskin minimum orana kadar düşürülebileceğini ifade etmektedir (Markowitz, 1959:5).

Portföy riskinin ölçülmesi konusunda Roy’nin (1952) Menkul kıymet getirilerin varyansı ile portföy getirileri varyansı arasında yaptığı çalışması riskin ölçülmesi konusunda ilk çalışmalardan biri olmuştur (Roy,1952:431-449). Fakat asıl gelişme 1952 yılında Markowitz’in yayınladığı “Portfolio Selection” çalışması ile olmuştur. Çalışmada; portföyde yer alan menkul kıymetlerin belirli bir risk seviyesinden

maksimum getiriyi nasıl elde edebileceğini yada belirli bir getiri düzeyinde minimum risk düzeyinin nasıl sağlanabileceğini araştırarak modern portföy kuramının temelini oluşturmuştur (Francis ve Kim,2013:122-123; Chow, vd.,1999:65).

Modern portföy teorisinin temel varsayımları aşağıdakiler gibi sıranılabilir (Haklı,2006:17; Ceylan ve Korkmaz,1998:149; Fama,1970:383-417; Pamela ve Fabozzi,2010:429; Markowitz,1959; Elton ve Gruber,1995:46-47).

- Finansal yatırımcılar, yatırım yapacakları menkul kıymetlere karar verdiklerinde yatırım yapacakları menkul kıymetin risk ve beklenen getirisine bakarak karar verirler.

- Finansal yatırım araçları halka arz edildiğinde herhangi bir kısıtlama ile karşılaşması söz konusu değildir. Bu sebeple yatırımcılar istediği kadar yatırım aracı alabilme hakkına sahiptirler.

- Menkul kıymet yatırımcıların amacı yatırım yaptıkları menkul kıymetten en fazla getiri elde etmeyi planlamaktadırlar. Dolayısıyla yatırımcı refahını artırmaktadır.

- Yatırımcılar portföylerine eklemek istedikleri menkul kıymet hakkında herhangi bir işlem maliyetine katlanmadan pazar ve firma hakkında bilgi sahibi olabilmektedirler.

- Bütün yatırımcılar menkul kıymetlerin korelasyonlarını, standart sapmaları ve beklenen getirilerine ilişkin aynı bilgi ve birikime sahiptirler.

#### **2.4. Portföy Yönetim Stratejileri**

Portföy yönetimin en önemli özelliği risk ve getiri arasında bir korelasyonun olmasıdır. Yatırımcıların risk ve beklenen getirileri doğrultusunda, portföy yöneticileri risk oranını düşürüp getiri miktarını artıracak bir portföy oluşturmaya çalışmaktadırlar (Aksoy,2014:185). Portföy yönetiminde genel olarak uygulanacak iki yönetim stratejisi bulunmaktadır. Bunlar, aktif portföy yönetimi stratejisi ve pasif portföy yönetim stratejisidir.

Aktif portföy yönetimi stratejisi, portföy içerisinde yer alan menkul kıymetlerin sürekli olarak kontrol edildiği, piyasadaki gelişmelere dayanarak gerek görüldüğü takdirde portföy içerisinde bulunan menkul kıymetlerde değişiklik yapılabileceği öngörülmüş bir stratejidir (Jacobs and Levy,2006:45-55). Pasif portföy yönetimi ise, finansal yatırım araçlarının önceden belirlenmiş standartlar çerçevesinde pasif bir portföy yönetimi kurulmakta olup ve nadir oranda düzeltmeler yapılarak uzun süreli elde tutma stratejisidir (Reilly and Brown,2011:653).

#### 2.4.1. Aktif Portföy Yönetim Stratejisi

Aktif portföy yönetim stratejisi, piyasa ortalamasının üzerinde getiri elde etmek amacıyla, gerek görüldüğü taktirde menkul kıymetlerin değiştirilmesi ve riskli pozisyonları üstlenerek yeni portföyün yönetilmesidir. Aktif portföy yöneticileri menkul kıymet piyasasının devamlı etkin olduğunu savunmazlar. Piyasa menkul kıymet fiyatlarını gerçek değerleriyle piyasada işlem görmediğine savunurlar. Bu tür stratejiler alım satım oranını artırarak pazar getirisinden fazla gelir elde edebileceğini inanırlar (Kabakçı,2013:51-52). Ayrıca piyasanın etkin olmadığını düşünen bir yönetici, herhangi bir zaman diliminde piyasa da oluşmuş fiyatlardan hareketle ileri bir tarihte gerçekleşebilecek olan fiyat hareketlerinden kazanç elde edebileceğini inanmaktadır (Karan,2018:570).

Aktif stratejiler, dinamik strateji olarak da adlandırılır. Bu strateji piyasa olanaklarına göre portföyün yapısını sürekli değiştirme olarak da açıklanabilir (Bekçi,2001:57). Aktif portföy yönetiminin beş temel özelliği ve üç önemli aşaması bulunmaktadır. Bu beş temel özellikler; yüksek devir hızı, yüksek işlem maliyeti, yüksek yönetim giderleri, yüksek betalı ( $\beta$ ) senetler ve son olarak da firma riskidir (Demirel,2012:171). Bu stratejinin üç önemli aşaması ise portföye alınabilecek menkul kıymet seçimi, varlık tahsisi ve piyasa zamanlamasıdır (Karan,2018:580). Piyasa zamanlaması portföye ne zaman finansal yatırım araçlarının dahil edileceğini veya ne zaman portföyden çıkarılıp satışa sunulacağına karar verir. Yatırımcı Piyasada başarı elde edebilmesi için analizi iyi yapması gerekir. Varlık tahsisin amacı ise; oluşturulan portföyün içerisinde yer alacak olan hisse senedi, tahvil ve bono gibi temel varlık gruplarının portföydeki ağırlıklarının belirlenmesidir. Burada müşterinin riske karşı duyarlılığı beraber para piyasası, tahvil ve hisse senedi araçlarına yönelik getiri ve risk tahminlerine de dayanmaktadır (Karan,2011:551). Portföye dahil edilecek menkul kıymet seçiminde ise, piyasa fiyatları düşük olan yatırım araçlarının portföy içerisinde bulunmasını ve bu yatırım araçlarının portföy içerisinde artırılması amaçlanır. Portföye dahil edilen yatırım araçlarından başarı elde etmek için, ilk olarak piyasa fiyatı yüksek olan menkul kıymeti satma işlemi gerçekleştirmek, ikinci olarak düşük fiyatlandırılmış menkul kıymetin portföye dahil edilme kararını kapsamaktadır (Ceylan ve Korkmaz,1998:198).

Aktif portföy yönetim stratejisi, oluşturulacak portföydeki menkul kıymetlerin risk ve getiri oranına bağlı olarak oluşturulması ve bunlara bağlı olarak risklerin

üstlenmesidir (Treynor and Black,1973:73). Aktif portföy stratejisi, pasif portföy stratejisinin tam tersine pazarın etkin bir şekilde işlemediğini, yani menkul kıymetlerin reel fiyatlarıyla piyasada işlem görmediğini, bu yüzden menkul kıymetleri satın alırken ucuz, satmak için pahalı değerler bulunabileceği sonucuna dayanmaktadır. Ayrıca bu stratejiyi izleyen yöneticiler, yatırımcıların farklı beklentiler içinde olduğunu dolayısıyla beklentileri doğru çıkan yatırımcıların başarıya ulaştıklarını pazar alanlarını yenebileceklerine inanmaktadırlar (Okur,2009:16).

#### **2.4.2. Pasif Portföy Yönetim Stratejisi**

Pasif portföy yönetimi, herhangi bir tahminde bulunmadan önce belirlenen yapılan bir finansal stratejidir. Bu ayrıca pasif yatırım olarak da adlandırılır. Pasif yönetim stratejisi, menkul kıymet piyasasının nadiren de olsa piyasada etkin olduğunu savunmaktadırlar. Bu stratejide piyasada düşük fiyatlandırılmış menkul kıymetleri tespit ederek kazanç sağlamanın mümkün olmadığına ve pazar fiyatlarının reel değere yakın olduğunu inanan yatırımcılar için uygun görülmüş bir stratejidir. Ayrıca tüm yatırımcıların piyasadaki menkul kıymet fiyat bilgilerine aynı anda ulaşmada eşit şartlar altında olduğu da varsayılmaktadır (Okur,2009:15; Korkmaz vd.,2013:180).

Pasif portföy yönetim stratejisinde genel olarak “satın al ve elde tut stratejisi” hakimdir ancak gerekli görüldüğü durumlarda küçük düzenlemelerde yapılmaktadır (Karan,2011:543). İşlem yapılan piyasanın etkin olması ve yatırımcıların piyasa ile benzer isteklere sahip olması durumunda uygulanacak bir yöntemdir. Piyasanın etkin olması bütün menkul kıymetlerin reel fiyatları ile değerlendirildiği, dolayısıyla pahalı veya ucuz menkul kıymet bulunmayacağını ve bu nedenle yatırımcıların sık sık işlem yapmak yerine endekse yatırım yapmaları önerilmektedir. Yatırımcılar beklenen getiri ve risk ile ilgili aynı beklentilere sahip olsalar bile yatırımcılar sık aralıklarla menkul kıymet ürünlerini değiştirerek kazanç sağlayamayacaktır. Sık sık menkul kıymet değiştirmek yerine çeşitlendirme yapmak daha akılcı bir davranış biçimi olacaktır. Pasif portföy stratejinin amacı; menkul kıymetlerden tek tek gelir elde etmek değil, bir bütün olarak piyasanın sağlayacağı gelir seviyesinden bir kazanç elde etmektir (Korkmaz vd.,2013:170).

Pasif portföy yönetim stratejisinin portföy oluşturması konusunda önemli bir zorluğun bulunmadığı söylenmektedir. Ancak pasif portföylerin oluşturmasında bazı engellerin olduğundan söz edilmektedir. Bu engellerin en önemlisi, mevcut hisse senetlerinin piyasa endeksini yansıtacak şekilde portföye dâhil edilme çabası ve

portföye birçok işlemi minimum oranda dâhil etmeyi gerektirebilmesidir. Ayrıca bu işlem yatırımcılar için işlem maliyetinin artmasına da neden olacaktır. Oluşturulacak portföye dahil edilecek olan hisse senedi sayısının fazlalığı işlem maliyet oranının artacağından yatırımcıların piyasa seviyesinden getiri elde etme çabasını da engellemektedir (Okur,2009:17). Bu nedenle yatırımcı daha az işlem maliyeti yaparak daha az menkul kıymet değiştirir ise pazarın performansına erişir (Karan,2018:572).

Pasif portföy yönetim stratejisinin beş temel özelliği bulunmaktadır: Bunlar düşük işlem maliyeti, düşük devir hızı, düşük firma riski, düşük yönetim giderleri ve düşük betalı firmalardır (Demirel,2012:170). Bu tür stratejilerde önemli olan yatırım yapacak kişinin getiri ve risk konusunda hassas davranmasıdır (Karan,2018:573). Aktif portföy yönetim stratejisi ile Pasif portföy yönetim stratejisi arasındaki farklar Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.4.** Aktif ve Pasif Yönetimin Karşılaştırılması

| <b>Aktif Portföy Yönetim Stratejisi</b>  | <b>Pasif Portföy Yönetim Stratejisi</b>   |
|--|---|
| Benchmark performansını geçme girişimlerini hedefler,  | Benchmark performans ile eşleşme girişiminde bulunmayı hedefler,                                      |
| Piyasada aktif şekilde işlem görmeyen menkul kıymetlere yapılan yatırımları fırsata çevirmek,                  | Piyasayı yenmek çok zor ve imkânsıza yakındır.  |
| Portföy yöneticisi tarafından menkul kıymetlerin seçimi yapılmaktadır.   | Seçilen menkul kıymetler endekse dayalı bir şekildedir.   |
| Birden fazla yatırım aracının seçimine veya alınıp satılacağı zamana karar verir,                              | Belirli bir varlık sınıfına veya genel sektöre odaklanır.   |
| Her bir yatırım aracının alım satım işlemi ve likidite derecesi, oluşturulan portföyün maliyetini artırabilir. | Yatırımcı alım satım işlevini gerçekleştirmeden portföy giderlerini minimum oranda düşürmeye çalışır. |

**Kaynak:** Weiss,2010:1.

## 2.5. Etkin Piyasa ve Portföy Optimizasyonu

Bu bölümde ilk etapta etkin piyasanın tanımı ve türlerinden bahsedilmiştir. Daha sonra portföy optimizasyon kavramı başlığı altında, literatürde en sık kullanılan portföy optimizasyon modelleri açıklanmıştır.

### 2.5.1. Etkin Piyasa

Kurumsal anlamda finans piyasalarında portföy yönetimi işiyle uğraşanların etkin piyasalar ve rassal yürüyüş teorisini bildikleri varsayılır. Etkin piyasa teorisinin temeli ilk kez Bachelier (1900) tarafından ifade edilen fiyatların rassal değişimi kavramına dayanmaktadır. Rassal değişim kavramı, menkul kıymet fiyat değişikliklerinin geçmişteki fiyatları tamamen yansıttığını, hisse senedi fiyatlarını önceden tahmin edilemeyeceğini, bunların tamamen rastlantısal olduğunu ve dolayısıyla, geçmiş dönemdeki fiyat değişimlerinden bağımsız olarak gelecek dönemdeki fiyat hareketlerini tahmin edilemeyeceğini göstermiştir (Konuralp,2005:304). Menkul kıymet fiyatlarının rastgele hareket ettiği bulgusu araştırmacıların dikkatini çekerek “etkin piyasalar teorisi” oluşturulmuştur. Piyasanın sürekliliği, fiyat ayarlamalarının, yeni bilgi girişi karşısında hangi doğrulukta gerçekleşeceğine bağlıdır. Piyasaya ulaşan bilgilerin, fiyat ile hızlı ve doğru şekilde entegrasyonu sağlandığında, piyasa etkin konuma gelmektedir. Buradan hareketle denilebilir ki etkin olan piyasada yatırımcıların beklenenin üzerinde bir getiri elde etmesi mümkün değildir (Fama,1970:383).

Eğer fiyatlar bazı bilgileri yansıtıyorsa, yeni bilgiler fiyatlarda değişikliklere yol açacaktır. Ancak, yeni bilgiler, sonradan öğrenilir, önceden bilinemez. Fiyatları; zaman ve bilgiye ulaşım açısından 3 gruba ayrılabiliriz. Bunlar;

- Geçmiş dönem bilgileri,
- Açık bilgiler (Kamuda duyurulan bilgiler),
- Dahili bilgiler (Firmaya ait bilgiler) (Korkmaz vd.,2013:170).

Etkin Piyasa Teorisindeki piyasa etkinliği, menkul kıymet fiyatlarına yansıyan bilgi kümesine göre üç gruba ayrılmıştır. İlk olarak Zayıf formda etkinlik (Weak Form); menkul kıymet fiyatlarındaki değişim, getiri oranları ve işlem hacimleri gibi piyasa tarafından üretilmiş tüm bilgilerin, mevcut menkul kıymet fiyatları tarafından yansıtıldığını ve bu bilgilerden yararlanarak piyasa getirisinin üzerinde bir getirinin oluşmayacağını ve tüm bilgilerin menkul kıymetler tarafından yansıtılacağını ifade etmektedir (Reilly and Brown,2011:178).

İkinci olarak Yarı güçlü formda etkinlik (Semi-Strong Form); menkul kıymet fiyatları ile ilgili olarak sadece geçmiş fiyat hareketlerine değil kamuya açıklanmış yatırım bilgilerinin de kullanarak normalin üzerinde bir getiri sağlayacaklarını iddia etmektedirler (Arnold and Lewis,2013:549). Aynı zamanda bu etkinlik zayıf formdaki

etkinliği de kapsamaktadır. Son olarak'da Güçlü formda etkinlik (Strong Form); piyasa fiyatlarının, reel değerlerini belirlemede kullanılabilcek bütün bilgileri aktarıldığı durumdur. Fiyatlar; sadece halka açıklanmış bilgiler değil, firma içerisinde ki özel bilgilerin de menkul kıymet fiyat hareketlerine yansıtıldığı durumdur. Bu formun etkin olduğu piyasada, içerden bilgi elde edilse dahi normalin üzerinde bir getiri elde edemezler. Zira her türlü bilgi menkul kıymet fiyatlarına yansıtılmaktadır (Arnold and Lewis,2013:549). Ayrıca bu form, zayıf form etkinliği ve yarı güçlü form etkinliğini kapsadığını ve gerçek hayatta güçlü formda etkin piyasalara rastlanılmasının zor olduğu söylenebilir (Korkmaz vd.,2013:171).

Güçlü formdaki etkinlikler ile ilgili yapılan analizler sonucunca, alanında uzman portföy yöneticilerinin diğer yatırımcılardan daha yüksek getiri kazanamayacaklarını gösterilmiştir. Bu nedenle, yöneticiler portföy çeşitlendirmesini maksimum yapacak ve portföy yönetim maliyetini minimuma indirecek şekilde endeksler satın alırlar. Piyasanın etkin olması portföyün gelişimi açısından önemli olduğu kadar portföy kararları açısından da önemlidir (Korkmaz vd.,2013:170).

## **2.5.2. Portföy Optimizasyonu**

Portföy optimizasyonu; bir portföyde yer alacak finansal yatırım araçlarının çeşitlendirerek etkin sınıra yaklaştırma sürecidir. Portföy içerisindeki menkul kıymetlerde çeşitlendirme yaptıkça o portföyün riski ve getirisinde de değişikler yaşanacaktır. Yatırımcılar yatırım yapmak üzere çeşitli menkul kıymetlerden, farklı ağırlıklarda farklı risk ve getiriye sahip sonsuz sayıda portföy oluşturabilirler. Oluşturulan bu portföye yatırım fırsatları kümesi de denilmektedir (Pike and Bill,2009:221-222). Yatırımcılar verilen her risk düzeyi için maksimum getiriyi sunan veya verilen her bir getiri düzeyi için minimum riske sahip portföyü seçeceklerdir (Reilly and Brown,2011:228).

### **2.5.2.1. Portföy Optimizasyon Modelleri**

Optimizasyon modeli; karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlarından oluşur. Oluşturulan model, sınırları gözeterek amaç fonksiyonunun en uygun duruma getirilmesinde kararların neler olabileceğini belirlemeye çalışır. Amaç fonksiyonu, modelde maksimum ya da minimum yapılmaya çalışılan fonksiyonu ifade eder. Karar değişkeni ise; sistemin performansını etkileyen ve kontrol altında tutan değişkenleridir.

Kısıtlar ise karar değişkenliklerinin alabileceği değerlerin sınırlarını ifade eder (Winston,2004:2).

Bu optimizasyon üç aşamalı süreçle oluşturulur. İlk aşaması karar değişkenleri tanımlama ve belirleme aşamasıdır. Tasarım değişkenlikleri olarak ifade edilmektedir. Bu değişken iyi bir araştırma sonucu belirlemesi gerekir. Karar değişkenleri bağımsız ve bağımlı değişkenler olarak da iki gruba ayrılmaktadır. İkinci aşaması amaç fonksiyonunun tanımlaması ve belirlenmesi aşamasıdır. Modelde fonksiyon optimize edilmeye çalışılır. Maksimum veya minimuma ulaşılacak amaçlanır. Karar değişkenlerine doğrudan bağlı olmayan amaç fonksiyonu skaler bir fonksiyondur. Son olarak ta kısıtların belirlenmesi ve tanımlaması yöntemidir. Karar değişkenlerinde beklenmedik değerler ile karşılaşılmaması için bazı sınırlamalar modele dahil edilmesi gereklidir. Problemin türüne göre değişim gösteren kısıtlar tanımlanmalı ve modele dahil edilmelidir (Arora,1997:2-3).

Portföy oluşturulurken portföy içerisindeki menkul kıymetlerin birbirleriyle korelasyonuna bakılmaksızın, riski azaltacak şekilde çeşitlendirme yaparak maksimum getiriyi sağlayarak bir portföy oluşturmaktır. Bu aşamadaki en büyük zorluk portföy içerisinde yer alan yatırım araçlarının hangi ağırlıkta ve hangi oranda olması gerektiğidir. Bu gibi sorulara Tablo 2.5'te ki modeller cevap aramaktadır (Akdağ,2020:32).

**Tablo 2.5.** Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller

| Risk-Getiri Ağırlığı   | Portföy Optimizasyon Modelleri             |
|--|--|
| Portföy Riskine Ağırlık Veren Modeller                       | Ortalama Varyans Modeli                    |
|  | Ortalama Mutlak Sapma Modeli               |
|  | Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli          |
|  | Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modeli |
|  | Yarı Varyans Modeli                        |
|  | Alt Kısmi Moment Modeli                    |
| Portföy Getirisine Ağırlık Veren Modeller                    | İndeks Modelleri                           |
|  | Geometrik Ortalama Modeli                  |
|  | Black ve Litterman Modeli                  |
| Portföyün Riskine ve Getirisine Aynı Ağırlığı Veren Modeller | Minimax Portföy Modeli                     |
|  | Genetik Algoritma Bazlı Modelleri          |

**Kaynak:** Pekkaya, 2011:48 tarafımızca düzenlenmiştir.

### 2.5.2.1.1. Ortalama Varyans Modeli

Markowitz yaklaşımı, yatırım yapılan menkul kıymet ile yatırımcı arasında bir ilişki kurularak optimal bir portföy oluşturulur ve bu portföyün çeşitlendirme etkisi yatırımcı tarafından yapılmaktadır. Ayrıca Markowitz (1952) çalışmasında, menkul kıymetlerin tek tek risklerinin yatırımcı için önemli olmadığı, önemli olanın menkul kıymetlerin tüm portföyün riskine olan katkısı olduğu ifade edilmektedir (Rubinstein,2002:1042). Markowitz tarafından geliştirilen bu modelde portföy içerisinde yer alan menkul kıymetlerin, mümkün olduğunca riski düşürerek maksimum getiriyi nasıl sağlayacağını ifade etmektedir (İskenderoğlu ve Karadeniz,2011:237).

Ortalama Varyans Modeli yatırımcıları riskli sevmeyen bireylerdir ve yatırımların dağılımı birbirine yakındır. Yatırımcılar aynı düzeyde getiri sağlayan iki farklı yatırım aracından riskli oranı az olanı tercih edecektir. Başka bir ifade ile riskleri aynı olan yatırım araçları arasından, yatırımcılar getirisi en fazla olanı tercih edeceklerdir. Bu modele göre, seçim yapıldığında söz konusu yatırımlar doğru tercih edildiği takdirde beklenen getiri oranı maksimum seviyeye ulaşmış olacağı ifade edilmiştir (Bekçi,2001:20).

Markowitz modelinin üç temel kısmı bulunmaktadır. Bunlardan ilk olarak hedeflenen beklenen getiriyi karşılamasıdır. İkincisi olarak karar değişkenliklerin negatif olmamasıdır. Son olarakda portföyde bulunan menkul kıymetlerin ağırlıklarının

toplamının aynı olmasıdır. Kısıtlar ve kısıtların yer aldığı varyans modeli 2.6’da verilmiştir (Ulucan,2004:18-19).

**Tablo 2.6.** Ortalama Varyans Modeli

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Beklenen Getiri Düzeyi</b>                                 | $\sum_{i=1}^N w_i \mu_i \geq R$                             | $N$ : Mevcut Varlık Sayısı,<br>$w_i$ : (karar değişkeni) $i$ Varlığının Portföy İçerisindeki Ağırlığı,<br>$\mu_i$ : Varlığının Beklenen Getirisi,<br>$R$ : Hedeflenen Beklenen Getiri Düzeyi,   |
| <b>Portföydeki Varlıkların Ağırlıklarının 1 Olması Kısıtı</b> | $\sum_{i=1}^N w_i = 1$                                      | $w_i$ : (karar değişkeni) $i$ Varlığının Portföy İçerisindeki Ağırlığı,   |
| <b>Ortalama Varyans Modeli</b>                                | $\text{Min.} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij}$ | $N$ : Mevcut Varlık Sayısı,<br>$w_i$ : (karar değişkeni) $i$ Varlığının Portföy İçerisindeki Ağırlığı,<br>$w_j$ : (karar değişkeni) $j$ Varlığının Portföy İçerisindeki Ağırlığı,<br>$\sigma_{ij}$ : $i$ ve $j$ varlıkları arasındaki kovaryans değeri, |

Ortalama Varyans Modeli pratik ve teorik anlamda çokça tartışma konusu olmuştur. Bu modele katkıda bulunan uygulamalı çalışmalara örnek olarak, Chamberlain ve Rothschild (1982), Zhou and Yin (2003), Cong and Oosterlee (2016), Clarke vd., (2006), Steinbach (2001), Björk vd., (2014), Feldstein (1969), Levy ve Roll (2010) çalışmaları verilebilir. Yapılan çalışmalarda ortalama varyans modeli incelenerek modelin başarısı test edilmiştir.

#### 2.5.2.1.2. Ortalama Mutlak Sapma Modeli

Markowitz’in Ortalama-Varyans Modeline karşı Ortalama Mutlak Sapma (MAD) modeli önerilmiştir (Konno and Yamazaki,1991). Ortalama Varyans Modelinin kareli programlama gerektirdiğinden dolayı kovaryans matrislerinin oluşturulmasında büyük güçlükler yol açacağı ve bundan dolayı büyük ölçekli portföylere uygulanmasının da güç olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple Ortalama Varyans Modeline alternatif olarak Ortalama Mutlak Sapma Modelini Konno ve Yamazaki (1991) tarafından geliştirilmiştir (İskenderoğlu ve Karadeniz,2011:239).

Ortalama Varyans ve Ortalama Mutlak Sapma modeli (MAD) genel olarak birbirine benzemelerine rağmen, risk hesaplama noktasında birbirinden farklı özellikler göstermişlerdir. Optimizasyon sürecinde risk hesaplamasında Ortalama Varyans modeli kareli programlamayı kullanırken; Ortalama Mutlak Sapma modeli ise doğrusal programlamayı kullanarak modelin güçlüklerine karşı kolaylaştırıcılığını öne sürmüşlerdir. Ortalama Varyans modeline göre Ortalama Mutlak Sapma modelinin başlıca avantajları şunlardır (Konno and Yamazaki,1991:521-525).

- Ortalama Mutlak Sapma Modelinde, varyans kovaryans matrisine gerek yoktur.
- Sisteme veri girilmesi kolaydır.
- T kontrol değişkeni kullanılarak portföydeki varlık sayısı kısıtlanabilir.
- Doğrusal bir programlama kuadratik programdan daha kolaydır.
- Ortalama Mutlak Sapma Modelinde, Ortalama Varyans Modeline göre daha az kısıt kullanılır (İskenderoğlu ve Akdağ,2017).

Ayrıca modele yapılan ilaveler ne olursa olsun fonksiyonel kısıtların sayısı sabit kalır, böylece ilave sayısına bakılmaksızın optimizasyon yapılabilir.

Birçok çalışmada bu model, Konno Yamazaki (KY) doğrusal programlama modeli olarak ta kullanılmaktadır. Ortalama Mutlak Sapma Modeli bu çalışmanın da uygulama kısmını oluşturduğundan, bundan sonraki süreçte kavram birliği oluşturmak adına “Konno Yamazaki (KY) doğrusal programlama modeli” olarak kullanılacaktır (Akdağ,2020:37). Risk ve beklenen getirilerin normal dağıldığı varsayımı altında Ortalama Mutlak Sapma Modeli, Tablo 2.7’de verilmiştir.

**Tablo 2.7.** Ortalama Mutlak Sapma Modeli

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| <b>Portföy Riski</b>   | $w(x) = E \left( \left  \sum_{j=1}^N \mu_j w_j - E \left( \sum_{j=1}^N \mu_j w_j \right) \right  \right)$ | <p><b>E</b>: Parantez içindeki rastgele değişkenin beklenen değeri,<br/> <b><math>\mu_j</math></b> : Varlığının beklenen getirisi,<br/> <b><math>w_j</math></b> : j varlığının portföy içerisindeki ağırlığı,<br/> <b><math>W(x)</math></b>: Riski temsil eden ve minimize edilecek olan getirilerin ortalama mutlak sapma fonksiyonu.</p> |
| <b>Beklenen Getiri</b> | $(R_p) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sigma_p$   | <p><b><math>\sigma_p</math></b>: Portföyün standart sapması,<br/> <b><math>(R_p)</math></b>: Portföyün beklenen getirisi.</p>  |

**Kaynak:** Fabozzi vd., 2007:56; Wang and Xia,2002:7.

## BÖLÜM III

### KRİPTO VARLIKLARIN PORTFÖY SÜRECİNE DAHİL EDİLMESİNİN OPTİMİZASYON SONUÇLARI ÜZERİNE ETKİSİ: BİST 30 ÖRNEĞİ

#### 3.1. Araştırmanın Amacı

Piyasada kripto varlıklar büyük ölçüde iniş ve çıkışların olmasına rağmen, son zamanlarda büyüme göstermiştir. Bunun üzerine yatırımcılar bu varlıkların portföye dâhil edilebileceği fikrine pozitif bakmaktadırlar. Bu sebeple çalışmanın amacı, portföy çeşitlendirmesinde BİST 30 ve kripto varlıkların kullanılması, bu varlıkların ne derecede portföy risk ile getirisini etkilediğinin analizinin yapılacak olup portföy içerisinde de kripto varlıkların performans ve yerini incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma bulanık doğrusal programlama modeli ile yapılmakta olup ilk etapta BİST 30 endeksinde yer alan pay senetleri kullanıldığı portföy optimizasyon sonuçlarını daha sonra ise BİST 30 endeksinde yer alan pay senetleri ve piyasa işlem hacmi en yüksek olan beş kripto varlıkların (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, Monero) portföy sürecine dâhil edilerek optimizasyon gerçekleştirilip sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla veri seti 04 Eylül 2016 – 26 Haziran 2022 tarihleri arasında haftalık verilerden oluşan toplam 304 gözlemden oluşmaktadır. Pay senetleri ve kripto varlık verileri investing.com web adresinden ulaşılmıştır. İstatistik analizlerinin gerçekleştirilmesinde Lingo ve Microsoft Excel programlarından yararlanılmıştır.

#### 3.2. Literatür

Kripto varlıklar gün geçtikçe insanlar arasında odak noktası olurken, genellikle bu varlıklarla yapılan çalışmalarda geçmiş verileri kullanılarak, gelecek hakkında da varsayımlarda bulunulmuştur. Ancak kripto varlık hacimlerinin çok hızlı bir şekilde artış yaşatması, balon olasılıklarını göstermiş ve bununla beraber fiyat oluşumlarına yönelik çalışmalar bulunuyor olsa dahi, bir bütün olarak incelendiğinde portföye dahil edilmesine yönelik az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Buda portföye dahil edildiğinde nasıl bir etki yaratacağı hakkında merak uyandırmaktadır. Bu varlıklar yakın bir tarihte geliştirilen bir konu olması sebebi ile yapılan çalışmaların da çoğu yakın tarihlere ait olduğu görülmektedir. Bu bağlamda literatürde kripto varlıkların portföye dahil edilmesine yönelik yapılan çalışmalar ve Bulanık Mantık Modeli ile yapılan portföy optimizasyonu çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

### 3.2.1. Kripto Varlıkların Portföye Eklenmesi İle Yapılan Optimizasyon Çalışmaları

Eisl vd. (2015) çalışmasında, 18 Temmuz 2010-30 Nisan 2015 tarihleri arasında Bitcoin'in aylık verilerini alarak portföy içerisine dahil edildiğinde gelir artışı sağlayıp sağlamayacağı araştırılmıştır. Çalışmada Koşullu Riske Maruz Değer (C-VaR) yaklaşımının yanı sıra daha çok bu portföyün risk-getiri oranı, yani yaygın olarak kullanıldığı şekliyle Sharpe Oranı üzerindeki etkisiyle ilgilenilmiştir. Analiz sonucunda Bitcoin'i portföye dahil etmek, portföylerin hem beklenen getirisini hem de riskini artırdığı bulgusuna ulaşılmıştır. Ancak, risk-getiri oranlarındaki artışın belgediği gibi, getiri katkısı, yatırımcının karşı karşıya olduğu ek risklerden daha fazla olduğu görünmüştür. Uygulanan optimizasyon çerçevesi sonucunda Bitcoin'in portföye dahil edilmesinde beklenen getiriyi artırdığı iddia edilmektedir.

Carpenter (2016) çalışmasında, Ortalama Varyans Modeli kullanılarak Bitcoin'nin portföy çeşitlendirmesinde etkileri araştırılmıştır. Bitcoin geleneksel varlıklarla karşılaştırıldığında yüksek oranda volatilité göstermesine rağmen yüksek getiri sağladığı sonucuna ulaşılmış. Bitcoin'in 2013-2014 yılında yaşadığı spekülâtif bir balonla yatırımcıların geri çekilmeleri yatırımcının güvenini bozmuştur. Ancak buna rağmen Bitcoin'in iyi çeşitlendirilmiş bir portföyde önemli rol oynayabileceğini iddia etmektedir.

Gangwal (2016) hazırladığı çalışmada, Temmuz 2010 – Ağustos 2016 dönemi verilerinden yararlanarak altın, hisse senedi ve tahvil gibi varlıklarından oluşan portföye Bitcoin eklenmesinin etkisi analiz edilmiştir. Çalışma Sharpe oranı sonucunda, kripto paranın etkin bir portföy oluşturmasında olanak gösterdiğini ve portföy çeşitlendirilmesinde Bitcoin aktif olarak kullanılabilceği bulgusuna ulaşılmıştır.

Anyfantaki vd. (2018) yaptıkları çalışmada, Ağustos 2015 - Aralık 2017 dönem verilerinden yararlanarak sanal paraların portföye eklenmesiyle iyi bir çeşitlendirme olup olmayacağını incelemişlerdir. Dört kripto paradan oluşan çalışmada Ethereum'un fiyatında aşırı bir hareketlenme olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın devamında Ethereum'a sadece yoğunlaşmışlardır. Çalışmada Parametrik olmayan bir stokastik baskınlık testinin yanı sıra, parametrik performans ölçümleri kullanan örneklem dışı analiz yapılmıştır. Sonuç olarak kripto paraların portföy çeşitlendirilmesinde faydanın

artacağına yönelik kesin bir yargıya ulaşmamış olsalar dahi, yine de riski sevmeyen yatırımcılar için kripto paralar uzun vadede portföy yöneticisine yarar sağlayabileceğini aktarmışlardır.

Chuen vd. (2018) çalışmasında, kripto paralar ile geleneksel yatırımlar arasında statik korelasyon incelemesi yapılmıştır. İnceleme sonucunda sanal paralar ile geleneksel yatırımlar arasında korelasyon derecesinin düşük olduğunu ayrıca portföy riskinin düşürülmesi için kripto paraların iyi bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

Feng vd. (2018) çalışmasında, 8 Ağustos 2015-01 Ağustos 2017 dönem verilerinden yararlanarak 7 kripto paranın yapısal özelliklerini ekstrem değer teorisine dayalı yöntem incelenmiştir. İnceleme sonucunda, piyasa da en popüler olan Bitcoin'in diğer kripto paralar arasında en fazla ortalama korelasyona sahip olduğunu ve portföy içerisinde sanal paraların iyi bir çeşitlendirme aracı olarak kabul görüldüğü sonucuna varmıştır.

Ketelaars (2018) yaptığı çalışmada, Ağustos 2013- Mart 2018 (hafta sonları hariç) günlük verilerden yola çıkarak 5 kripto paranın portföy performansı ve çeşitlenmesi rolünü irdelemiştir. Sharp oranından yararlanarak yapılan analiz sonucunda kripto paraların portföye eklenmesiyle portföy performansının arttığını ve bu sanal paraların portföy çeşitlendirmesi konusunda iyi bir araç olabileceği sonucuna varılmıştır.

Petukhina vd. (2018) çalışmasında, kripto paraların Ocak 2015 – Aralık 2017 döneminin 781 günlük verileri thecix.de veri tabanından alınarak portföy performansı hakkında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada LIBRO yöntemini kullanarak analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda bu paraların portföy performansını artırdığını ve portföy içerisinde iyi bir çeşitlendirme aracı olarak kabul görülmüştür.

Brauneis ve Mestel (2019) çalışmasında, Ortalama–Varyans Modelinden yararlanarak oluşturulan çalışmanın Ocak 2015 – Aralık 2017 dönem (500 günlük) verilerini ele alarak portföy etkinliğini incelemek amacıyla bir çalışmada bulunmuşlar. Çalışma sonucunda, kripto para tarafından çeşitlendirilmiş bir portföyün riskinin daha düşük olduğunun sonucuna varmışlardır.

Gültekin vd. (2019) çalışmasında, 2017 yılında piyasada aktif olarak görev alan ve piyasa da ilk yüzü oluşturan kripto para birimlerinin fiyat değişimleri ile değeri en

fazla olan 10 kripto para biriminin fiyat değişimleri arasında bir korelasyon olup olmadığını incelemek amacıyla karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda kripto paraların tek bir yatırım aracı olmadığını belirli bir düzeyde de olsa birbirinden farklı yatırım araçları sonucuna ulaşılmıştır. Kripto para birimlerinin genel anlamda aynı yönde hareket ettiği şeklinde yorumlama yapılmıştır.

Kajtazi ve Moro (2019) çalışmasında, kripto para birimlerinden olan Bitcoin'in Avrupa, Çin ve ABD finansal varlık portföyleride fayda sağlayıp sağlamadığını CVAR yaklaşımına dayanarak incelemelerde bulunmuşlardır. Çalışma sonucunda, Bitcoin'in getiri açısından portföy performansını artırdığını ayrıca 2013 yılındaki Bitcoin'in getirilerdeki artıştan kaynaklandığı belirtilmiştir Genel çerçeveye bakıldığında kripto paraların portföy çeşitlendirilmesinde önemli bir performans üstleneceğini sonucuna ulaşılmıştır.

Symitsi ve Chalvatzis (2019) tarafından yapılan çalışmada, Bitcoin'in 20 Eylül 2011 – 14 Temmuz 2017 tarihleri arasında Coindex den alınan günlük verilerle ADF test analizi yapılarak Bitcoin'in portföy üzerinde ki etkisini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda Bitcoin'in portföy çeşitlendirmesine fayda sağladığını ayrıca portföyün daha değerli hale getireceğini belirtmişlerdir.

Guesmi, vd., (2019) yapmış oldukları çalışmada, bir dizi finansal varlıklar ve Bitcoin arasında volatilité yayılmasını çeşitli yöntemler kullanarak incelemelerde bulunulmuş. İncelemeler aşamasında VARMA (1,1)-DCC-GJR-GARCH modelinin uygun model olduğunu sonucuna ulaşılmış. Sonuç olarak hisse senetleri, petrol ve altından oluşan portföyün riskine kıyasla Bitcoin'i içeren portföyün varyansını önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu da yatırımcılar için Bitcoin'in portföy oluşturmada avantaj sağladığını ve riskten korunma imkanını olduğunu göstermektedir.

Weiyi (2019) yaptığı çalışmasında, piyasada bulunan 10 büyük kripto para biriminin geçmiş verilerinden yararlanarak çeşitlendirme ve yatırım yapılabilirliği hakkında incelemeler yapılmıştır. Sharpe oranının sonucunda farklı çeşitlendirilmiş kripto para birimleri arasında yatırım sonuçlarının portföy açısından pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akhtaruzzaman, vd., (2020), yaptıkları çalışmada, 11 sektörden oluşan küresel endüstri sektörü ve tahvil endeksinden 19 Ağustos 2011- 30 Kasım 2018 tarihinin günlük verilerinden yararlanıp VARMA DCC-GARCH modeli kullanılarak Bitcoin'in

portföy çeşitlendirmesinde etkilerini araştırmışlardır. Bitcoin'in tahvil ve çok sayıda endüstriyel sektör için riskten korumasını sağladığı ve verimli sonuçlar elde edileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Deniz (2020) yaptığı çalışmada, piyasa değeri ve işlem hacmi en yüksek olan 7 kripto paranın brent petrol ve altın arasındaki ilişkiyi var modeli kullanarak analiz etmiştir. Çalışma sonucunda Granger nedensellik testi ve Johansen eş bütünleşme testlerinden yararlanarak kripto paraların yatırım alternatifi olarak kullanılacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Gül (2020) çalışmada, kripto paraların portföy çeşitlendirmesinde kullanıp kullanılmayacağını ve portföye değer katıp katmayacağını araştırmaktadır. 7 Ağustos 2015-23 Ocak 2020 döneminin haftalık verilerinden yararlanılmış. Yapılan korelasyon analizlerine göre, kripto paraların portföye dahil edilmesinde pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. Bu bulgu sonucunda portföy çeşitlendirilmesinde kripto paraların iyi bir yatırım aracı olabileceği ve portföy performansının olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bakry, vd., (2021) çalışmada Bitcoin'in farklı koşullar altında portföy çeşitlendiricisi olarak performansını araştırmışlardır. Farklı optimizasyonlar sonucun Sharpe oranının getirileri en üst düzeye çıkarmaya çalışan bir çerçeve oluşturulmuş ve Bitcoin eklenen portföy ve eklenmeyen portföy durumları karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunda Bitcoin'in portföye çeşitlendirme amacıyla eklenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak risk arayan bir yatırımcı için Bitcoin çeşitlendirici bir varlık olabilir iken, riskten kaçınan bir yatırımcı için kayıp olasılığının olabileceği belirtilmiştir.

Saygın, vd., (2021) çalışmada Bulanık doğrusal programlama metodu ile BİST 100 endeksinde yer alan pay senetleri, Euro ve Dolar kuru, Gümüş ve Altın, Bitcoin, Binance Coin, Ethereum, Ripple ve Cordano gibi kripto paraların 28 Kasım 2018 - 30 Haziran 2021 tarihinin günlük verileri kullanılarak portföy optimizasyon sonuçları ve üzerindeki etkilerin test edilmesi hedeflenmiştir. Sonuçlar pandemi öncesi ve sonrası olarak değerlendirildiğinde ilgili varlıkların portföye dâhil edilmesinin pandemi döneminde olumlu etkisi olduğu tespit edilmekte ile birlikte pandemi öncesi dönemde de portföyün performansı üzerinde olumlu etkisinin daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

### 3.2.2. Bulanık Mantık Modeli İle Yapılan Portföy Optimizasyonu Çalışması

Portföy oluşturmada temel amaç, portföyü oluşturan menkul kıymetlerde çeşitlendirme yaparak belirli bir getiri düzeyinde riski minimize etmektir. Bu amaca yönelik ilk bilimsel çalışmalar Markowitz (1952) tarafından gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılan modellerden biri de bulanık mantık temelli modellerdir. Bulanık mantık kavramı ilk olarak Zadeh (1965) tarafından kullanılmıştır. Bulanık mantık kullanılarak yapılan uygulamalı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Bekçi (2001) çalışmasında, 01 Ocak 1999 – 30 Haziran 2001 tarihleri arasında BİST 100’de sürekli olarak işlem gören 63 şirketin hisse senedi kullanılarak bir veri seti oluşturulmuş ve doğrusal programlama modeli ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Doğrusal programlama modeli ile yapılan çalışmada portföy içerisinde yer alan 8 farklı hisse senedin aylık portföy riski %12,02 olur iken beklenen aylık getirisi %6,53 olarak hesaplanmıştır. Beklenen getirinin %1 oranında bulanıklaştırılmasıyla gerçekleşen analiz sonucunda ise 6 hisse senedinden oluşan portföyün riski %11,77, portföyün beklenen getirisi %5,53 olarak gerçekleşmektedir. Doğrusal programlama modeli sonucunda oluşturulan portföyde yer alan 6 farklı hisse senedi ile bulanıklaştırma sonucunda oluşturulan hisse senetleri aynı hisse senetleridir. Yapılan analiz sonucunda riske karşı duyarlı olan yatırımcıların bulanık mantık çerçevesinde hareket etmeleri önerilmiştir.

Güngör vd.(2005) yaptıkları çalışmada, Haziran 2000-Mart 2005 yılları arasında 3 aylık dönem verileri şeklinde toplamda 20 dönem dikkate alınarak, İMKB’de işlem gören 261 hisse senedi içerisinde, piyasa faiz oranları üzerinde getirisi olan 114 hisse senedi modele dahil edilmektedir. Ancak oluşturulan portföyde yer alacak hisse senetlerinin BİST 30, BİST 50 ve BİST 100 içerisinde yer alma şart aranmaktadır. Bununla beraber modelde riski dağıtmak amacıyla yatırımın 4 farklı sektörde yer alması kısıtı getirilmiştir. Ayrıca benzer sebeplerle portföyün en az 5 hisse senedinden oluşması gerektiğini ileri sürerek bu durumu da modele kısıt olarak ilave etmişlerdir. Diğer bir kısıt ise; 3 aylık dönemde beklenen getiri hedefi %15 olarak konulmuş ve risk hedefinin azaltabilmek için ise; bu yüzde oranının %5 oranında değişebileceği varsayılmıştır. Bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli sonucunda yatırımcılara üçer aylık dönemlerde %15 üzerinde getiri sunan ve 14 farklı hisse senedinden oluşan 11 farklı portföy önerisi sunulmuştur. Sonuç olarak modelin,

yatırımcıların belirledikleri yatırım dönemine uygun optimal portföylerin belirlemede başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Pelitli (2007) yaptığı çalışmasında, Ekim 2001-Eylül 2006 yılları arasında BİST 50'de işlem hacmi en yüksek olan 35 hisse senedinin 60 aylık verileri üzerine hem bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli hemde doğrusal programlama modeli ile portföy optimizasyonu oluşturulmuştur. Bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modelinde Zimmermann (1983), Werners (1987) ve Verdegay (1982) yaklaşımı olmak üzere üç farklı yaklaşım kullanılmış olmakla birlikte Zimmermann (1983) ve Werners (1987) yaklaşımlarının benzer olup doğrusal programlama modeline dayandığı ifade edilmiştir. Çalışmada üyelik fonksiyonu  $\alpha \in [0,1]$  arasında yer alan değerler için optimal portföyler portföy belirlenmiştir.  $\alpha$  artışına bağlı olarak beklenen getiri artmakta ancak risk daha fazla artış göstermektedir. Zimmermann (1983) yaklaşımında optimal çözüm  $\alpha=0,82$  üyelik derecesine sahip 7 hisse senedinden oluşan portföyde gerçekleşmiş olup, optimal portföyün beklenen getirisi %4,54 risk değeri ise %8,64 düzeyinde gerçekleşmiştir. Werners (1987) yaklaşımında ise optimal çözüm  $\alpha=0,66$  üyelik derecesine sahip 9 hisse senedinden oluşan portföyde gerçekleşmiş olup, optimal portföyün risk değeri %8,54 beklenen getirisi %4,54 düzeyinde gerçekleşmiştir. Verdegay (1982) yaklaşımında ise birim risk başına en fazla getiri  $\alpha=0,1$  seviyesinde ortaya çıkmaktadır. Bu üyelik seviyesinde 9 hisse senedinden oluşan optimal portföyün riski %6,58 iken beklenen getirisi %4,54 olmuştur. Çalışma sonucunda bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modelinin, doğrusal programlama modeline kıyasla optimal portföy oluşturma konusunda daha başarılı sonuçlar elde edileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bozdağ ve Türe (2008) yaptıkları çalışmada, BİST 30'da işlem gören 26 adet hisse senedinin Ocak 2003 - Eylül 2005 tarihlerine ait aylık veriler kullanılmış. Analiz kısmında Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli ile portföy optimizasyonu yapılmıştır. Uygulamada yatırımcıların farklı risk davranışlarına göre tanımlanan 6 farklı senaryo oluşturulmuş. Yatırımcı tipine göre üçer hisse senedinden oluşan 6 farklı optimal portföy oluşturulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, yatırımcıların beklenen getirisi ile yatırımcıların riskten kaçınma düzeyi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Kocadağlı ve Cinemre (2010) alışmasında, Nisan 2008’de BİST 30’da işlem gören 30 hisse senedinin 42 seanslık verileri kullanılarak Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli, ortalama varyans modeli ve bulanık doğrusal olmayan model ile karşılaştırmalı portföy optimizasyonu yapılmıştır. Bulanık doğrusal olmayan model ile oluşturulan portföyün riski %6, portföyün getirisi %4,93 düzeyinde olmuştur. Sonuç olarak bulanık doğrusal olmayan model diğer modellerin portföy getirilerinden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Tsaur (2013) alışmasında, Nisan 2002 - Ocak 2004 tarihleri arasında şangay borsasında işlem gören hisse senetleri arasından rastgele seçilen 5 farklı hisse senedin haftalık verileri alınarak bulanık portföy modeli ile optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Model aracılığıyla riski seven yatırımcı, riskten kaçınan ve riske karşı duyarsız yatırımcı tipleri için optimal portföy oluşturulmuştur. Sonuç olarak model aracılığıyla farklı yatırımcı tipleri etkin portföy oluşturabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bhattacharyya vd., (2014) alışmasında, Nisan 2005 – Mart 2010 tarihleri arasında Bombay işlem gören hisse senetleri arasından rastgele seçilen 5 farklı hisse senedin aylık verileri alınarak ortalama varyans, bulanık ortalama arpıklık ve bulanık ortalama varyans arpıklık modelleri ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan optimal portföyler 3 varlıktan oluşmakta olup tüm modellerle optimizasyonu yapılarak bulanık ortalama varyans arpıklık modelinin diğer modellere göre daha başarılı sonuçlar oluşturduğu ifade edilmiştir.

Liu ve Zhang (2015) alışmasında, Ocak 2004 – Ocak 2010 tarihleri arasında in borsasında işlem gören hisse senetleri arasından rastgele seçilen 10 farklı hisse senedi ile finansal piyasalarda işlem gören bir riskiz finansal varlığın haftalık verileri alınarak çok dönemli bulanık Konno Yamazaki doğrusal olmayan programlama modeli ile optimal portföy oluşturma girişiminde bulunmuştur. Sonuç olarak bulanık Konno Yamazaki doğrusal olmayan programlama modeli aracılığıyla risksiz varlıklarla birlikte 5 varlıktan oluşan optimal portföyün yatırımcıların beklentilerini karşılayabileceği sonucu ifade edilmiştir.

Küçükbay ve Araz (2016) alışmasında, Nisan 2009 – Mart 2015 tarihleri arasında BİST100 endeksinde sürekli olarak işlem gören 89 şirketin aylık verileri kullanılmıştır. Yapılan alışma iki dönemi kapsamaktadır. İlk dönem Nisan 2009 – Mart 2014 tarihlerini kapsamakta olup ve optimal portföylerin oluşturulmasında verilerin

gözlemlendiği dönemdir. İkinci dönem ise Nisan 2014 – Mart 2015 tarihlerini kapsamakta olup ve oluşturulan optimal portföylerin performansının test edildiği dönemdir. Optimal portföyleri oluşturmak amacıyla bulanık hedef programlama tekniği ve doğrusal fiziksel programlama tekniği kullanılmıştır. Çalışma “Sharpe performans kriteri” ile test edilmiştir. Bulanık hedef programlama modeli ile oluşturulan optimal portföy 12 hisse senedinden oluşmakta olup optimal portföyün riski %8,9 portföyün getirisi %8,9 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak bulanık hedef programlama modelinin başarılı olduğu ifade edilmekle birlikte doğrusal fiziksel programlama modelinin de iyi bir alternatif model olabileceği ifade edilmiştir.

Yue ve Wang (2017) çalışmalarında, Ocak 2012 – Ocak 2015 tarihleri arasında Şangay borsasında işlem gören hisse senetleri arasından rastgele seçilen 12 farklı hisse senedin haftalık verileri alınarak bulanık mantık temelli yüksek momentler içeren 3 farklı metot kullanılmıştır. Bu metotlardan ilki bulanık çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık simetrik entropi metodu, ikincisi bulanık çok amaçlı ortalama varyans basıklık çarpıklık Yager entropi metodu, üçüncüsü çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık Shannon entropi metodudur. Çalışma da yüksek momentum modelleri ile optimal portföyler oluşturulmuştur. Sonuç olarak bulanık çok amaçlı modellerin etkinliği ve verimliliği testi, olumlu sonuçlar vermiştir. Ayrıca modeller içerisinde bulanık çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık simetrik entropi metodunun diğer metotlardan daha uygun çözümler sağladığı ifade edilmiştir. Önerilen model ile oluşturulan optimal portföy dokuz varlıktan oluşmakta olup portföyün riski 0,001 beklenen getirisi 0,007 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Akdağ (2019) yaptığı çalışmasında, 01 Ocak 2017 - 31 Aralık 2018 dönemleri arasında 19 farklı BİST sektör endeksleri ile euro ve dolar kuru, gümüş ve altın madenlerinin günlük verileri alınarak portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yöntem olarak bulanık doğrusal programlama modeli kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında sektör endeksleri ile bulanık doğrusal programlama modeli optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise değerli madenler ile döviz kurlarını sektör endekslerine ilave edilerek portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Her iki analiz sonucu karşılaştırılarak, değerli madenlerin ve döviz kurlarının portföy optimizasyonu üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda model aracılığıyla döviz kurlarının ve değerli madenlerin portföy optimizasyon sürecine dâhil

edilmesinin, portföyün riskini azaltırken beklenen getirisini de arttırıldığı ifade edilmiştir.

### 3.3. Veri Seti

Çalışmada BİST 30’da yer alan pay senetleri ve piyasa işlem hacmi en yüksek olan 5 kripto varlık bulunmaktadır. incelemeye dahil edilecek kripto varlık birimleri ve BİST 30’un portföye dahil edilmesiyle getiri ve riski oranını hesaplamak amacıyla yapılan çalışmada; kripto varlık birimleri içerisinde Bitcoin (BTC), Ripple (XRP), Litecoin (LTC), Ethereum (ETH), Monero (XMR) ve BİST 30’da yer alan pay senetleri seçilmiştir. BİST 30’da yer alan pay senetleri Ek 1’de gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler 04 Eylül 2016 – 26 Haziran 2022 dönemini ele almakta olup her bir değişken için 304 haftalık veri üzerinden hareket edilmiştir. Ayrıca kripto varlıkların piyasaya dahil olma yılları farklı olduğundan dolayı incelemeye alınacak olan diğer kripto varlık birimleri ile uyarlanarak belirtilen tarih ele alınmıştır. Verilerin tümüne investing.com adresinden erişilmiştir. Bu varlıkları kısaca tanımlamak gerekir ise;

**Bitcoin (BTC):** Bitcoin Satoshi Nakamoto tarafından 2009 yılında geliştirilip günümüze kadar ulaşılan bir varlık birimidir (Yıldırım,2021). Piyasada en yüksek hacimli olan Bitcoin kripto varlıkların başında gelmektedir (Koy vd.,2021:159). Bitcoin teknoloji olarak blokzinciri kullanan ilk temel uygulamadır. Kripto varlıklar blokzinciri teknolojisine bağlıdır. Bu varlıklar eşler arası (P2P) olarak çalışır merkezi bir sistemleri bulunmamaktadır. P2P, ağdaki merkezlerin arasında özel bir kodun olmadığı ve bilgisayarların eşit olduğu anlamına gelmektedir. Merkezi sistemi olmadığı için herhangi bir kuruluşun işlemleri doğrulmasını bulunmamaktadır (Nakamoto,2008:1).

**Ethereum (ETH):** Ethereum merkezi bulunmayan bir blokzinciri sistemidir ayrıca programlanabilir ve dağıtık bir yapıdadır. Tüm kripto varlıkların arka yapı ve teknolojileri aynı olmamak ile birlikte temelde birbirlerine de benzemektedirler (Koy vd.,2021:159). Ethereum sistem kurucuları Jeffrey Wilcke, Vitalik Buterin ve Gavin Wood 2014 yılında blokzincir üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Bu kişilerin temel amaçları güvenilir ve akıllı sözleşmeler oluşturmaktır (Chinchilla,2022,a.g.i.s).

**Ripple (XRP):** Chris Larsen tarafından 2012 yılında ortaya çıkarılan Ripple, işlem hacmi olarak Ethereum’dan sonra gelen en büyük altcoinlerden biridir. Bu varlık ilk zamanlar düşük miktarda fiyat seyri yaşadıkten sonra 2017 yılı içerisinde piyasada yüksek miktarda girişim sermayesi çekmiştir. Buna ilaveten kurucusu, dünyanın en

zengin 14. insanı olmuştur. Bu varlığın amacı; müşterilerin ve bankaların gerçekleştirdiği transferlerin düşük masraflı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmesine olanak sağlamaktır (Cnnturk,2022,a.g.i.s).

Litecoin (LTC): Litecoin Google mühendisi Charles Lee tarafından 2011 yılında oluşturulmuş (Nebil,2018:47). Litecoin 2016 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu varlığın temel amacı, müşterilerin yapmış oldukları transfer aşamalarını kısa bir zamanda ve kolay bir şekilde gerçekleştirmektir. Litecoin diğer kripto varlıklar gibi Bitcoin'den esinlenerek meydana getirilmiş olsa da Bitcoine ait özellikler içermemektedir. Bununla birlikte Litecoin'in Bitcoin'in karşısında birinci rakip kripto varlık olarak kabul görülmekteyse de bazı kesimlerce Litecoin'in, Bitcoin'in tamamlayıcısı olduğu öne sürülmektedir. Esasen bakıldığında Bitcoin altın değerinde iken Litecoin'in ise gümüş değerinde olduğu ifade edilerek aralarındaki farkın derecesi açıklanmaya çalışılmıştır (Bhosale ve Mavale,2018:134).

Monero (XMR): Monero, 18 Nisan 2014 tarihinde Monero Bitmonero adıyla bir kripto varlık birimi olarak piyasada adını duyurmuştur. Kısa bir süre sonunda bu varlık birimini Monero olarak kısaltılıp kullanılmasına karar vermişlerdir. Bu para biriminin avantajı 2 dakika içerisinde bloğu arasında transferlerini gerçekleştirmesidir. Monero'nun transferi, depolanması, üretimi gibi işlemler XRM adlı ağ topluluğu içerisinde yapılmakta olup ve ayrıca devlet veya banka aracılığıyla kontrolü üretimi yapılmamaktadır (Kalaitzis,2018:12-14). XMR taraflar arası yapılan tutarları ve işlemleri gizleyen güçlü bir ağ yapısına sahip olan Monero işlevselliği bakımından BTC koduna dayalı değildir. BTC nin aksine CryptoNote protokolünü esas almaktadır (Saberhagen,2013:4-13).

### **3.4. Yöntem**

Klasik doğrusal programlama modelleri, amaç fonksiyonunu kısıtlayıcılara ve değişkenlere bağlı olarak fonksiyonunu (minimum veya maksimum) oluşturmaya çalışır. Klasik doğrusal programlama modellerinde amaç fonksiyonun karar vericiyi etkileyip etkilemediğine bakılmaz (Özkan,2003:161-162). Bulanık doğrusal programlama modelinde ise amaç, optimal karara en yüksek üyelik derecesi ile ulaşmaktır. Model'de amaç fonksiyonunu minimum ve maksimum yapmak yerine, amaç fonksiyonunun karar vericiye etkileme derecesine göre tatmin eden yaklaşımla daha gerçekçi bir yaklaşım olduğu kabul görmüştür (Tuncel,1997:45-48).

Bulanık doğrusal programlama modeli, bulanık mantık ile doğrusal programlama modelinin özelliklerini kapsayan ve klasik doğrusal programlama modelinin bulanıklaştırılmış ve genişletilmiş halidir. Bulanık doğrusal programlama modeli, çoğunlukla karar sürecinde doğrusal programlama tekniğiyle çözülebilen bir yöntemdir (Hansen,1996:32; Çevik ve Yıldırım,2010:18). Bulanık doğrusal programlama yönteminde sorunların çözümünde doğrusal programlamanın aksine, amaç ve sınırlayıcılarda kesinlik içermeme varsayımının olması gerekir. Böylece bulanık doğrusal programlama modeli, amaç fonksiyonunu sınırlayıcı kendine has ihtiyaçların olduğu problemlere, doğrusal programlama modelini uyarlamak için büyük bir esneklik göstermiştir (Zhang vd.,2003:384).

Zadeh (1965) in ilk çalışmalarından biri bulanık mantık modelidir. Zadeh (1965) ilgili çalışmasında bu modeli geniş anlamda bulanık mantık küme teorisinin eş anlamlısı olarak tanımlamıştır. Bu model yapılan çalışma hakkında net ve kesin bilgiyi elde edemediği durumlarda doğru kararlar verilmesine yardımcı olur. “Bulanık mantık insan düşünüş tarzını esas alır” (Şen,1999:6).

Bulanık mantık, yaklaşık akıl yürütmenin mantığıdır. Bu mantığın diğerlerden ayıran en büyük fark bulanık mantıkta çekilmezlik ilkesinin aranmamasıdır. Bulanık mantığın geçerli olduğu iki sistem bulunmaktadır. Bunlardan ilki insanların yargısına ve kavrayışına gerek duyulan durumlardır. İkincisi ise kişinin yaptığı çalışma konusunun karmaşık olduğu ve konu ile ilgili veri ve bilgi eksikliğinin nedeniyle kişilerin değer yargılarına başvurulduğu durumlardır (Baykal ve Beyan,2004:39).

Klasik doğrusal programlama modeli ile bulanık doğrusal programlama modeli arasındaki en büyük fark, modeldeki bulanık parametreleri göstermek için “ ~ ” simgesinin kullanılması ve bulanıklığın olduğu kısımlar için [0,1] aralığında belirtilen ve memnuniyet derecesini gösteren üyelik fonksiyonunun gösterilmesidir. Genel olarak bulanık doğrusal programlama modelinin amaç ve kısıtlayıcılarının bulanık olduğu varsayıldığında en genel haliyle gösterimi aşağıdaki gibidir (Gülcan,2012:63).

Amaç Fonksiyonu:

$$\max Z = \sum_j^n = 1^{\tilde{r}_j} x_j$$

Kısıtlar:

$$\sum_j^n = 1^{\tilde{a}_{ij}} x_j \leq \tilde{b}_i \quad (i = 1,2, \dots \dots m) \quad x \geq 0$$

Bulanık doğrusal programlama modelinde, üç farklı problem çözme yaklaşımı bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar Zimmermann (1983), Verdegay (1982) ve Werners (1987) dir. Zimmermann (1983) yaklaşımında minimum ve maksimum üyelik dereceleri karar vericiye sorularak oluşturulmaktadır. Verdegay (1982) yaklaşımında ise, bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik derecesi belirlenmemektedir. Ayrıca amaç fonksiyonu kısıtlar gibi değerlendirilmediğinden çözüm şekli simetrik değildir. Werners (1987) yaklaşımında ise minimum ve maksimum üyelik derecelerinin min-max işlemi kullanılarak yapılması gerektiği, bunun karar verici tarafından yapılmasının doğru olmayacağı belirtilmiştir (Verdegay,1982: Werners,1987; Zimmermann,1991). Bundan dolayı Werners (1987) yaklaşımının, diğer yaklaşımlara göre daha çok tercih edilmesini sağlamıştır.

Bulanık doğrusal programlama modeli, portföy optimizasyonlarına yönelik uygulama kısmında Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli ile kullanılmaktadır. Amaç fonksiyonunun bulanıklaştırılması sonucu Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli bulanık kaynaklı Konno Yamazaki doğrusal programlama modeline dönüşür. Bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modeline Werners (1987) yaklaşımının uygulanmasıyla oluşturulan amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir (Kocadağlı,2006:133).

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min}Z \sum_t^T = 1 \frac{y_t}{T}$$

Kısıt 1.

$$y_t - \sum_{j=1}^n a_{tj}x_j \geq 0 \quad t = 1,2, \dots, T$$

Kısıt 2.

$$y_t + \sum_{j=1}^n a_{tj}x_j \geq 0 \quad t = 1,2, \dots, T$$

Kısıt 3.

$$\sum_{j=1}^n r_jx_j \geq \rho M_0 \quad a \in [0,1]$$

Kısıt 4.

$$\sum_{j=1}^n x_j = M_0 \quad a \in [0,1]$$

Model aracılığıyla  $\alpha \in [0,1]$  olmak üzere, model portföy optimizasyonu için uygulandığında portföyün beklenen getirisinin farklı memnuniyet seviyelerine göre çözümlenerek belirlenen memnuniyet seviyesinde hangi hisse senetlerine hangi oranda yatırım yapılması gerektiği belirlenebilir. Ancak model, risk ve çeşitli getiri komisyonları arasında optimal portföyün belirlenmesi için tam olarak çözüm sunamamaktadır. Bu sebeple modelde öncelikle  $\rho M_0$  ( $\alpha = 0,1$ ) ve  $\rho M_0 + \tau$  ( $\alpha = 1$ ) beklenen getiriler için çözümlenerek  $Z^0$  ve  $Z^1$  amaç fonksiyonu değerleri tespit edilir. Modelde beklenen getiri düzeyi arttıkça risk de artacağından  $Z^1 > Z^0$  olacaktır. ve  $Z^1$  değerlerinin kullanılmasıyla oluşan üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilir (Kocadağlı,2006:134).

$$\mu_z(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & Z < Z^0 \\ 1 - [Z - Z^0] \setminus [Z^1 - Z^0], & Z^0 \leq Z \leq Z^1 \\ 0, & Z > Z^1 \end{array} \right\}$$

$$\mu_z(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \sum_{j=1}^n r_j x_j < \rho M_0 \\ \left[ \sum_{j=1}^n r_j x_j - \rho M_0 \right] / \tau, & \rho M_0 \leq \sum_{j=1}^n r_j x_j \leq \rho M_0 + \tau \\ 1, & \sum_{j=1}^n r_j x_j > \rho M_0 + \tau \end{array} \right\}$$

Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_k(x)$ ) ile amacın üyelik fonksiyonunun  $\mu_z(x)$ , min-max işlemcisinin kullanılmasıyla oluşturulan bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modelinin amaç fonksiyonu ve kısıtları ise aşağıdaki gibi gösterilebilir (Wang,1997:385).

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Max } a (\mu_z(x) \geq a, \mu_k(x) \geq a, x \geq 0, a \in [0,1])$$

Kısıt 1.

$$\sum_{t=1}^T y_t \setminus T + a(Z^1 - Z^0) \leq Z^1$$

Kısıt 2.

$$y_t - \sum_{j=1}^n a_{tj}x_j \geq 0 \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Kısıt 3.

$$y_t + \sum_{j=1}^n a_{tj}x_j \geq 0 \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Kısıt 4.

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 + a\tau \quad a \in [0, 1]$$

Kısıt 5.

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq M_0 \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$0 \leq x_j \leq \mu_j, \quad y_t \geq 0$$

Modelin kullanılarak belirli bir memnuniyet derecesinde ( $\alpha \in [0, 1]$ ) hangi pay senetlerine hangi oranda yatırım yapılması gerektiği hesaplanır. Modelde kullanılan parametrelerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

$\alpha$  : Memnuniyet seviyesi

$y_t$  : Yardımcı değişken,

$\rho$  : Beklenen getiri oranı,

$a_{tj}$  : j. hisse senedinin riski ( $r_{jt} - r_j$ )

$\tau$  : Beklenen getirinin önceden bilinen tolerans değeri

$M_0$  : Toplam yatırım miktarı,

$\rho M_0$  : Beklenen getiri miktarı,

$t$  : T dönemi içindeki herhangi bir t. dönem,

$T$  : İncelenen dönem sayısı,

$r_{jt}$  : j hisse senedinin t döneminde gerçekleşen getiri oranı

$r_j$  : j. hisse senedinin ortalama getiri oranı,

$\mu_j$  : j. hisse senedine yapılan yatırımın üst sınırı,

$x_j$  : j. hisse senedine yapılan yatırımın payı,

### 3.5. Bulgular

Bu bölümde analizler sonucu elde edilen bulgular 2 alt başlık halinde sunulmuştur. İlk olarak bulanık doğrusal programlama modeli ile BİST 30 endeksinde yer alan pay senetlerinin kullanıldığı portföy optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak ise BİST 30 pay senetleri ve kripto varlıklar ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra yapılan her iki analiz sonucu karşılaştırılarak kripto varlıkların portföy optimizasyon sürecine dahil edilmesinin BİST 30 örneği üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

#### 3.5.1. BİST 30 Endeksinde Yer Alan Pay Senetlerinin Kullanıldığı Portföy Optimizasyon Sonuçları

Çalışmada ilk olarak BİST 30 endeksinde yer alan pay senetlerinin haftalık yüzdellik getirileri ile optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Analizde 04 Eylül 2016 ile 26 Haziran 2022 tarihleri arasındaki her bir değişken için 304 haftalık veri analize dâhil edilmiştir. İlgili varlıkların haftalık getirileri bulunduktan sonra beklenen haftalık getiri ( $\rho$ ) 0,0072, varlıkların beklenen maksimum getiri oranı ( $\rho_{\max}$ ) 0,0199 olarak hesaplanmıştır. Beklenen getirinin toleransı ise ( $\tau$ ) 0,0127 ( $\tau = 0,0199 - 0,0072$ ) bulunmuştur. Beklenen getirinin üyelik fonksiyonu ise ( $\mu_k(x)$ )  $M_0=1$  alması durumunda aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$\mu_k(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \sum_{j=1}^{30} r_j x_j < 0,0072 \\ [\sum_{j=1}^{30} r_j x_j - 0,0072] / 0,0127, & 0,0072 \leq \sum_{j=1}^{30} r_j x_j \leq 0,0199 \\ 1, & \sum_{j=1}^{30} r_j x_j > 0,0199 \end{array} \right\}$$

$Z^0$  ve  $Z^1$  için amaç fonksiyonu ve kısıtları içeren denklemlerin çözülmesiyle amaç fonksiyonu  $Z^0=0,0074$  ve  $Z^1=0,0192$  değerleri elde edilir. İlgili değerlerin modele ilave edilmesiyle amacın üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mu_z(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & Z < 0,0074 \\ 1 - [Z - 0,0074] / 0,0192 - 0,0074, & 0,0074 \leq Z \leq 0,0192 \\ 0, & Z > 0,0192 \end{array} \right\}$$

Optimizasyon işlemi sonucunda optimal portföyün memnuniyet düzeyi ( $\alpha$ ) %62 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen memnuniyet düzeyinde ( $\alpha$ ) portföyün riski ise aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\begin{aligned}\mu_z(x) \Rightarrow \quad 0,62 &= 1 - \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0118} \right] \\ 1 - 0,62 &= \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0118} \right] \\ 0,38 &= \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0118} \right] \\ 0,38 * 0,0118 &= Z - 0,0074 \\ 0,0045 + 0,0074 &= Z \\ 0,0119 &= Z\end{aligned}$$

%62 memnuniyet düzeyinde portföyün riski %1,19 olarak belirlenmiştir. Portföyün beklenen haftalık getiri oranının hesaplanması ise aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned}\text{Beklenen Getiri Oranı} &= \rho M_0 + \alpha \tau \\ &= 0,0072 * 1 + 0,62 * 0,0127 \\ &= 0,0072 + 0,0079 \\ &= 0,0151\end{aligned}$$

Memnuniyet düzeyi %62 olan portföyün beklenen haftalık getiri oranı %1,51 portföyün riski %1,19 olarak gerçekleşmiştir. Tablo 3.1'de optimal portföyde yer alan pay senetleri ve ağırlıkları verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Portföyde Yer Alan Pay Senetleri ve Ağırlıkları

| Kodlar | Değişkenler | Portföydeki Ağırlıkları | Ortalama Haftalık Getirisi |
|--------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| X3     | AKSEN       | 0,1436                  | 0,001618                   |
| X8     | EREGL       | 0,0914                  | 0,000832                   |
| X9     | FROTO       | 0,103                   | 0,000997                   |
| X11    | GUBRF       | 0,021                   | 0,000228                   |
| X16    | KOZAA       | 0,0676                  | 0,000901                   |
| X17    | PGSUS       | 0,0943                  | 0,001121                   |
| X19    | SASA        | 0,465                   | 0,009265                   |
| X20    | SISE        | 0,0141                  | 0,000111                   |

Tablo 3.1'e göre optimal portföy içerisinde yer alması gereken pay senetleri %14,36 AKSEN, %9,14 EREGL, %10,3 FROTO, %2,1 GUBRF, %6,76 KOZAA, %9,43 PGSUS, %46,5 SASA ve %1,41 ile SISE olmuştur.

Optimal portföyün birim getiri başına riskini gösteren değişim katsayısı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Değişim katsayısı: } \frac{\text{Portföyün riski}}{\text{Portföyün getirisi}} = \frac{0,0119}{0,0151} = 0,79$$

### 3.5.2. BİST 30 Pay Senetleri ve Kripto Varlıklar ile Gerçekleştirilen Portföy

#### Optimizasyonu Sonuçları

Bu kısımda BİST 30'da yer alan pay senetleri ve kripto varlıkların haftalık yüzdelik getirileri ile optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Eylül 2016 ile Haziran 2022 tarihleri arasındaki her bir değişken için 304 haftalık veri analize dahil edilmiştir. İlgili varlıkların haftalık getirileri hesaplandıktan sonra beklenen haftalık getiri ( $\rho$ ) 0,0098, değişkenlerin beklenen maksimum getiri oranı ( $\rho_{\max}$ ) 0,0358 olarak bulunmuştur. Beklenen getirinin toleransı ise ( $\tau$ ) 0,0260 ( $\tau = 0,0358 - 0,0098$ ) olarak hesaplanmıştır. Portföyün beklenen getirisinin üyelik fonksiyonu ( $\mu_k(x)$ )  $M_0=1$  olması durumunda aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$\mu_k(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \\ \frac{[\sum_{j=1}^{35} r_j x_j - 0,0098]}{0,0260}, \\ 1, \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{35} r_j x_j < 0,0098 \\ 0,0098 \leq \sum_{j=1}^{35} r_j x_j \leq 0,0358 \\ \sum_{j=1}^{35} r_j x_j > 0,0358 \end{array} \right\}$$

$Z^0$  ve  $Z^1$  için amaç fonksiyonu ve kısıtlarını içeren denklemlerin çözülmesiyle amaç fonksiyonu  $Z^0=0,0074$  ve  $Z^1=0,0489$  değerleri elde edilir. İlgili değerlerin modele eklenmesiyle amacın üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mu_z(x) = \begin{cases} 1, & Z < 0,0074 \\ 1 - [Z - 0,0074]/0,0489 - 0,0074, & 0,0074 \leq Z \leq 0,0489 \\ 0, & Z > 0,0489 \end{cases}$$

Optimizasyon işlemi sonucuna optimal portföyün memnuniyet derecesi ( $\alpha$ ) %47 olarak tespit edilmiştir. %59 memnuniyet derecesinde portföyün riski ise aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mu_z(x) \Rightarrow 0,64 = 1 - \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0415} \right]$$

$$1 - 0,64 = \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0415} \right]$$

$$0,36 = \left[ \frac{Z - 0,0074}{0,0415} \right]$$

$$0,0149 = Z - 0,0074$$

$$0,0223 = Z$$

%64 memnuniyet derecesinde portföyün riski %2,23 olarak bulunmuştur. %64 memnuniyet derecesinde portföyün beklenen haftalık getirisi ise aşağıda verilmiştir.

$$\text{Beklenen Getiri Oranı} = \rho M_0 + \alpha \tau$$

$$= 0,0098 * 1 + 0,64 * 0,0260$$

$$= 0,0098 + 0,0166$$

$$= 0,0264$$

%64 memnuniyet derecesinde portföyün haftalık beklenen getirisi %2,64 iken portföyün riski %2,23 olarak tespit edilmiştir. Optimal portföyde yer alan pay senetleri ile kripto varlıklar ve ağırlıkları Tablo 3.2 **Error! Reference source not found.**'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.2.** Portföyde Yer Alan Pay Senetleri ile Kripto Varlıklar ve Ağırlıkları

| Kodlar | Değişkenler | Portföydeki Ağırlıkları | Ortalama Haftalık Getirisi |
|--------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| X2     | Ethereum    | 0,0551                  | 0,0265                     |
| X3     | Ripple      | 0,3819                  | 0,0358                     |
| X24    | SASA        | 0,5630                  | 0,0199                     |

Tablo 3.2'ye göre optimal portföy içerisinde yer alması gereken varlıklar sırasıyla %5,51 Ethereum, %38,19 Ripple, % ve %56,3 ile SASA varlıklarından oluşmaktadır.

Optimal portföyün birim getiri başına riskini gösteren değişim katsayısı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Değişim katsayısı: } \frac{\text{Portföyün riski}}{\text{Portföyün getirisi}} = \frac{0,0223}{0,0264} = 0,84$$

## SONUÇ VE ÖNERİLER

2008 yılından sonra ortaya çıkan Bitcoin ve diğer kripto varlıklar, yatırımcıların yoğun ilgisiyle karşılaşmış ancak yüksek oynaklıkları nedeniyle yatırımcıları tedirginde etmiştir. Kripto varlıkların en önemli özelliği sanal ortamda ve sanal cüzdanda yer almasıdır. Yıllar içerisinde kripto varlıklarından ilki olan Bitcoin'in dışında dokuz bin den fazla altcoin ortaya çıkartılarak kullanım alanları genişletilmiş ve kamu otoritelerinin de bu varlıkları üretebileceği çeşitli araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Bitcoin ve diğer kripto varlıklar geçmişte insanların yatırım yapmaktan çekindiği varlık birimleri olsalar da son yıllarda uluslararası firmaların destek sağlamasından dolayı büyüme ve gelişmeleri de devam etmektedir. Bu sebeple kripto varlıkların portföylere dahil edilebilirliği konusu, finans sektöründe de yeni bir araştırma konusu olmuştur.

Yatırımcıların, geleneksel varlıklara yatırım yapmaktan ziyade, çeşitli yatırım araçlarının da yer aldığı bir portföye yatırım yapma fikri, oluşturulacak portföyde yatırım yapılacak finansal araçların hangi oranda ve çeşitliliğin nasıl olacağına dair soruları da beraberinde getirmiştir. Bu soruların çözümünün de optimizasyon modellerinden yararlanılmaktadır. Özellikle son yıllarda yapay zekâ temelli modeller tercih edilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada da, yapay zekâ temelli bir yaklaşım olan bulanık doğrusal programlama modeli kullanılmıştır.

Çalışmada kripto varlıkların portföy optimizasyon sürecine dahil edilmesinin, portföyün riski ve beklenen getirisi üzerinde etkisinin ne olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, 04 Eylül 2016 – 26 Haziran 2022 tarihleri arasında BİST 30'da yer alan pay senetlerinin ve analize dahil edilen beş kripto varlığın haftalık yüzdelik getirileri kullanılmıştır. Öncelikle BİST 30'da yer alan pay senetleri ile portföy optimizasyon işlemi gerçekleştirilerek optimal portföy oluşturulmuştur. Daha sonra BİST 30'da yer alan pay senetlerine, piyasa değeri en yüksek beş kripto varlık (Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin ve Monero) eklenerek portföy optimizasyon işlemi için ikinci bir optimal portföy oluşturulmuştur. Sonrasında ise her iki portföy risk ve getirisi hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda, BİST 30 endeksinde yer alan pay senetlerinin kullanıldığı ilk portföyün, memnuniyet düzeyi ( $\alpha$ ) %62, portföyün beklenen haftalık getiri oranı %1,51 iken portföyün riski %1,19 olarak hesaplanmıştır. İlk optimal portföy içerisinde yer alan pay senetleri; %14,36 AKSEN, %9,14 EREGL, %10,30 FROTO, %2,10 GUBRF, %6,76 KOZAA, %9,43 PGSUS, %46,50 SASA ve

%1,41 ile SISE dir. Kripto varlıkların analize dahil edildiği ikinci optimal portföy de ise memnuniyet düzeyi ( $\alpha$ ) %64, portföyün beklenen haftalık getiri oranı %2,64 iken portföyün riski ise %2,23 olarak hesaplanmıştır. İkinci optimal portföy içerisinde yer alan kripto varlıkları ve pay senedinin ağırlıkları ise; %5,51 Ethereum, %38,19 Ripple ve %56,30 ile SASA dır. Bu sonuçlara göre sadece BİST 30'da yer alan pay senetlerinin oluşturduğu portföyün getirisi, riski ve birim getiri başına riski gösteren değişim katsayısının, BİST 30'da yer alan pay senetleri ve kripto varlıklardan oluşan portföyün getirisinden, riskinden ve değişim katsayısından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Eisl vd. (2015), Gangwal (2016), Anyfantaki vd. (2018), Chuen vd. (2018), Ketelaars (2018), Petukhina vd. (2018), Kajtazi ve Moro (2019), Deniz (2020), Gül (2020) ve Saygın, vd., (2021) nin çalışmaları ile paralellik göstermiştir.

Sonuçlar yatırımcılar açısından değerlendirildiğinde; kripto varlıkların portföylerinde bulunmasının, portföyün getirisi üzerinde olumlu katkısı olacağı söylenebilir. Bu bağlamda özellikle riski seven yatırımcılar, portföylerinde kripto varlıklara daha fazla yer verilebilirler. Portföy yöneticileri açısından ise, özellikle kripto varlıklar ile ilgili yasal düzenlemeler takip edilerek yatırımcı tiplerine uygun kripto varlıklar seçilip bir portföy oluşturulabilir. Bundan sonra yapılacak benzer çalışmalarda, daha çok kripto varlıkların portföy sürecine dahil edilmesi, literatüre katkı sağlayabilecektir.

## KAYNAKÇA

Akdağ, S., (2019). Döviz kurları ve değerli madenlerin portföy sürecine dâhil edilmesinin optimizasyon sonuçları üzerine etkisi: bulanık doğrusal programlama ile bir uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, KOSBED*, 37:217-234.

Akdağ, S., (2020). *Portföy Optimizasyonu: Boğa ve Ayı Piyasaları*. Gazi Kitabevi, Ankara, s.184.

Akhtaruzzaman, M., Şensoy, A. and Corbet, S., (2020). The influence of bitcoin on portfolio diversification and design. *Finance Research Letters*, 37:200-205. <https://ssrn.com/abstract=3758512>.

Aksoy, E.E., (2014). *Uluslararası Portföy Yönetimi*. Detay Yayıncılık, Ankara, s.240.

Aksöyek, İ. ve Yalçın, K., (2011). *Çözümlü Problemleriyle Finansal Yönetim* (1. Baskı). İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Almaçık, B., (2019). Kripto Paraların Dünya ve Türkiye'deki Güncel Durumu Üzerine Bir İnceleme. *R&S - Research Studies Anatolia Journal* 2(4):21-30.

Alpago, H., (2018). Bitcoin'den Selfcoin'e kripto para. *Uluslararası Bilimsel Araştırma Dergisi*, 3(2):411-428.

Ammous, S.H., (2016). *Can cryptocurrencies fulfil the functions of Money?* Columbia University, Center on Capitalism and Society, Working Paper No. 92.

Anyfantaki, S., Arvanitis, S. and Topaloglou, N., (2018). Diversification, İntegration and Cryptocurrency Market. *Bank of Greece Working Papers No: 244*. 21 Nisan 2021 tarihinde [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bankofgreece.gr/Publications/Paper2018244.pdf](https://www.bankofgreece.gr/Publications/Paper2018244.pdf) adresinden erişildi.

Arnold, G. and Lewis, D. S., (2013). *Corporate Financial Management* (5. Edition). England: Pearson Education Limited.

Arora, S.J., (1997). *Guide to Structural Optimization* (1. Edition). USA: American Society of Civil Engineers.

Aslantaş Ateş, B., (2016). Kripto para birimleri, Bitcoin ve muhasebesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (1):349-366.

Aykaç, M., (2022). *Kripto Para Madenciliği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Bakry, W., Audil, R., Somar, A. M. ve Nasser, E. K., (2021). Bitcoin and portfolio diversification: portfolio optimization approach. *Journal of Risk and Financial Management*, sayı 282 14(7):1-24. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070282>

Baykal, N. ve Beyan, T., (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Bıçaklar Kitabevi, Ankara, s.413.

Bbc New., (2013, Temmuz 02). İkizlerinden Bitcoin yatırım fonu. 28 Kasım 2022 tarihinde [https://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2013/07/130702\\_winklevoss\\_bitcoin](https://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2013/07/130702_winklevoss_bitcoin) adresinden erişildi.

Bekçi, İ., (2001). *Optimal Portföy Oluşturulmasında Bulanık Doğrusal Programlama Modeli ve İMKB'de Bir Uygulama*. (Yayımlanmış Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Bhattacharyya, R., Hossain, S.A. and Kar, S., (2014). Fuzzy Cross-Entropy, Mean, Variance, Skewness Models For Portfolio Selection. *Journal of King Saud University- Computer and Information Sciences*, 26:79-87.

Bhosale, J. and Mavale, S., (2018). Volatility of Select Crypto-currencies: A Comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin. *Pune Annual Research Journal of Symbiosis Centre for Management Studies*, Vol.6:132-141.

Björk, T., Murgoci, A. and Zhou, X.Y. (2014). Mean-variance portfolio optimization with state-dependent risk aversion. *Mathematical Finance*, 24(1):1-24.

Bodie, Z., Kane, A. and Marcus, A. J., (2014). *Investments* (20. Edition). Newyork: McGraw-Hill.

Bondarenko, O., Kichuk, O. and Antonov, A., (2019). The possibilities of using investment tools based on cryptocurrency in the development of the national economy, *Baltic Journal of Economic Studies*, 5(2):10-17.

Bozdağ, N. ve Türe, H., (2008). Bulanık doğrusal programlama ve İMKB üzerine bir uygulama. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10:1-18.

- Brauneis, A., and Mestel, R., (2019). Cryptocurrency-portfolios in a mean-variance Framework. *Finance Research Letters*, 28:259-264.
- Bulut, E. ve Akbulut Bekar, S., (2020). Yatırımcı irrasyonallitesi bağlamında kripto para piyasası. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 652:65-89.
- Bunjaku, F., Gjorgieva-Trajkovska, O. and Miteva-Kacarski, E., (2017). Cryptocurrencies—advantages and disadvantages. *Journal of Economics*, 2(1):31-39.
- Carpenter, A., (2016). Portfolio diversification with bitcoin, *Journal of Undergraduate Research in Finance*, 6(1):1-27.
- Ceylan, A. ve Korkmaz, T., (1998). Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi (2. Baskı). Ekin Yayınları, Bursa, s.343.
- Chamberlain, G., and Rothschild, M., (1982). Arbitrage, factor structure, and mean-variance analysis on large asset markets. *Econometrica*, 51(5):1281-1304.
- Chapkanovska, E. (2020). Who Accepts Bitcoin in 2020?, *Spendmenot*, “Cevrimiçi”, 27 Eylül 2022 tarihinde <https://Spendmenot.Com/Blog/Who-AcceptsBitcoin/>, adresinden erişildi.
- Chinchilla, C. (2020. Haziran 03). Ethereum Whitepaper. 25 Kasım 2022 tarihinde <https://ethereum.org/en/whitepaper/> adresinden erişildi.
- Chokun, J.,(2017). “Who Accepts Bitcoins As Payment? List of Companies, Stores, Shops”, 99 Bitcoins. 01 Aralık 2022 tarihinde <https://www.philstockworld.com/2017/05/28/who-accepts-bitcoins-as-payment-list-of-companies-stores-shops/> adresinden erişildi.
- Chow, G., Jacquier, E., Kritzman, M. and Lowry, K., (1999). Optimal portfolios in good times and bad. *Financial Analysts Journal*, 55(3):65-73.
- Christy, A.G. and Clendenin, C.J., (1974). *Introduction to Investments* (6.Edition). Newyork: Mcgraw-Hill Book Company.
- Chuen, D. L. K., Guo, L. and Wang, Y., (2018). Cryptocurrency: a new investment opportunity? *The Journal of Alternative Investments*, 20(3):16-40. <http://jai.ijournals.com/content/20/3/16>.

Clarke, R.G., Silva, H. and Thorley, S., (2006). Minimum-Variance Portfolios in the U.S. Equity Market. *The Journal of Portfolio Management*, 33(1):10-24.

CNN Türk. (2018 Ocak 04). Ripple kurucusu dünyanın en zengin 14. kişisi oldu. 25 Kasım 2022 tarihinde <https://www.cnnturk.com/ekonomi/kripto-para/ripple-kurucusu-dunyanin-en-zengin-14-kisisi-odu?page=1> adresinden erişildi.

Collins, T., (2017, Ekim 20). The rise of bitcoin was predicted by nobel prize winning economist milton friedman in an interview recorded 18 years ago, footage reveals. 16 Mart 2021 tarihinde <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5000260/Bitcoin-predicted-Milton-Friedman-18-years-ago.html> web adresinden erişildi.

Cong, F. and Oosterlee, C.W. (2016). Multi-Period mean-variance portfolio optimization based on monte-carlo simulation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 64:23-38.

Çarkacıoğlu, A., (2016). Kripto-Para Bitcoin. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi Araştırma Raporu Aralık*.

Çevik, O. ve Yıldırım, Y., (2010). Bulanık doğrusal programlama ile süt ürünleri işletmesinde bir uygulama. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(18):15-26.

Dalbudak, Z. İ., (2014). *Portföy Riskinin Ölçülmesine İstatistiksel Bir Yaklaşım: Riske Maruz Değer Analizi ve Farklı Portföyler Üzerine Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Daldaban, E. (2017, Eylül 19). Daireleri Bitcoin ile satacak. 01 Aralık 2022 tarihinde <https://www.dunya.com/sectorler/emlak/daireleri-bitcoin-ile-satacak-haberi-382308> adresinden erişildi.

Demirel, E., (2012). *Finansal Piyasa Analizleri ve Portföy Yönetimi* (1. Baskı). Kriter Yayınevi, İstanbul, s.246.

Demirtaş, Ö., ve Güngör, Z., (2004). Portföy yönetimi ve portföy seçimine yönelik. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1(4):103-109.

Deniz, E. A., (2020). *Finansal Piyasalarda Kripto Para Uygulamaları: Kripto Para Fiyatlarını Etkileyen Faktörler*. Yüksek Lisans Tezi, Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Dilek, Ş., (2018). Blockchain teknolojisi ve bitcoin. *Seta, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı. Analiz*, Ankara, sayı 231.

Dizkırıncı, A. S. ve Gökgöz A., (2018). Kripto para birimleri ve Türkiye’de Bitcoin muhasebesi. *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, 4(2):92-105.

Eğilmez, M., (2017, Kasım 11). Kendime Yazılar: Kripto Paralar, Bitcoin ve Blockchain. 28 Kasım 2022 tarihinde Web adresinden <https://www.mahfiegilmez.com/2017/11/kripto-paralar-bitcoin-ve-blockchain.html> erişildi.

Eisl, A., Gasser, S., and Weinmayer, K., (2015). Caveat Emptor: Does Bitcoin Improve Portfolio Diversification? *Wirtschafts Universität Wien Vienna University of Economics And Business. SSRN Electronic Journal*.

Elton, E. J. and Gruber, M. J., (1995). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis* (5. Edition). UK: John Wiley & Sons Ltd.

Ercan, M.K. ve Ban, Ü., (2018). *Değere Dayalı İşletme Finansı Finansal Yönetim*. Gazi Kitapevi, Ankara, s.373.

Ertuna, İ. Ö., (1998). *Yatırım ve Portföy Analizi*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, s.195.

Fabozzi, F. J., Kolm, P. N., Pachamanova, D.A. and Focardi, S. M., (2007). *Robust Portfolio Optimization And Management* (1. Edition). New jersey: John Wiley & Sons.

Fama, E. F. ve Miller H. M., (1971). *The Theory of Finance*, Dryden Press, Chicago, s.341.

Fama, E. F., (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*. 25(2):383-417.

Farrell, J. L., (1983). Guide to portfolio management. *New York: McGraw- Hill Book Company*, pp.353.

Feldstein, M.S., (1969). Mean-variance analysis in the theory of liquidity preference and portfolio selection. *The Review of Economic Studies*, 36(1):5-12.

Feng, W., Wang, Y., and Zhang, Z., (2018). Can cryptocurrencies be a safe haven: a tail risk perspective analysis. *Applied Economics*, 50(44):4745-4762.

Francis, J. C., and Kim, D., (2013). *Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments*. Canada.

Gangwal, S., (2016). Analyzing the effects of adding bitcoin to portfolio. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 10(10):3519-3532.

Göde, B. ve Küçükşahin, H., (2017). Kripto para birimlerinin kayıtdışı ekonomi üzerine etkileri; Bitcoin örneği. *ICPESS 2017 - 3. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı 9-11 Kasım 2017 Ankara*. s.145.

Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., & Ftiti, Z., (2019). Portfolio diversification with virtual currency: evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*, (63):431-437.

Gül, Y., (2020). Kripto paralar ve portföy çeşitlendirmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (65):125-141.

Gülcan, B., (2012). *Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Bisküvi İşletmesinde Optimum Ürün Formülü Oluşturma*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.

Gültekin, Y., (2017). *Kripto Para Birimleri ve Yatırım Aracı Olarak Kullanımı: Tarihsel Volatiliteleri Bağlamında Bir Değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.

Gültekin, Y., Özdemir, F. S. ve Varici, İ., (2019). Kripto para birimlerinin piyasa değerlerindeki değişimlerin analizi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2):677-688.

Güngör, İ., Aycan, M. ve Demir, Y., (2005). Bulanık ortamda portföy optimizasyonu. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 10:104-120.

Haklı, Z., (2006). *Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli ile Optimal Portföy Oluşturma ve IMKB' de Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Hansen, K. B., (1996). *Fuzzy Logic and Linear Programming Find Optimal Solutions for Meteorological Problems*. Novo Scotia: Terms Paper for Fuzzy Course at Technical University of Nova Scotia.

- İskenderoğlu, Ö., ve Akdağ, S., (2017). Bulanık Ortalama Mutlak Sapma Modeli ile Portföy Optimizasyonu: BİST 30 Örneği. *Uluslararası Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 6(2):102-113.
- İskenderoğlu, Ö., ve Karadeniz, E., (2011). Optimum portföyün seçimi: İMKB 30 üzerinde bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(2):235- 257.
- İşbilen Yücel, L., (2017). *Veri Zarflama Analizi. Frontier Analyst ve WinDeap ile Portföy Etkinlik Ölçümü Örneği ve Çeşitli Uygulamalar*. Der kitabevi, İstanbul, s.144.
- Jacobs, G.I. and Levy, K.N., (2006). Enhanced active equity strategies. *The Journal of Portfolio Management*, 32(3):45-55.
- Jonker, N., (2018). What drives bitcoin adoption by retailers? *Working Paper No. 585, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam*. s.35.
- Kabakçı, A., (2013). *Portföy Yönetimi* (1. Baskı). İlkem Yayınevi, İzmir.
- Kajtazi, A., and Moro, A., (2019). The Role of Bitcoin in Well Diversified Portfolios: a Comparative Global Study. *International Review of Financial Analysis*, 61:143-157.
- Kalaitzis, A., (2018). *Bitcoin-Monero Analysis: Person and Spearman Correlation Coefficients of Cryptocurrencies*. Master Thesis In Mathematics/ Applied Mathematics Division Of Applied Mathematics, Mälardalen University, Sweden.
- Karan, M. B., (2011). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi* (3. Baskı). Gazi Kitapevi, Ankara, s.715.
- Karan, M. B., (2018). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*. (5. Baskı). Gazi Kitabevi, Ankara, s.819.
- Kaya, C. ve Kocadağlı, O., (2012). Etkin sınır ve beta katsayı kısıtlı portföy seçim modeli üzerine bir uygulama. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(22):19-35.
- Ketelaars, T., (2018). *Investing in the Cryptocurrency Market: Analyzing the Diversification Effects of Cryptocurrencies in a Well-Diversified Portfolio*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Radboud University, Faculty of Management Sciences, Nijmegen,

- Klein, T., Thu, H.P. and Walther, T. (2018). Bitcoin is not the new gold – a comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *International Review of Financial Analysis*, (59):105-116.
- Kocadağlı, O. ve Cinemre, N., (2010). Portföy optimizasyonunda SVFM ile bulanık doğrusal olmayan model yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2):359-369.
- Kocadağlı, O., (2006). *Bulanık Matematiksel Programlama ve Portföy Analizi Uygulaması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Konno, H., and Yamazaki, H., (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market. *Management Science*, 37(5):519-531.
- Konuralp, G., (2005). *Sermaye Piyasaları Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi* (2. Baskı). Alfa Yayınları, İstanbul. s.287.
- Korkmaz, T., Aydın, N., ve Sayılğan, G., (2013). *Portföy Yönetimi*. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Koy, A., Yaman, M. ve Mete, S., (2021). Kripto paraların volatilité modelinde ABD borsa endekslerinin yeri: Bitcoin üzerine bir uygulama, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24):159.
- Krückeberg, S., and Scholz, P., (2019). Cryptocurrencies As An Asset Class?, *In Cryptofinance and mechanisms of exchange*, s.1-28.
- Küçükbay, F . and Araz, C., (2016). Portfolio selection problem: a comparison of fuzzy goal programming and linear physical programming. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications*,6(2): 121-128.
- Levy, M. and Roll, R., (2010). The market portfolio may be mean/variance efficient after all: the market portfolio. *The Review Of Financial Studies*, 23(6):2464-2491.
- Liu, Y.J. and Zhang, W.G., (2015). A multi-period fuzzy portfolio optimization model with minimum transaction lost. *European Journal of Operational Research*, 242:933-941.
- Markowitz, H., (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1):77-91.

- Markowitz, H., (1959). *Portfolio Selection Efficient Diversification of Investments*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Markowitz, H., (1999). The early history of portfolio theory:1600-1960. *Financial Analysts Journal*, 55(4):5-16.
- Members, E. E., (1976). *Dictionary of Economic and Business, Littlefields*. Adams Co, New Jersey.
- Nakamoto, S., (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review* 21260, s.1-9.
- Nebil, F. S., (2018). *Bitcoin ve Kripto Paralar*. Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, İstanbul, 1. Baskı, s 205.
- O'Dwyer, K.J. and Malone, D., (2014). *Bitcoin Mining and Its Energy Footprint*. Hamilton Institute National University of Ireland Maynooth.
- Okur, Y., (2009). *Kar Payı Verimliliği Çerçevesinde Aktif Portföy Yönetimi ve İMKB Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Özkan, M. M., (2003). *Bulanık Hedef Programlama* (1. Baskı). Ekin Kitabevi, Bursa, s.559.
- Özmen Uysal, Ö., (1991). Modern portföy kuramı ve risk analizinde beta katsayısının konumu. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1):221-230.
- Pamela, P. and Fabozzi, J.F., (2010). *The Basics of Finance, An Introduction to Financial Markets, Business Finance, and Portfolio Management*. Kanada: John Wiley & Sons Ltd.
- Paya, M., (1997). *Makro İktisat* (1. Baskı). Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Pekkaya, M., (2011). *Arfima Ve Figarch Yöntemlerinin Markowitz Ortalama Varyans Portföy Optimizasyonunda Kullanılması: İMKB-30 Endeks Hisseleri Üzerine Bir Uygulama*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.

- Pelitli, D., (2007). *Portföy Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Uygulama Örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Petukhina, A., Trimborn, S., Härdle, W. K. and Elendner, H. (2018). Investing with cryptocurrencies – evaluating the potential of portfolio allocation strategies. *SSRN Electronic Journal*.
- Pike, R. and Bill, N., (2009). Corporate finance and investment decisions and strategies. *London: Financial Times Prentice Hall*. 6.Edition:221-222.
- Plassaras, N. A., (2013). Regulating digital currencies: bringing bitcoin within the reach of IMF. *Chicago Journal of International Law*, 14(1): 377.
- Reilly, F. K. and Brown, K. C., (2011). *Investment Analysis and Portfolio Management* (10. Edition). Boston: Cengage Learning.
- Resmi gazete, (2021). Ödemelerde kripto varlıkların kullanılmamasına dair yönetmelik. 27 Eylül 2022, tarihinde [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210416-4.htm) adresinden erişildi.
- Roy, A.D., (1952). Safety First and the Holding of Assets. *Econometrica*, 20(3):431-449.
- Rubinstein, M., (2002). Markowitz's portfolio selection: a fifty-year retrospective. *The Journal of Finance*, 57(3):1041-1045.
- Rubinstein, M., (2006). *A History of The Theory of The Theory of Investments* (1.Edition). New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Saberhagen, N. V., (2013). Cryptonote v 2.0. web adresinden URL: <https://cryptonote.org/whitepaper.pdf>. Ulaşılmıştır. 21.12.2022 Erişim Tarihi.
- Sarısoy, S. N., (2019). *Promethee Sıralama Yöntemi ile Portföy Oluşturma ve Borsa İstanbul'da 2010-2015 Yılları Arasında Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Saygın, O., Akdağ, A. ve İskenderoğlu, Ö., (2021). Türkiye'de COVID-19 salgını öncesi ve COVID-19 salgın döneminde karşılaştırmalı portföy optimizasyonu: bir yapay

zekâ uygulaması. 24. *Finans Sempozyum Bildiri Kitabı. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.* s.495-516.

Sevinç, E., (2007). *İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalamam Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi,

Sharpe, W. F., Gordon, J.A. and Vejeffery, V.B., (1998). *Investments* (6. Edition). New Jersey: Prentice Hall.

Sönmez, A., (2014). Sanal para bitcoin. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC*, 4(3):1-14.

Steinbach, M.C., (2001). Markowitz revisited: mean-variance models in financial portfolio analysis. *Society for Industrial and Applied Mathematics.* 43(1):31-85.

Swissinfo. (2016, Mayıs 10). Zug first to accept Bitcoin for government services. swissinfo.ch. 02 Aralık 2022 tarihinde [https://www.swissinfo.ch/eng/business/cryptovalley\\_zug-firstto-accept-bitcoin-for-government-services/](https://www.swissinfo.ch/eng/business/cryptovalley_zug-firstto-accept-bitcoin-for-government-services/) 42143908 adresinden erişildi.

Symitsi, E. and Chalvatzis, K.J., (2019). The economic value of bitcoin: a portfolio analysis of currencies, gold, oil and stocks. *Research in International Business and Finance*, 48:97-110.

Şahin, O. N., (2018). TMS & TFRS ışığında muhasebe, vergi ve denetim açısından bitcoin ve diğer kripto para birimleri. *Muhasebe ve Bilim Dergisi*, Aralık 20(4):898-923.

Şen, Z., (1999). *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Modelleme İlkeleri.* İstanbul: İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi.

Treynor, J.L. and Black. F., (1973). How to use security analysis to improve portfolio selection? *The Journal of Business*, Published By: The University of Chicago Press. 46(1):66-86.

Tsaur, R.C., (2013). Fuzzy portfolio model with different investor risk attitudes, *European Journal of Operational Research*, 227(2):385-390.

Tuncel, S. Ö., (1997). *Bulanık Doğrusal Programlama.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ulucan, A., (2004). *Portföy Optimizasyonu: Kuadratik Programlama Tabanlı Modelleme* (1.Baskı). Siyasal kitapevi, Ankara, s.158.

Verdegay, J.L., (1982). *Fuzzy Mathematical Programming*, in: M.M. Gupta, E. Sanchez (Eds.), *Fuzzy Information and Decision Processes*, Amsterdam: North-Holland.

Wang, L. X., (1997). *A Course in Fuzzy-Systems and Control* (1. Edition). Eastbourne: Prentice Hall Inc.

Wang, S. and Xia, Y., (2002). *Portfolio Selection and Asset Pricing* (1.Edition). Berlin: Springer-Verlag.

Web sitesi <https://tr.investing.com/> adresinde alındı. Erişim Tarihi:27.09.2022.

Web sitesi <https://tr.tradingview.com/markets/cryptocurrencies/global-charts/> adresinden alındı. Erişim tarihi: 01.12.2022.

Weiss, L., (2010). *Active vs. Passive Portfolio Management*. Farmington Hills: Raymond James and Associates.

Weiss, L., (2019). Portfolio diversification across cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 29:200-205.

Werners, B., (1987). “An interactive fuzzy programming system”. *Fuzzy Sets and Systems*, 23:131-147.

Winston, W.L., (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms*. (4. Edition). Brooks: Duxbury Press.

Wong, W.S., Saerbeck, D. and Silva, D.D., (2018, Şubat 18). *Cryptocurrency: A New Investment Opportunity? An Investigation of the Hedging Capability of Cryptocurrencies and Their Influence on Stock, Bond and Gold Portfolios*. SSRN 30 Kasım 2022 tarihinde: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3125737](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3125737) sitesinden erişildi.

Yıldırım, H., (2021). *Portföy Yönetiminde Kripto Paraların Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Finans Enstitüsü, İstanbul.

Yue, W. and Wang, Y., (2017). A new fuzzy multi-objective higher order moment portfolio selection model for diversified portfolios. *Physica A* 465, 124-140.

Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3): 338-353.

Zhang, G., Wu, Y. H., Remias, M. and Lu, J., (2003). Formulation of fuzzy linear programming problems as four objective constrained optimization problems. *Applied Mathematics and Computation*, 139:383-399.

Zhou, X. Y. and Yin, G., (2003). Markowitz's mean –variance portfolio selection with regime switching: a continuous-time model. *Journal on Control and Optimization*, 42(4):1466-1482.

Zimmermann, H. J., (1983). Fuzzy mathematical programming. *Computers Operations Research*, 10(4):291-298.

Zimmermann, H. J., (1991). *Fuzzy Set Theory and Its Applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.



## EKLER

### Ek 1: BİST 30'da (XU030) Yer Alan Hisse Senetleri

| Hisse Senedinin Kodu | Hisse Senedinin Adı                            | Hisse Senedinin Kodu | Hisse Senedinin Adı   | Hisse Senedinin Kodu | Hisse Senedinin Adı                      |
|----------------------|--|----------------------|---|----------------------|--|
| AKBNK                | Akbank T.A.Ş.                                  | GUBRF                | Gübre Fabrikaları T.A.Ş.                                    | TAVHL                | TAV Havalimanları Holding                |
| AKSEN                | Aksa Enerji Üretim A.Ş.                        | SAHOL                | Hacı Ömer Sabancı Holding A.Ş.                              | TKFEN                | Tekfen Holding A.Ş.                      |
| ARCLK                | Arçelik A.Ş.                                   | KRDMD                | Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Class D | THYAO                | Türk Hava Yolları                        |
| ASELS                | Aselsan Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.      | KCHOL                | Koç Holding A.Ş.  | TOASO                | Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.       |
| BIMAS                | BİM Birleşik Mağazalar A.Ş.                    | KOZAL                | Koza Altın İşletmeleri A.Ş. KOZAL                           | TUPRS                | Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.         |
| DOHOL                | Doğan Şirketler Grubu Holding A.Ş.             | KOZAA                | Koza Anadolu Metal Madencilik İşletmeleri A.Ş.              | TTKOM                | Türk Telekomünikasyon A.Ş.               |
| EKGYO                | Emlak Konut Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş. | PGSUS                | Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş.                              | TCELL                | Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş. ORD    |
| EREGL                | Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.       | PETKM                | Petkim Petrokimya Holding A.Ş.                              | ISCTR                | Türkiye İş Bankası A.Ş. Class C          |
| FROTO                | Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.                      | SASA                 | SASA Polyester Sanayi A.Ş.                                  | VESTL                | Vestel Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş. |
| GARAN                | Türkiye Garanti Bankası                        | SISE                 | Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.                        | YKBNK                | Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.               |

**Kaynak:** investing.com,27.09.2022.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı ve Soyadı** : Beşire KOCA

**E-mail** :

**Öğrenim Durumu** : Yüksek Lisans

| Derece        | Bölüm/Program   | Üniversite                  | Yıl       |
|---------------|---|-----------------------------|-----------|
| Önlisans      | Kilis Meslek Yüksek Okulu<br>Muhasebe ve Vergi<br>Uygulamaları Programı | Kilis 7 Aralık Üniversitesi | 2014-2016 |
| Lisans        | İktisadi ve İdari Bilimler<br>Fakültesi<br>Maliye Bölümü                | Harran Üniversitesi         | 2017-2019 |
| Yüksek Lisans | Lisansüstü Eğitim Enstitüsü<br>Finans ve Bankacılık Ana<br>Bilim Dalı   | Tarsus Üniversitesi         | 2020-2023 |