T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
MUHASEBE VE FİNANSMAN DOKTORA PROGRAMI

VERİ MADENCİLİĞİNE DAYALI AKILLI FON PORTFÖY OPTİMİZASYON SİSTEMİ

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN:
GÖRKEM SARIKAYA

TEZ DANIŞMANLARI:
PROF. DR. NERMİN ÖZGÜLBAŞ
DOÇ. DR. ALİ SERHAN KOYUNCUGİL (EŞ DANIŞMAN)

ANKARA - 2016

T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
MUHASEBE VE FİNANSMAN DOKTORA PROGRAMI

VERİ MADENCİLİĞİNE DAYALI AKILLI FON PORTFÖY OPTİMİZASYON SİSTEMİ

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN:
GÖRKEM SARIKAYA

TEZ DANIŞMANLARI:
PROF. DR. NERMİN ÖZGÜLBAŞ
DOÇ. DR. ALİ SERHAN KOYUNCUGİL (EŞ DANIŞMAN)

ANKARA - 2016

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 10 / 11 / 2016

Öğrencinin Adı, Soyadı : GÖRKEM SARIKAYA

Öğrencinin Numarası : 21110163

Anabilim Dalı : İŞLETME ANABİLİM DALI

Programı : MUHASEBE VE FİNANSMAN DOKTORA PROGRAMI

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : PROF.DR NERMİN ÖZGÜLBAŞ VE
EŞ DANIŞMAN: DOÇ.DR ALİ SERHAN KOYUNCUGİL

Tez Başlığı : VERİ MADENCİLİĞİNE DAYALI AKILLI FON PORTFÖY OPTİMİZASYON SİSTEMİ

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam ..108... sayfalık kısmına ilişkin, ..10 / ..11. / 20.16 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından ..TURNITIN..... adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % ..13..'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

"Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını" inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

Onay

.10 / .11 / 2016

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad,

Prof. Dr. Nermin Özgülbaş

Görkem SARIKAYA tarafından hazırlanan "Veri Madenciliğine Dayalı Akıllı Fon Portföy Optimizasyon Sistemi" adlı bu çalışma jürimizce Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Kabul (sınav) Tarihi:.....30.../11.../2016

(Jüri Üyesinin Unvanı, Adı-Soyadı ve Kurumu): İmzası

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Nermin ÖZGÜLBAŞ, Başkent Üniversitesi (Danışman)

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU, Başkent Üniversitesi

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Hüseyin TATLIDİL, Hacettepe Üniversitesi

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ, Ankara Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Deniz Umut ERHAN, Başkent Üniversitesi

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../20....

Prof. Dr. Doğan TUNCER

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında bana yol gösteren, tavsiyelerde bulunan, tezime bilimsel katkıları olan saygıdeğer danışman hocalarım Prof. Dr. Sayın Nermin ÖZGÜLBAŞ ve Doç. Dr. Sayın Ali Serhan KOYUNCUGİL'e emeklerinden ve katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hem eğitim hayatım boyunca, hem de hayatımı etkileyen karar dönemlerinde her daim yanımda olan, emeklerini benden asla esirgemeyen, eğitim hayatıma yön vermemde yardımcı olduğu gibi bu tezin hazırlanması aşamasında da bana yardımcı olan Prof. Dr. Sayın Hüseyin TATLIDİL'e teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince iş hayatımda bana her türlü kolaylığı sağlayan Berkay ŞENER'e anlayışından dolayı teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan, beni yetiştiren ve maddi manevi destekleri ile yanımda olan annem Gülay ÖKSÜZ, babam Dr. Ö.Oktay ÖKSÜZ'e ve tüm aileme desteklerinden ve sabırlarından dolayı teşekkür ederim.

5,5 yıl süren doktora eğitimimde her an bana destek olan, bu süreci benimle birlikte yaşayıp her türlü sıkıntıma ortak olan eşim Eray SARIKAYA'ya kendisinden esirgediğim zaman ile bitirdiğim doktora eğitimimde bana olan sabrı ve anlayışı için teşekkür ederim. Son olarak çok yakın bir zamanda ailemize katılacak olan ikizlerim Arya ve Arda SARIKAYA'ya tezimin son aşamasında bana bu mutluluğu yaşatıp, bu süreci daha kolay geçirmemi sağladıkları için teşekkür ederim.

Görkem SARIKAYA,
Ankara, Kasım 2016

ÖZET

Portföy optimizasyonu kavramı günümüzde oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Minimum risk, maksimum getiri mantığı ile optimal portföyler farklı modeller ile oluşturulmaktadır. Ancak gelişen teknoloji ve hızlı ilerleyen bilim çağında klasik optimizasyon modelleri geride kalmaya başlamışlardır.

Çok fazla veri yükü ile uğraşan ve bu yüzden oldukça vakit kaybeden finansal analizciler, veri madenciliği yöntemleri ile optimizasyonları daha hızlı ve güvenilir bir şekilde yapmaya başlamışlardır. Bu sayede finansal analizciler ihtiyaçları olmayan veriler ile çalışmak yerine, sadece optimazyon için gerekli verilerle, daha kısa bir sürede analizlerini gerçekleştirebilmektedirler.

Bu tezde kullanılan yatırım fon portföy günlük getiri değerleri, veri madenciliği tekniklerinden kümeleme analizi ve yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmiş, oluşturulan modelin getiri ve riski test edilmiştir. Amaç; tasarlanan modelin, mevut fon portföy sepetinden daha yüksek getirili ve daha düşük riskli portföyler oluşturmaktır. Modelin testi sonucunda oluşturulan fon portföylerinin başarılı olduğu, yani fon portföy getirisinin daha yüksek, riskinin ise daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada sadece bu dönem için bir model değil gelecekteki veriler ile de akıllı bir model oluşturmak amaçlandığı için ve gelecekteki verilerin durumu bilinmediği için yapay sinir ağları modeli tercih edilmiştir. Yapay sinir ağları ile oluşturulan portföylerin getirilerinin daha yüksek, risklerinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır.

Tezin son kısmında oluşturulan modelin akış şeması çizilerek, model akıllı bir sistem haline getirilmiştir. Bu sayede güncel veriler ve teknikler ile sistem kendi kendini güncelleyebilecektir. Sistem ve akış şeması, modelin farklı veriler ile otomasyona dayalı olarak çalışmasına da izin vermektedir. Oluşturulan optimal modelin, hem literatüre hem de uygulamacılara önemli ölçüde katkısı olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Portföy Optimizasyonu, Veri Madenciliği, K-Ortalamalar Kümeleme Analizi, Yapay Sinir Ağları, Akıllı Sistem

ABSTRACT

Portfolio optimization concept is very popular in daily use. With minimum risk-maximum return approach, optimal portfolios were established different models. However, in advancing techonolgy and fast developing scientific age basic optimization models are outdated.

Financial analysist's, whom are wasting quite time because of dealing with very large data sets, with the help of data mining concept started to complete optimizations faster and in safer way. By this means financial analysists instead of wasting time with worthless data sets, they can complete their analysis in a very short period.

In these thesis, mutual funds portfolio data sets are optimized and tested with clustering method one of the data mining techniques and artificial neural network analysis. The aim of this thesis; the designed model is to create portfolios with higher return and lower risk than the existing portfolio of funds. As a result of the model test, it was concluded that the fund portfolios generated were successful, that is, the fund portfolio yield was higher and the risk was lower. The artificial neural network model was chosen for this study because not only the state of future data is unknown but also it was intended a smart model for future period with future data. It has been determined that the returns of the portfolios created with artificial neural networks are higher and their risks are lower.

In the final part of the thesis the model is turned into smart system with drawing models workflow chart. With up-to-date dates and models, it can update itself. The system and flow chart are also allow for the operation to be based on automation with different datas. This optimal model which is created in this thesis will have importance for users (financial analysists, individual investers, institutional investors) and literature.

Key Words: Portfolio Optimization, Data Mining, K-Means Clustering, Artificial Neural Networks, Smart System.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR I
ÖZET II
ABSTRACT III
İÇİNDEKİLER IV
TABLOLAR LİSTESİ VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ X
KISALTMALAR XI
GİRİŞ 1
BÖLÜM I. FON TANIMI VE KAPSAMI 6
1.1. Fon Kavramı 6
1.2. Fonların Genel Özellikleri 6
1.3. Fon Çeşitleri 7
1.3.1. Yatırım Fonları 7
1.3.1.1. Menkul Kıymet Yatırım Fonları 8
1.3.1.2. Borsa Yatırım Fonları 9
1.3.1.3. Serbest Yatırım Fonları 10
1.3.1.4. Yabancı Yatırım Fonları 10
1.3.1.5. Girişim Sermayesi Yatırım Fonları 11
1.3.1.6. Gayrimenkul Yatırım Fonları 11
1.3.2. Emeklilik Yatırım Fonları 12
BÖLÜM II. PORTFÖY VE OPTİMİZASYON 15
2.1. Portföy Teorisi 15
2.2. Portföy ve Portföy Yönetimi İle İlgili Temel Kavramlar 16
2.2.1. Portföy Seçimi/Yönetimi 16
2.2.2. Portföy Yönetim Süreci 16
2.2.2.1. Portföy Planlanması 16

2.2.2.2. Yatırım Analizi 17
2.2.2.3. Portföy Seçimi 17
2.2.2.4. Portföy Değerlendirmesi 17
2.2.2.5. Portföy Revizyonu 17
2.2.3. Getiri-Portföy Getirisi 18
2.2.4. Risk 18
2.2.4.1. Portföy Riski 18
2.2.4.2. Sistematik Risk 20
2.2.4.3. Sistematik Olmayan Risk 21
2.2.5. Korelasyon Katsayısı 21
2.2.6. Kovaryans 21
2.3. Portföy Teorileri 22
2.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı 22
2.3.2. Modern Portföy Yönetimi Yaklaşımı 22
2.3.3. Etkin Sınır 23
2.3.4. Etkin Pazar (Piyasalar) Hipotezi 24
2.3.4.1. Zayıf Form Etkin Piyasa Hipotezi 24
2.3.4.2. Orta Güçlü Form Etkin Piyasa Hipotezi 24
2.3.4.3. Güçlü Etkin Piyasa Hipotezi 25
2.3.5. Optimal Portföy 25
2.3.6. İndeks Modeller 25
2.3.6.1. Tek İndeks Modeli 25
2.3.6.2. Çok İndeks Modeli 25
2.3.7. Finansal Varlık Fiyatlama Modeli 26
2.3.7.1. Sermaye Piyasası Doğrusu 26
2.3.7.2. Menkul Değer Doğrusu 27
2.3.8. Arbitraj Fiyatlama Teorisi 28
2.3.9. Portföy Performansının Değerlendirilmesi 28
2.3.9.1. Sharpe Performans Ölçüsü 29

2.3.9.2. Treynor Performans Ölçüsü 30
2.3.9.3. Jensen Performans Ölçüsü 31
2.4. Teorik ve Ampirik Çalışmalar 32
BÖLÜM III. VERİ MADENCİLİĞİ 38
3.1. Veri Madenciliği Kavramı 38
3.1.1. Veri ve Veri tabanı Kavramı 38
3.1.2. Veri Ambarı 39
3.2. Veri Tabanlarında Bilgi Keşif Süreci 39
3.3. Veri Madenciliği Tekniklerinin Sınıflandırılması 41
3.4. Veri Madenciliği Yöntemleri 42
3.4.1. K- Ortalamalar Kümeleme Analizi 43
3.4.2. Aşamalı (Hierarchical) Kümeleme Analizi 44
3.4.3. Regresyon Analizi 45
3.4.4. K-En Yakın Komşuluk 47
3.4.5. Birliktelik (İlişki) Kuralları 48
3.4.6. Karar Ağaçları 48
3.4.7. Yapay Sinir Ağları 52
3.4.8. Genetik Algoritmalar 54
3.5. Ampirik Çalışmalar 55
BÖLÜM IV. METODOLOJİ 61
4.1. Amaç 61
4.2. Tezin Önemi 62
4.3. Evren ve Örneklem 63
4.4. Veri Kaynakları 63
4.5. Sınırlılıklar 63
4.6. Analiz Yöntemleri 65
4.7. Değişkenler 66

BÖLÜM V. UYGULAMA 68
5.1. Tanımlayıcı İstatistikler 68
5.2. Model 70
5.2.1 Kümeleme Analizi 70
5.2.1.1. A Tipi Fonlarının Kümeleme Analizi 71
5.2.1.2. B Tipi Fonlarının Kümeleme Analizi 74
5.2.1.3. Emeklilik Yatırım Fonlarının Kümeleme Analizi 77
5.2.1.4. Tüm Yatırım Fonlarının Kümeleme Analizi 80
5.2.2. Yapay Sinir Ağları Modeli ile Getiri Tahmini 82
5.2.2.1. A Tipi Fonlarının Getiri Tahmini 83
5.2.2.1.1. A Tipi Fonlar ile Oluşan Modelin Testi 86
5.2.2.2. B Tipi Fonlarının Getiri Tahmini 87
5.2.2.2.1. B Tipi Fonlar ile Oluşan Modelin Testi 90
5.2.2.3. Emeklilik Yatırım Fonlarının Getiri Tahmini 91
5.2.2.3.1. Emeklilik Yatırım Fonları ile Oluşan Modelin Testi 94
5.2.2.4. Tüm Yatırım Fonlarının Getiri Tahmini 94
5.2.2.4.1 Tüm Yatırım Fonları ile Oluşan Modelin Testi 98
5.3. İş-Akış Diyagramı 98
BÖLÜM VI. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 102
KAYNAKÇA 109

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Fon Türlerine Göre İçerik 66
Tablo 2. A Tipi Fonların Tanımlayıcı İstatistikleri 68
Tablo 3. A Tipi Fonların Korelasyon Matrisi 69
Tablo 4. B Tipi Fonların Tanımlayıcı İstatistikleri 69
Tablo 5. B Tipi Fonların Korelasyon Matrisi 69
Tablo 6. Emeklilik Fonlarının Tanımlayıcı İstatistikleri 69
Tablo 7. Emeklilik Fonlarının Korelasyon Matrisi 70
Tablo 8. Tüm Yatırım Fonlarının Tanımlayıcı İstatistikleri 70
Tablo 9. Tüm Yatırım Fonlarının Korelasyon Matrisi 70
Tablo 10. İterasyon Tarihçesi 71
Tablo 11. Küme Ortalamaları 72
Tablo 12. Küme Sayıları 73
Tablo 13. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık 73
Tablo 14. ANOVA Analiz Sonucu 74
Tablo 15. İterasyon Tarihçesi 75
Tablo 16. Küme Ortalamaları 75
Tablo 17. Küme Sayıları 76
Tablo 18. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık 76
Tablo 19. ANOVA Analiz Sonucu 77
Tablo 20. İterasyon Tarihçesi 77
Tablo 21. Küme Ortalamaları 78
Tablo 22. Küme Sayıları 78
Tablo 23. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık 79
Tablo 24. ANOVA Analiz Sonucu 79
Tablo 25. İterasyon Tarihçesi 80
Tablo 26. Küme Ortalamaları 80
Tablo 27. Küme Sayıları 81
Tablo 28. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık 81
Tablo 29. ANOVA Analiz Sonucu 82
Tablo 30. Analiz Özeti 83
Tablo 31. Ağ Bilgisi 84

Tablo 32. Model Özeti 85
Tablo 33. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları 86
Tablo 34. Tanımlayıcı İstatistikler 86
Tablo 35. Analiz Özeti 87
Tablo 36. Ağ Bilgisi 88
Tablo 37. Model Özeti 89
Tablo 38. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları 90
Tablo 39. Tanımlayıcı İstatistikler 90
Tablo 40. Analiz Özeti 91
Tablo 41. Ağ Bilgisi 91
Tablo 42. Model Özeti 93
Tablo 43. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları 93
Tablo 44. Tanımlayıcı İstatistikler 94
Tablo 45. Analiz Özeti 94
Tablo 46. Ağ Bilgisi 95
Tablo 47. Model Özeti 97
Tablo 48. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları 97
Tablo 49. Tanımlayıcı İstatistikler 98
Tablo 50. İş Akışının İşlem ve Yöntem Değerlendirmesi 100
Tablo 51. Uygulanan Analizler ve Kullanılan Yazılımlar 101

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Etkin Sınır 23
Şekil 2. Sermaye Piyasası Doğrusu 27
Şekil 3. Menkul Değer Doğrusu 28
Şekil 4. Sharpe Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması 30
Şekil 5. Treynor Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması 30
Şekil 6. Jensen Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması 31
Şekil 7. Veri Tabanı Bilgi Keşif Süreci 40
Şekil 8. Dendogram 45
Şekil 9. Xo Noktasının K- En Yakın Komşuluğu 47
Şekil 10. Karar Ağacı 49
Şekil 11. Yapay Sinir Ağı Yapısı 53
Şekil 12. A Tipi Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli 84
Şekil 13. B Tipi Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli 89
Şekil 14. Emeklilik Yatırım Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli 92
Şekil 15. Tüm Yatırım Fonları Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli 96
Şekil 16. İş-Akış Diyagramı 99

KISALTMALAR

AFT= Arbitraj Fiyatlama Teorisi

CAPM= Capital Asset Pricing Model

CHAID= Chi-Squared Automatic Interaction Detector

CML= Capital Market Line

KDD= Knowledge Discovery in Databases

MV= Mean- Variance

NSE= National Stock Exchange

OLAP= Online Analitical Processing

PBMV= Prediction Based Mean Variance

SML= Security Market Line

SPK= Sermaye Piyasası Kurulu

TAIEX= Taiwan Stock Exchange Weighted Index

TOPIX= Tokyo Stock Exchange

VM= Veri Madenciliği

VTBK= Veri Tabanı Bilgi Keşif Süreci

WEKA= Waikato Environment for Knowledge Analysis

YSA= Yapay Sinir Ağları

GİRİŞ

Günümüzde değişen koşullar doğrultusunda yatırımcılar elde ettikleri kazançlarını ve/ya ilave kazanç elde etmek için yatırımlarını, doğru yatırım aracına yani minimum risk ve maksimum kazanç elde edecekleri yatırım araçlarına yatırmaları gerekmektedir. Bunun içinde yatırımcılar öngörülerini doğru bir şekilde yapmalıdırlar. Özellikle kurumsallaşma kavramının hayatımıza daha çok girdiği ve öneminin arttığı bu yıllarda kurumsallaşmanın ayrılmaz bir parçası olan bütçeleme ve planlama kavramlarının da önemi oldukça artmıştır. İşte bu kavramlar gereğince kurumsal firmalar, öngörülerde bulunmaya başlamışlardır.

Yatırımcıların öngörüde bulunmaya başlaması risk ve getiri kavramının önemini artırmıştır. Bir yatırımcının yatırımından beklediği, o yatırımın minimum risk ile maksimum getiri sağlamasıdır. Ancak tek bir yatırım aracına yatırım yapılarak maksimum getiri elde edilebileceği halde minimum risk elde edilemez; çünkü tek bir yatırım ile risk çeşitlendirilmemiş olur. Bu sebepten dolayı yatırımcılar, maksimum getiri ve minimum risk elde etmek için tek bir yatırım aracı yerine birden çok yatırım aracına yatırım yapmalıdırlar. Böylece oluşabilecek risk, çeşitlendirilebilir. Çeşitlendirilmiş portföy sayesinde bir sektörde oluşan olumsuz olaylardan, başka bir sektördeki yatırım aracına yatırım yapılarak korunulabilinir. Bunun tam tersi de doğrudur yani tek sektöre yatırım yaparak da o sektördeki olumlu gelişmelerden maksimum getiri elde edilebilinir ama risk çeşitlendirilmiş olmaz. Bu risk yatırımcının kendi kararları doğrultusunda katlanmayı göze aldığı risktir. Günümüz koşullarında hiçbir portföy yöneticisi bu şekilde riski dağıtmayan, yatırımı çeşitlendirmeyen bir portföy oluşturmamalıdır.

Fon, kısaca açıklanacak olur ise; yatırım yapmayı düşünen kişilere belli bir katılım hakkı verilerek toplanan paralar ile, bu hakka sahip olan kişilerin yerine bu paraları toplayan kişilerin riskin çeşitlendirilmesi ve inançlı mülkiyet esasına göre; portföy işletme amacıyla kurulan mal varlığıdır (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

Bu çalışmada aşağıdaki fonlar kullanılacaktır. Bunlar;

-Yatırım Fonu; yatırımcılar için mali kaynaklar toplamak ve bu toplanan kaynaklar ile çeşitlendirilmiş portföylerdeki menkul kıymetlere yatırım yapmak olarak da tanımlanmaktadır (Chang,2010).

-Emeklilik Yatırım Fonu; bireylerin emeklilik dönemlerinde veya belli bir yaş sonunda ek bir gelir sağlamaya yönelik, devletin koyduğu sınırlamalar çerçevesinde özel şirketler tarafından yapılan, isteğe bağlı bir emeklilik sistemidir (Demir ve Yavuz, 2004).

Yatırımcıların, yatırım tercihlerini; tahvil veya hisse senedi yerine sadece fon alım satımı ile gerçekleştirmek istedikleri takdirde, oluşturulan portföy, fon portföyü adını almaktadır.

Portföy yönetiminin amacı, optimal portföye ulaşmaktır. Optimal portföy ise belirli sayıdaki menkul kıymetin (bir portföyün) içinden seçilen menkul kıymetlerin beklenen getirileri ve riski arasında denge kurmaktır (Copeland ve diğerleri, 2005). Kurulan bu dengenin amacı piyasa koşulları altında minimum risk ile maksimum getiri sağlamaktır. Bu amaçla yatırım yapılacak olan menkul kıymetlere hangi oranda yatırım yapılacağına karar verilmelidir (Sarıkaya ve Tatlıdil,2013). Portföy yöneticisinin yapmaya çalıştığı bu durum portföy optimizasyonu olarak adlandırılmaktadır.

Portföy yönetimi yaklaşımı ilk olarak "Geleneksel Portföy" kavramı ile uygulanmaya başlanmıştır. 1950'li yıllara kadar geniş ölçüde uygulama alanı bulan geleneksel portföy yaklaşımı, 1952'de Harry Markowitz tarafından geliştirilerek modern portföy yaklaşımı ile yeni bir boyut kazanmıştır (Markowitz,1952). 1952 yılında "Portföy Seçimi" adı altında Harry Markowitz yayınladığı makalesinde beklenen getiri ve getiri varyansı kısıtı üzerine çalışmış ve bu kısıtlar altında optimal portföyün oluşturulabileceğini savunmuştur (Markowitz,1952).

Uzun yıllar optimizasyon, Markowitz'in "Modern Portföy" kavramı baz alınarak yapılmış ve günümüz koşullarına kadar da oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak gelişen teknoloji ve bilgi keşfi süreci sonucunda "Modern Portföy" kavramı ile oluşturulan portföyler yetersiz kalmaya başlamıştır. Çünkü bu portföyler oluşturulurken veri seti olarak zaman serileri, analiz yöntemi olarak ise basit regresyon modelleri kullanılmıştır. Kullanılan veri setinde ayrıştırma yapılamadığı için gereksiz veri kullanılıyordu. Bu durum hem işlemleri zorlaştırmaktaydı hem de vakit kaybına neden olmaktaydı (Wang,2009). Diğer bir eksiklik ise; yaşanan siyasi ve ekonomik riskler, modellere eklenemediği için yapılan analizler, sıfır risk koşulu altında (risk dikkate alınmadan) yapılıyordu, ki bu

durum şu an içinde bulunduğumuz dünyadaki gerçeklerden oldukça uzaktır (Sarıkaya,2014).

Yaşanan bu eksiklikler, finansal analizcileri yeni yöntemler ve teknikler kullanmaya yönlendirmiştir. İhtiyaç olmayan verilerin ayrıştırılması için analizlerde veri madenciliği teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Basitçe veri madenciliği; büyük veri ambarından ihtiyaca uygun verinin ayıklanmasıdır (Han ve Kamber, 2001).

Toplanan veriler, veri ambarlarında saklanmaktadır. Veri ambarı demek, işletme yöneticileri için organize edebilmek, anlayabilmek ve stratejik kararlar verebilmek demektir (Han ve Kamber,2001). Veri ambarı sayesinde farklı birçok veri aynı çatı altında toplanabilmektedir. Örneğin bir şirketin birbirine bağlı olması gereken stok verileri, muhasebe verileri ve satış verileri gibi (Giudici ve Figini,2009).

Bu tezde veri madenciliği yöntemi/yöntemleri kullanılmasının temel nedenleri, aşağıdaki gibidir;

- Çok fazla sayıdaki ve karışık veriler ile çalışabilme,
- Elde bulunan tüm veriler ile analiz yapabilme,
- İstatistik, yapay zeka, makine öğrenmesi ve veri tabanlarında bilgi keşfi, süreçlerinden yararlanabilme,
- Doğruluğu kabul edilebilir ve aktifleştirilebilir bilgi bulabilme,
- Otomasyon sistemiyle veya yarı otomasyon sistemiyle çalıştırılabilir çözümler üreten yöntemler kullanabilme,
- Finansal piyasalardaki veri kirliliğinden yararlı veriyi elde edebilme ve bu veriler ile geleceğe yönelik tahmin yapabilme,
- Sorunlara göre değişen çözüm araçlarına sahip olabilme.

Bu tezin amacı veri madenciliğine dayalı akıllı fon portföy optimizasyon modeli oluşturmaktır. Oluşturulan model akıllı bir sistem olması sayesinde, birçok veriye anında ulaşabilmesi, değişkenler ile aynı anda birbiri ile ilişki kurup analiz edebilmesi ile yeni veriler kullanıldığında kendi kendini güncelleyebilmesi, kullanım kolaylığı ve erken uyarı özelliklerine sahiptir.

Bütün finansal piyasalar bankacılık ve sermaye piyasası sistemi üzerine kurulmuştur. Bankacılık sisteminde, kredi mevduatı veya birikim değerlendirilirken, çok fazla bilgiye ihtiyaç yoktur. Ancak sermaye piyasası etkin piyasalar hipotezinde olduğu gibi rastgeleliğe sahiptir. Yatırım yapılırken risk oldukça yüksek olduğu için finansal bilgi birikimi gerekmektedir. Portföyler bilinçli bir şekilde yönetilmelidir. Finansal piyasalara hakim olmayan, yani finansal okur yazarlığı olmayan kişiler temel olmak üzere, finansal okur yazar olan kişilerde tüm parametrelere aynı anda hakim olamayacağından, geçmiş veriler ve değişimler dikkate alınamadığından; bu tezde yukarıda bahsedilen sorunları çözmek için akıllı bir fon portföy optimizasyon sistemi tasarlanmıştır.

Tezin diğer bir amacı ise, oluşturulan sistemi iş akış diyagramında göstermektir; çünkü ileride bu sistem iş akış diyagramı ile bir algoritmaya dökülebilir ise, yeni veri girişi yapıldığında, geleceğe yönelik tahminler yapılabilmesi için sistemin akıllı olması gerekmektedir. Oluşturulabilecek olan yazılım ile finansal okur yazarlığı olmayan yatırımcılar bile, kendileri için en optimal portföyü oluşturabileceklerdir.

Oluşturulan sistem, fon optimizasyon modelini kendi kendine güncelleyebilmektedir. Sistemin bu özelliğinin uygulama alanında yaygın kullanıma imkan vermesi beklenmektedir.

Bu tezin birinci bölümünde fon ve fon türleri hakkındaki temel kavramlar açıklanacaktır.

İkinci bölümde portföy, portföy yönetimi, optimizasyon-çeşitlendirme, risk ve getiri gibi temel kavramlar açıklanacaktır. Portföylerin nasıl oluşturulduğu ve nelere dikkat edilmesi, hangi kriterlerin olması gerektiği gibi konulardan bahsedilecektir. Daha sonra portföy optimizasyonu yöntemlerinin literatür özetine yer verilecektir.

Üçüncü bölümde, ilk olarak veri madenciliği yöntemleri ve nasıl uygulandıkları hakkında kavramsal bilgiye yer verilecektir. Daha sonra borsa ve finans alanında veri madenciliği teknikleri ile yapılan ulusal ve uluslararası ampirik çalışmalar anlatılacaktır.

Dördüncü bölümde tezin metodolojisi yani amacı, önemi, evren ve örneklemi, veri kaynakları, sınırlılıklar, analiz yöntemleri, değişken bilgisi anlatılacaktır.

Beşinci bölümde ise, Sermaye Piyasasından elde edilmiş olan günlük yatırım fon portföy getiri değerleri ile fon getirisi optimize edilecek, veri madenciliğine dayalı akıllı bir sistem geliştirilecektir. "Akıllı sistem, birçok veriye anında ulaşabilen, değişkenleri anında ilişkilendirip analiz edebilen, kolay kullanım ve erken uyarı özelliklerine sahip olacaktır" (Koyuncugil ve Özgülbaş,2009). Oluşturulacak modelin, tahmin edeceği getiri ile gerçekleşen getiri arasında bir ilişkinin varlığı korelasyon katsayısı ile belirlenecektir. Regresyon katsayısı ile de, tahmin edilen getiri değerinin ne kadarlık bir kısmının getiriyi oluşturan bileşenler tarafından açıklandığı kontrol edilecektir. Son olarak modelin optimalliği test edilecektir.

Model oluşturulurken basit istatistiksel modellerden yararlanılmamasının en önemli nedeni yapay sinir ağlarının çok değişkenli bir model olmasıdır. Basit istatistiksel modeller ile ileriye dönük tahmin yapabilmek için klasik regresyon modeli kullanılabilir. Ancak klasik regresyon modeli hem doğrusal bir modeldir hem de normallik şartı aranmaktadır. Ayrıca veri açısından sadece nicel veriler ile çalışılabilinir. Yapay sinir ağlarında ise, hem doğrusal olmayan hem de ihtiyaç halinde farklı yöntemlerde kullanılabilecek olan nitel veriler ile de modelleme yapmak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan verilerin örneğin hisse senetleri stokastik bir yapıya sahip olduğu için normal dağılım sergilediği düşünülemez.

Çalışmada sadece bu dönem için bir model değil gelecekteki veriler ile de akıllı bir model oluşturmak amaçlandığı için ve gelecekteki verilerin durumu bilinmediği için yapay sinir ağları modeli tercih edilmiştir.

Altıncı bölümünde ise beşinci bölümde oluşturulan portföyün optimal bir portföy olup olmadığına karar verilecektir ve tezin sonuçları irdelenecektir.

BÖLÜM I. FON TANIMI VE KAPSAMI

Türkiye'de kullanımı oldukça yaygın olan fonlar 1980 yıllarının sonlarında ülke ekonomisinde ciddi oranda görülmeye başlanmıştır. Özellikle seçim dönemleri öncesinde politik kampanyaların önemli yardımcıları olmuşlardır. Bunların bir kısmı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Teşvik Fonu ve Tanıtma Fonu gibi isimlerle 2000'li yıllarda hayatımıza girmiştir (Tosun, 2010).

1.1. Fon Kavramı

Fransızca kökenli bir kelime olan fon, Batı Avrupa'da taşınmaz mal anlamında kullanılmaktaydı. Zamanla Avrupa'da sanayi ve ticaretin gelişmesi ile fon kavramının anlamı da değişmiştir. Ticaretle uğraşan kişilerin ve sanayicilerin hakları ve menkul malları anlamına gelmiştir. Günümüzde ise; yatırımcıların yatırımlarını finanse etmek için gerekli olan kaynak olarak adlandırılmaktadır (Anderson ve Ahmed, 2005).

Fon kavramının Sermaye Piyasası Kurumuna göre tek bir tanımı bulunmamaktadır. Bunlardan bazıları;

Fon, halka veya yatırım yapmayı düşünen kişilere belli bir katılım hakkı verilerek toplanan paralar ile bu hakka sahip olan kişilerin yerine bu paraları toplayan kişilerin riskin çeşitlendirilmesi ve inançlı mülkiyet esasına göre; oluşturdukları portföyleri yönetmek için topladıkları paraların tamamıdır. Faiz fonlar, hisse senedi fonları, karışık fonlar ve nesil fonları şeklinde farklı fonlar eklenerek çeşitlendirilebilir. Ayrıca sermaye piyasalarında büyük işlem hacmine sahip olan bir yatırım enstrümanıdır (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

Mali olarak fon ise; devletin mali ve bütçe kanununun ana hükümleri dışında özel kanunlara göre yürütülecek kamu görevleri ile ilgili siyasi, ekonomik, sosyal ve bütçe dışı olanaklarla sağlanan kaynakların aynı yerde toplanarak ihtiyaç halinde kullanılmasıdır (Tural, 1988).

1.2. Fonların Genel Özellikleri

Fonların genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- Fonlar; kanunlar ile veya Bakanlar Kurulu kararı ile kurulur. Bir fonun yürürlüğe girmesi ve yine aynı şekilde yürürlükten kaldırılmasına kanunlar ile karar verilir.
- Fonların amaçları ve kullanım şekilleri mevzuatla belirlenir.
- Fonlar farklı kurumlara bağlı olabilir. Bunlar; vakıflar ve kamu kurumlarıdır.
- Fonların vadeleri yoktur. İstenildiği zaman alınıp, istenildiği zaman satılabilmektedir.

1.3. Fon Çeşitleri

Sermaye Piyasası Kuruluna göre fonlar; yatırım fonları ve emeklilik fonları olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.3.1. Yatırım Fonları

Yatırım fonları; hisse senedi, tahvil/bono, özel sektör borçlanma araçları, ters repo gibi sermaye piyasası araçlarından ve altın ile diğer kıymetli madenlerden oluşmaktadır. Yatırımcıların elinde bulundurduğu katılım payı ile kendi fonunu temsil etme hakkı vardır. Yatırımcıların fonlarını aldıkları kurumlar aracılığı ile farklı yatırım araçları alarak portföylerini değerlendirip, çeşitlendirebilirler. Fakat yatırım araçlarına yatırım yapabilmek için belli bir bilgi birikimine sahip olunması gerekmektedir. İşte bu yüzden yatırımcılar, direk kendileri yatırım yapmak yerine aracı kuruluşların danışmanlığı ile yatırım yapmayı tercih ederler. Ayrıca bireysel birikimlerde genelde yeterli büyüklüğe ulaşamadıklarından, bunlarla oluşturulan portföylerde gerekli risk dağılımları yapılamaya bilmektedir. Bu risk, anapara açısından olabileceği gibi portföyün getirisi açısından da önemlidir. Bu nedenle sermaye piyasasında kolektif yatırım kuruluşları olarak adlandırılan yatırım fonları oluşturulmuştur.

Sermaye Piyasasın Kuruluna göre yatırım fon türleri;

- Menkul Kıymet Yatırım Fonları
- Borsa Yatırım Fonları
- Serbest Yatırım Fonları
- Yabancı Yatırım Fonları
- Girişim Sermayesi Yatırım Fonları
- Gayrimenkul Yatırım Fonları;

Şeklinde gruplandırılır (Sermaye Piyasası Kurulu, 2010).

Yatırım fonu; yatırımcılar için mali kaynaklar toplamak ve bu toplanan kaynaklar ile çeşitlendirilmiş portföylerdeki menkul kıymetlere yatırım yapmak olarak da tanımlanmaktadır (Chang, 2010).

Yatırım fonlarının performansları ve piyasanın performansı hakkında literatürde görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Swinkels & Rzezniczak, 2009; Bialkowski & Otten, 2011 ve Huij & Post, 2011 tarafından yapılan çalışmalarda, yatırım fonlarının performanslarının piyasaya göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak Otten an & Bams, 2002, Hayat & Kraeuss 2011 ve Christensen 2013 tarafından yapılan çalışmalarda ise yatırım fonlarının piyasa ile mücadele edemediği ve getirilerinin daha düşük olduğunu saptanmıştır.

1.3.1.1. Menkul Kıymet Yatırım Fonları

Sermaye Piyasası Kanunu'na göre "Halktan, katılma belgeleri karşılığında toplanacak paralarla, belge sahipleri hesabına, riskin dağıtılması ilkesi ve inançlı mülkiyet esaslarına göre menkul kıymet portföyü işletmek amacıyla kurulan mal varlığına menkul kıymetler yatırım fonu" adı verilmektedir (Sermaye Piyasası Kurulu,2016:6).

Menkul kıymet yatırım fonları, Amerika Birleşik Devletlerinde (ABD)'de Anonim, İngiltere'de "inançlı mülkiyet" kavramı benimsenmiştir. Türkiye'de de inançlı mülkiyet esası benimsenmektedir. Menkul kıymet yatırım fonları, hisse senedi özelliği taşımaktadır. Yani yatırım yaptıkları şirketlerin iç tüzüğünde söz hakları yoktur.

Menkul kıymet yatırım fonları, önceki dönemlerde Anglo Sakson ülkelerinde uygulamaya konmuştur. Sıklıkla ABD'de, Avrupa'da ve özellikle İsviçre' de yaygınlaşmıştır. Yatırım fonlarının sermayeleri sabit veya değişken olabilmektedir. Bunlar; Kapalı uçlu fonlar ve Açık uçlu fonlardır (Anderson ve Ahmed,2005).

"Kapalı uçlu fonlarda katılım payı bellidir. Payların ihraççıları tarafından geri satın alınıp itfa edilmesi söz konusu olmadığı için talep doğrultusunda pay sayısında artma veya azaltma yapılamamaktadır. Bu sınırlama katılım belgesini satmak isteyen yatırımcının borsada veya tezgah üstü piyasalarda alıcı bulmasını gerektirmektedir" (Sermaye Piyasası Kurulu,2016:7).

"Pay ihraç ederek istendiği anda itfa eden açık uçlu fonların sermayesi sabit olmayan malvarlığı olarak tanımlanmaktadır (Sermaye Piyasası Kurulu,2016:7).

Menkul kıymet yatırım fonları kar dağıtabilir veya kar dağıtmayabilir. Kar dağıtan menkul kıymet yatırım fonu yöneten kuruluş (banka), dönem bitiminde değer artışı, tahsil edilen temettü ve faiz tutarı olarak karını hesaplar ve katılma belgesi sahiplerine kar dağıtımında bulunur. Kar dağıtmayan menkul kıymet yatırım fonunda, portföydeki menkullerin kupon ödeme döneminde tahsil edilen kupon bedelleri ile kar dağıtılamaz aksine tekrar menkul değer satın alınır. Bu sayede alınan fon zamanla artar ve değerlenir. Bu fonlar karma fon (composite funds) ve ihtisas fonu (specialized funds) olarak ikiye ayrılmaktadır. Çeşitli menkullere yatırım yapan fonlar, karma fondur. Karma fonlar, temettü ile faiz geliri elde etmeyi hedefleyen ve her bir fonun portföyde yer alan değerinin %20 ile %80 arasında olacak şekilde hisse senedine yatırım yapan fonlardır (Fein,2008).

1.3.1.2. Borsa Yatırım Fonları

Yabancı piyasalarda "Exchange Traded Fund" (ETF) olarak bilinen Borsa Yatırım Fonu (BYF), belirlediği endeksi referans kabul edip bu referansın performansını yatırımcılara aktarmaya çalışır. Bu fon için alınan katılım belgeleri borsalarda işlem görmektedir. (İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, 2010).

Borsa yatırım fonları; fonlarda bulunan tüm yatırım araçlarını referans alan (altın, bono, döviz vb.) endeksin, içeriklerini aynen alıp yeni fonlarda kullanılarak oluşturulmaktadır (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

Borsa yatırım fonları hisse senedi ve yatırım fonlarından bazı özelliklerini içinde barındırmaktadır. Bunlar; Borsa yatırım fonu hisse senetlerinin alınıp satılabilme özelliği ve yatırım fonu riski çeşitlendirme özellikleridir.

Borsa yatırım fonları kolaylık ile Borsa İstanbul'dan alınıp satılabilmektedir. Sermaye Piyasası Kurulu'nun (SPK) Seri: VII, No: 23 sayılı Borsa Yatırım Fonları Tebliği (Tebliğ) ve İMKB'nin 20.12.2004 tarih ve 224 sayılı Genelgesi ile düzenlenmiştir. Tebliğ'de borsa yatırım fonları;

"Borsa yatırım fonu, katılma belgeleri borsa pazarlarında işlem gören, fonun oluşturulma sürecine doğrudan katılan yetkilendirilmiş katılımcıların fon portföyünün kompozisyonunu yansıtacak şekilde, portföyde yer alan menkul kıymet ve nakdi bir araya getirerek karşılığında fon katılma belgesi alabildiği ya da söz konusu kurumların en az asgari işlem birimine tekabül eden fon katılma belgelerini saklamacı kuruluşa iade edip karşılığında fonun içindeki menkul kıymetlerin payına düşen kısmını alabildiği, riskin dağıtılması ilkesi ve inançlı mülkiyet esaslarına göre portföy işletmek amacıyla kurulan mal varlığıdır".

1.3.1.3. Serbest Yatırım Fonları

Serbest Yatırım fonları 1980'lerin sonlarında duyulmaya başlanmıştır. İlk fonlar tüccarlar tarafından yatırım fonlarının ticareti ile başlamıştır (Black,2004).

Serbest yatırım fonlarında herhangi bir kıyaslama durumu söz konusu değildir. Piyasanın oluşturduğu getiriden ayrı olarak mutlak getiri sağlamayı hedefler. Bu hedefleri gerçekleştirmek için türev araçları veya farklı birçok yatırım aracı kullanabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı diğer yatırım fonlarından farklıdırlar (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

Bu nedenle kurulca;

- Serbest Yatırım Fonları, diğer yatırım fonları için geçerli olan iç tüzük sınırlamalarından muaf tutulmuştur.
- Yatırım stratejisi ve limitlerinin fon içtüzüğünde serbestçe belirlenmesi öngörülmüştür.
- Açığa satış, kredili menkul kıymet, kaldıraç ve türev araç kullanımı gibi daha karmaşık portföy yönetim tekniklerini iç tüzüklerinde yer alacak strateji ve limitler çerçevesinde kullanabilmelerine olanak tanınmıştır.

1.3.1.4. Yabancı Yatırım Fonları

Yabancı yatırım fonları yurtdışında kurulu yatırım fonları ya da kolektif yatırım kuruluşlarıdır (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

Yatırımcılar; yabancı yatırım fonlarından veya kolektif yatırım kuruluşlarından, yatırım yaptıkları fonda bir ortaklık hakkı değil bunun yerine bir finansal hizmet almaktadırlar. Yabancı yatırım fonlarının ülkeden ülkeye değişik yasal düzenlemeleri

vardır. Vergi yükü, kamuyu aydınlatma, portföy yatırım sınırlamaları, düzenleyici otoriteler arasındaki yapısal farklılıklar ve bu otoritelerin yetkileri arasındaki farklılıklar ile kolektif yatırım kuruluşlarının kurulu olduğu ülke düzenlemeleri çerçevesinde yapmakla yükümlü oldukları giderler arasındaki farklılıklar, bazı ülkelerde kurulu fonlara diğer ülkelerde ise kurulu olanlar karşısında ve bu ülkelerde kurulu fonların satışının yapılabildiği ev sahibi ülkede kurulu fonlar karşısında yatırımcı talebi açısından avantaj sağlamaktadır. Bu durum da iç piyasada rekabet koşullarını ev sahibi ülkede kurulu fonlar aleyhine ağırlaştırmakta ve sonuçta o ülke düzenleyici otoritelerini yurtdışında kurulu yatırım fonlarının paylarının o ülkede halka arzı ve satışı konularında tedbirler almaya yöneltebilmektedir (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

1.3.1.5. Girişim Sermayesi Yatırım Fonları

Girişim Sermayesi Yatırım Fonu;

> "Kanun hükümleri uyarınca nitelikli yatırımcılardan katılma payı karşılığında toplanan para ya da iştirak paylarıyla, pay sahipleri hesabına, inançlı mülkiyet esaslarına göre, belirtilen varlık ve işlemlerden oluşan portföyü işletmek amacıyla kuruldan faaliyet izni alan portföy yönetim şirketleri ve girişim sermayesi portföy yönetim şirketleri tarafından bir içtüzük ile süreli olarak kurulan ve tüzel kişiliği bulunmayan mal varlığıdır" (Sermaye Piyasası Kurulu,2010:2).

1.3.1.6. Gayrimenkul Yatırım Fonları

Gayrimenkul Yatırım Fonu;

> "Kanun hükümleri uyarınca nitelikli yatırımcılardan katılma payları karşılığında toplanan paralarla, pay sahipleri hesabına inançlı mülkiyet esaslarına göre üçüncü fıkrada belirtilen varlık ve işlemlerden oluşan portföyü işletmek amacıyla kuruldan faaliyet izni alan portföy yönetim şirketleri ve gayrimenkul portföy yönetim şirketleri tarafından bir içtüzük ile süreli veya süresiz olarak kurulan ve tüzel kişiliği bulunmayan malvarlığıdır. Bununla birlikte, fon, tapuya tescil ve tescile bağlı değişiklik, terkin ve düzeltme işlemleri ile sınırlı olarak tüzel kişiliği haiz addolunur" (Sermaye Piyasası Kurulu,2010:2).

1.3.2. Emeklilik Yatırım Fonları

Ülkemizdeki sosyal güvenlik sağlayıcılarını tamamlamak amacıyla kurulmuş olan emeklilik fonları; 4632 sayılı Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu, 7 Nisan 2001 tarih ve 24366 sayılı Resmi gazetede yayımlanmış ve bu tarihten 6 ay sonra yürürlüğe girmiştir (Sermaye Piyasası Kurulu,2016).

> "Bireysel emeklilik tasarruf ve yatırım sistemi, bireylerin emekliliğe yönelik tasarruflarının yatırıma yönlendirilmesi suretiyle emeklilik dönemlerinde ek bir gelir sağlanarak refah düzeyinin yükseltilmesine, ekonomiye uzun vadeli kaynak yaratılarak istihdamın artırılmasına ve ekonomik kalkınmaya katkıda bulunulmasına, sosyal güvenliğin kapsamının genişletilmesine, kamunun sosyal güvenlikten kaynaklanan yükünün azaltılmasına, mali sektörde uzun vadeli fonların arttırılarak kurumsal yatırımcıların gelişmesine ve sermaye piyasalarının derinleşmesine olanak sağlayan özel emeklilik sistemidir" (Sermaye Piyasası Kurulu,2010:15).

Bireysel emeklilik sistemi; bireylerin emeklilik dönemlerinde veya belli bir yaş sonunda ek bir gelir sağlamaya yönelik, devletin koyduğu sınırlamalar çerçevesinde özel şirketler tarafından yapılan, isteğe bağlı bir emeklilik sistemidir (Demir ve Yavuz, 2004).

Bireysel Emeklilik Sistemi ülkemizdeki sosyal güvenlik sisteminin tamamlayıcısı olarak Hazine Müsteşarlığı tarafından; Bireysel Emeklilik Danışma Kurulu'nun Çalışma Esas ve Usulleri Hakkında Yönetmelik, Emeklilik Şirketlerinin Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik, Bireysel Emeklilik Sistemi Hakkında Yönetmelik ve Bireysel Emeklilik Aracıları Hakkında Yönetmelik çıkarılmıştır.

Yukarıda bahsedilen tüm yatırım fonları Sermaye Piyasası'na göre aşağıdaki gibi fon tiplerine ve türlerine göre gruplanmaktadır;

"**Altın Fonu ve Diğer Kıymetli Madenler Fonu:** Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Ulusal ve uluslararası borsalarda işlem gören altın ve diğer kıymetli madenler ile bu madenlere dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırmış fonlar.

Büyüme Amaçlı Fon: Yatırım yapılacak varlıkların, bunlardan elde edilecek sermaye kazancına ağırlık verilerek belirlendiği fonlardır.

Değişken Fon: Portföyünün tamamı, portföy sınırlamaları itibariyle yukarıdaki türlerden herhangi birine girmeyen fonlar,

Diğer Fon: Yukarıdaki fon türlerine girmeyen fonlardır.

Endeks Fon: Portföyünün en az %80'i devamlı olarak, baz alınan ve Kurul tarafından uygun görülen bir endeksin değeri ile fonun birim pay değeri arasındaki korelasyon katsayısı (ilişki/paralellik)en az %90 olacak şekilde, endeks kapsamındaki menkul kıymetlerin tümünden ya da örnekleme yoluyla seçilen bir kısmından oluşan fonlar,

Fon Sepeti: Portföyünün en az %80'i devamlı olarak, diğer yatırım fonlarının ve borsa yatırım fonlarının katılma paylarından oluşan fonlar,

Gelir Amaçlı Fon: Yatırım yapılacak varlıkların, bunlardan elde edilecek temettü ve faiz gelirlerine ağırlık verilerek belirlendiği fonlar.

Hisse Senedi Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Türkiye'de kurulmuş ortaklıkların hisse senetlerine yatırım yapan fonlar.

İhtisaslaşmış Fon: Coğrafi bölge, ülke, sektör ve endeksler bazında yatırım yapan fonlardır.

İştirak Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kurucunun iştiraklerince çıkarılmış menkul kıymetlere yatırım yapan fonlar.

Karma Fon: Portföyünün tamamı, hisse senetleri, borçlanma araçları, altın ve diğer kıymet madenler ile bunlara dayalı sermaye piyasası araçlarından en az ikisinden oluşan ve her birinin değeri fon portföy değerinin %20'sinden az olmayan fonlar,

Kısa Vadeli Tahvil ve Bono Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kamu ve/veya özel sektör borçlanma araçlarına yatırım yapan fonlar. Vadesi 1 yıldan kısa olan fonlardır.

Kıymetli Madenler Fonu: Fon portföyünün en az %80'ini kıymetli madenler ve altına dayalı varlıklardan oluşturmak amacıyla kurulan fonlardır.

Koruma Amaçlı Fon: Yatırımcının başlangıç yatırımının belirli bir bölümünün, tamamının ya da başlangıç yatırımının üzerinde belirli bir getirinin izah namede belirlenen esaslar çerçevesinde belirli vade ya da vadelerde yatırımcıya geri ödenmesinin, uygun bir yatırım stratejisine dayanılarak en iyi gayret esası çerçevesinde amaçlandığı fonlar,

Likit Fon: Portföyünün tamamı, devamlı olarak, portföyünde vadesine en fazla 180 gün kalmış likiditesi yüksek sermaye piyasası araçları yer alan ve portföyünün ağırlıklı ortalama vadesi en fazla 45 gün olan fonlar,

Özel Fon: Katılma payları önceden belirlenmiş kişi veya kuruluşlara tahsis edilmiş fonlar,

Para Piyasası Fonu: Devamlı olarak portföyünde vadesine en az 180 gün kalmış likiditesi yüksek para ve sermaye piyasası araçları yer alan ve portföyünün ağırlıklı ortalama vadesi en fazla 45 gün olan fonlardır.

Sektör Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, belirli bir sektörü (örneğin, çimento, tekstil gibi) oluşturan şirketlerin menkul kıymetlerine yatırım yapan fonlar.

Tahvil ve Bono Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kamu ve/veya özel sektör borçlanma araçlarına (Hazine bonosu, devlet tahvili gibi) yatırım yapan fonlar.

Yabancı Menkul Kıymetler Fonu: Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Yabancı özel ve kamu sektörü menkul kıymetlerine yatırmış fonlar.

Bunun dışında fon içtüzüklerinde belirtilmek suretiyle, portföy değerinin aylık ağırlıklı ortalama bazda en az %25'ini, devamlı olarak mevzuata göre özelleştirme kapsamına alınan Kamu İktisadi Teşebbüsleri dahil Türkiye'de kurulmuş ortaklıkların hisse senetlerine yatırmış fonlar A tipi, diğerleri B tipi olarak adlandırılır ve bu tipler fon türleri ile birlikte belirtilir" (Sermaye Piyasası Kurulu,2016:18).

BÖLÜM II. PORTFÖY VE OPTİMİZASYON

Portföy optimizasyon kavramı finans literatürüne "Geleneksel Portföy Yönetimi" kavramı ile girmiştir. II. Dünya savaşı sonlarına kadar geçerliliği devam eden kavram, portföye alınan değerler arasında ilişki kurulamadığı için geçerliliğini yitirmiştir. Geleneksel portföy yönetimi, basit çeşitlendirme esasını temel almaktadır. Oluşturulan portföylerin içinde yer alan yatırım araçlarının getirileri, yatırımcılar tarafından istatistiksel bir ilişkiye dayandırılmadan, sadece yatırım aracı sayısı arttırılarak çeşitlendirilip, risk azaltılmaya çalışılmıştır. Bu durumda yatırımcılar, sadece yüksek oranda getirileri olan hisse senetlerine yatırım yapmışlardır.

Geleneksel Portföy Yönetiminin yukarıda bahsedilen eksiklikleri sonucunda Markowitz 1952 yılında Modern Portföy Teoremini geliştirmiştir. Bu yeni teoremde çalışmalar istatistiksel analizlere dayandırılmış ve yatırım araçlarının arasındaki ilişki dikkate alınmaya başlanmıştır.

Markowitz'in yöntemi kullanılmaya başlandıktan sonra, birçok analizci çalışmalarını bu yönteme dayandırmıştır. Yapılan her türlü optimizasyon analizinde yatırım araçları arasındaki ilişki dikkate alınarak beklenen getiri ve varyans kısıtı altında çalışmalar yapılmıştır (Karan, 2004).

2.1. Portföy Teorisi

Günümüzde finansal yatırımcılar tasarruflarını rastgele seçmeyerek, araştırarak, düşük risk düzeyinde en yüksek getiriyi veren araçlara yatırım yapmaktadırlar. Ancak bunu yaparken yatırımcıların riski nasıl minimize etmeleri gerektiğini bilmeleri gerekmektedir.

Yatırımcılar dönem başında, bir yatırım aracına tasarruflarını bağlayarak o yatırımdan, dönem sonuna bir getiri beklemektedirler. Bu beklenen getiri eğer dönem sonunda elde edilemez ise; getiri tutarındaki bu farkın sebebi risktir. İşte bu yüzden yatırımcılar yatırım yapmadan önce bu riski ölçmelidirler.

Oluşabilecek riski azaltmak/çeşitlendirmek için birden fazla yatırım aracına yatırım yapıldığında portföy oluşmaktadır. Markowitz tarafından oluşturulan "Portföy Teorisi" bu

temel mantığa dayanmaktadır. Bir portföy çeşitlendikçe o portföyün riskide azalabilmektedir (Markowitz,1952).

Yatırımcıların bekledikleri getiri ve riske katlanma dereceleri kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Bu yüzden her bir yatırımcının optimal portföyü farklı olabilmektedir. Ancak oluşturulan portföyler arasında hem en yüksek getiriyi hem de en düşük riski veren yatırım aracını veya portföyü belirlemek; optimal portföy seçim kriterleri ile belirlenmektedir (Markowitz,1952).

Yatırımcıların risk alma eğilimleri etkin sınır eğrisine göre belirlenmektedir. Risk almayı seven yatırımcılar etkin sınır eğrisinin üzerinde, sağ tarafta yer alan portföyleri tercih ederken, risk almayı sevmeyen yatırımcılar ise etkin sınır eğrisinin altında sol tarafta yer alan portföyleri tercih etmektedirler. Etkin sınır; etkin portföyleri birleştiren eğriye verilen isimdir (Karan,2004). Etkin sınır grafiği şekil 1' de verilmiştir.

2.2. Portföy ve Portföy Yönetimi İle İlgili Temel Kavramlar

2.2.1. Portföy Seçimi/Yönetimi

Belli bir oranda yatırım yapılan yatırım araçlarından, yatırımcının tercihlerine göre belli bir risk düzeyinde maksimum getiriyi sağlamak için oluşturulan sepetin (portföyün) içinde yer alan yatırım aracının ağırlıklarının, gerekliliğe göre değerlendirilip, değiştirilmesi sürecine portföy yönetimi denmektedir (Markowitz, 1956).

Portföy yönetiminde/seçiminde amaç yatırımcıya minimum risk ile maksimum getiri sağlamaktır.

2.2.2. Portföy Yönetim Süreci

Portföy yönetim süreci aşağıdaki gibi 5 aşamada gruplanabilir (Sharp ve diğerleri, 1993).

2.2.2.1. Portföy Planlanması

Portföy yönetim sürecinde ilk aşama olan portföy planlanma aşamasında öncelikle yatırımcı, kendi adına yatırım yapacak olan bir portföy yöneticisi veya yatırım uzmanı belirlemektedir. İkinci aşamada ise; yatırımcı, portföy yöneticisine/yatırım uzmanına kendi yatırım kriterleri hakkında bilgi vermektedir. Bu kriterler; yatırımcının katlanabileceği maksimum risk miktarı ile yapılacak olan yatırımdan beklediği getiridir. Bunun haricinde

yatırımcının özel olarak yatırım yapılmasını istediği veya yatırım yapılmasını istemediği yatırım araçları var ise bunlar belirlenmektedir. Genel olarak portföy planlama süreci yatırımcı ve portföy yöneticisi/yatırım uzmanı arasında karşılıklı konuşma ile beklentilerin belirlenmesi üzerine bir süreçtir.

2.2.2.2. Yatırım Analizi

Yatırım analizi sürecinde portföye alınması planlanan yatırım araçları seçilmekte ve bu yatırım araçları hakkında detaylı bilgiler toplanmaktadır. Bu bilgiler; yatırım araçlarının geçmişteki hareket ve davranışlarıdır. Belli aralıklarla nasıl eğilim gösterdikleri belirlenmeye çalışılmakta ve performanslarının nasıl olduğu incelenmektedir.

Yatırım analizinin diğer bir kısmında ise; bu yatırım araçlarının geçmiş dönem yayınlanmış verilerinden yola çıkarak istatistiksel/matematiksel yöntemler ile geleceğe yönelik tahminler yapılmaktadır. Bu analizler portföy yöneticisinin veya yatırım uzmanının belli bir bilgi birikimi ile yapabileceği analizlerdir.

2.2.2.3. Portföy Seçimi

Portföy seçimi kısmında yapılan matematiksel analizler baz alınarak yatırım yapılmaktadır. Analizler sonucunda yatırımcı için karlı olabilecek yatırım araçlarına karar verilmektedir.

Portföy seçiminden önce ne kadarlık bir tutarda yatırımın bir portföye yapılacağı kararlaştırılmaktadır. Portföy seçiminde ise; önce portföye alınacak yatırım araçları belirlenip daha sonra da bu yatırım araçlarından hangisine ne kadar ve ne oranda yatırım yapılacağına karar verilmektedir. Bu aşamada portföy yöneticisi daha önceki aşamalarda yapmış olduğu yatırım, ekonomik ve sektör analizleri ile kendi bilgi ve tecrübeleriyle karar vermektedir.

2.2.2.4. Portföy Değerlendirmesi

Portföy seçimi kısmında oluşturulan portföyün, en başta hedeflenen yatırım kriterlerini sağlayıp sağlamadığını belirleyebilmek için belli aralıklarla portföyün değerlendirilmesi gerekmektedir. Değerlendirme kısmında sorulması gereken en önemli soru, portföyün yatırımcının beklediği getiriyi verip vermediğidir.

2.2.2.5. Portföy Revizyonu

Portföy yönetimi dinamik bir yapıya sahiptir (Sharp ve diğerleri, 1993). Bunun en belirgin özelliği oluşturulan portföyün revize edilebiliyor olmasıdır. Portföyün

değerlendirilme aşamasında eğer beklenen getiri henüz elde edilemedi ise, portföy de yer alan yatırım araçları ve/ya yatırım araçlarının ağırlıkları değiştirilebilmektedir.

2.2.3. Getiri-Portföy Getirisi

Getiri kavramı literatürde farklı şekilde tanımlanmaktadır. Bunlardan bir kaçı aşağıdaki gibidir;

Belli bir dönem içerisinde riskli ve/veya risksiz varlığa yapılan yatırımın sonucunda, yatırımcının elde ettiği göreceli kazanç getiri oranı olarak adlandırılmaktadır (Sharp ve diğerleri, 1993).

Yapılan bir yatırımın geri dönüşümü getiri olarak adlandırılmaktadır (Karan, 2004).

Belirli bir dönemde yatırım araçlarına yapılan yatırımın karşılığında dönem sonunda yapılan yatırımdan beklenen kazanç getiri olarak tanımlanabilmektedir (Tandelilin, 2010).

Yapılan yatırımın sonucunda yatırımı yapan kişinin servetindeki artış miktarı getiri olarak adlandırılabilmektedir (Suryanı ve Herianti, 2015).

Varlıkların bir dönemdeki getirisi aşağıdaki gibi hesaplanır (Francis, 1991);

$$\text{Getiri} = \frac{\text{Dönem Sonu Servet} - \text{Dönem Başı Servet}}{\text{Dönem Başı Servet}} \qquad (2.1)$$

Portföyün getirisi ise; portföyü oluşturan menkul kıymetlerinin getirilerinin portföy içindeki ağırlıklarının çarpımının toplamına eşittir (Sarıaslan, 2008).

$$R_p: \sum_{i=1}^{n} W_i \cdot R_i \qquad (2.2)$$

R_p: Portföyün getirisi

W_i: i. varlığının portföy içindeki ağırlığı

R_i: i varlığın getirisi

2.2.4. Risk

2.2.4.1. Portföy Riski

Yatırım araçlarına yapılan yatırımın sonucunda elde edilen getiri beklenen getiriden farklı olduğu durumda risk kavramı ortaya çıkmaktadır.

Risk beklenenden sapmadır. Beklenen getiriden ne kadar saptığı yani riski; varyans ve standart sapma ile ölçülebilmektedir. Standart sapma değeri ne kadar azalır ise riski de o kadar azalmaktadır (Karan, 2004).

Standart sapma değeri, bir hisse senedinin getirisinin beklenen getiriden ne kadar saptığını göstermektedir (Berk ve Demarzo, 2007).

Portföyün standart sapması yani portföyün riski de, portföy getirisinin beklenen getiriden ne kadar saptığını gösterir.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j cov_{(ij)}} \qquad i \neq j \qquad (2.3)$$

σ_p: Portföy riski

w: Her bir varlığın portföydeki ağırlığı

Cov(ij): varlıklar arasındaki kovaryans

"Portföyün getirisi, portföydeki menkul kıymetlerin ağırlıklı ortalamasına eşit olmasına rağmen, portföyün riski ya da standart sapması portföydeki menkul kıymetlerin standart sapmalarının ağırlıklı ortalamasına eşit değildir. Çeşitli menkul kıymetlerden oluşan bir portföyün riski ya da standart sapması portföydeki menkul kıymetlerin standart sapmalarının ağırlıklı ortalamasından daha küçüktür. Ancak kurumsal olarak aralarındaki ilişkinin tam pozitif (korelasyon katsayısı +1) olduğu yani hepsi aynı zamanda, aynı oranda ve aynı yönde değişen menkul kıymetlerin oluşturduğu bir portföyün riski ya da standart sapması, menkul kıymetlerinin standart sapmalarının ağırlıklı ortalamasına eşittir. Öte yandan, aralarındaki ilişki tam negatif (korelasyon katsayısı -1) olan, yani aynı zamanda, aynı oranda ve zıt yönde değişen iki menkul kıymetin oluşturduğu bir portföyün standart sapması ise sıfır olacaktır" (Sarıaslan, 2008: 317-318).

Yukarıda yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere portföy riski hesaplanmasında menkul kıymetler arasındaki iki değişkenin beraber değişimini inceleyen kovaryans değerinin ve menkul kıymetler arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü gösteren korelasyon katsayısının da risk hesaplamasına dahil edilmesi gerekmektedir.

2.2.4.2. Sistematik Risk

Sistematik risk diğer bir adıyla pazar riski; piyasa koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan risktir. Bu risk sosyal, ekonomik ve politik olayların sonucundan doğar ve firmalar bu duruma müdahale edememektedirler. Bu sebepten ötürü sistematik riskler çeşitlendirme yolu ile yani portföyde bulunan finansal araç sayısı arttırıldıkça azaltılamazlar (Sharp ve diğerler,1993). Kredi riski, faiz riski, piyasa riski, politik risk ve kur riski sistematik risklere örnektir (Türkiye mevduat sigortalar fonu,2009).

Kredi Riski: Kredi kullanan tarafın sözleşme gereğince, sözleşme kurallarına uymadığı taktirde kredi riski oluşmaktadır. Krediyi kullanana taraf ister bireysel ister kurumsal kişi olsun krediyi kullandıran kişi genelde banka olduğu için kredi riski bankalar için doğmaktadır. Bankalar için kredi riski sistematik bir risktir; çünkü kredi kullanan tarafın krediyi geri ödeyememesi bankaların kontrol edemeyeceği bir risktir (Glasserman,2007).

Faiz Riski: Piyasa faiz oranlarındaki artış veya azalış piyasa riskini ifade etmektedir. Piyasa faiz oranındaki değişmeler yatırımcıların kontrolünde değildir. Hiç beklenmeyen bir zamanda gerçekleşebilmektedir (Sharp ve diğerler,1993).

Piyasa Riski: Yatırım araçlarının alınıp satılmasından doğan risktir. Bu risk tüm piyasayı etkilemektedir. Piyasa riski, mali tablolarda bulunan kalemlerin faiz iniş ve çıkışlarında, döviz kuru hareketlerindeki farklılıkta ortaya çıkan faiz oranı riski, menkul değer pozisyon riski, döviz riski gibi risklerin sebep olabileceği kayıp olasılığıdır (Sharp ve diğerler,1993).

Politik Risk: Siyasi olaylar politik riskin en temel unsurudur. Bir ülkede siyasi istikrar ve buna bağlı olarak da ekonomik istikrar dengeli değilse politik risk meydana gelmektedir. Olağan üstü hal durumları da politik riske neden olmaktadır(Sharp ve diğerler,1993).

Kur Riski: Kur riski yabancı para (döviz) alınıp satılması, borç alınıp verilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Politik riskte olduğu gibi olağan üstü durumlarda döviz kurları çok hassas oldukları için hemen etkilenmektedir. Bu durum kurların aşağı ya da yukarı oynamasına neden olmaktadır (Sharp ve diğerler,1993)

2.2.4.3. Sistematik Olmayan Risk

Firma riski olarak da adlandırılan sistematik olmayan risk, firmanın ya da yatırım aracının kendisinden kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Sistematik riskin aksine, sistematik olmayan risk kontrol altına alınabilmektedir. Özellikle çeşitlendirme ile risk azaltılabilmektedir (Sharp ve diğerleri, 1993).

Sistematik olmayan riskler aşağıdaki gibi gruplanabilir;

Likidite Riski: Bir şirketin, işletmenin nakit giriş çıkışındaki düzensiz hareketler neticesinde nakit çıkışı yapılması gereken zamanda bu çıkışın tam olarak karşılanamaması riskidir (Jarrow ve Protter,2007).

Operasyonel Risk: Firma içindeki iç kontrol sisteminden kaynaklanan risktir. Şirket içi aksaklıklar, yönetimsel hatalar, raporlama hataları veya şirket içi sahtekarlıklardan kaynaklanmaktadır. Şirket iç kontrol sisteminin sağlamlaştırılması ile risk azaltılabilmekte ve/ya yok edilebilmektedir (Martinez,2016).

2.2.5. Korelasyon Katsayısı

Korelasyon katsayısı değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini ölçer ve -1 ile +1 değerleri arasında yer almaktadır. İki değişken arasında ilişki yok ise korelasyon katsayısı sıfır olmaktadır. Korelasyon katsayısı -1'e yakın ise değişkenler arasında ters yönlü, +1'e yakın ise değişkenler arasında aynı yönlü bir ilişkinin var olduğu anlamına gelmektedir (Stigler, 1989).

$$\rho_{a,b} = \frac{cov\,(r_a, r_b)}{\sigma_a\,\sigma_b} \qquad (2.4)$$

$\rho_{a,b}$: a. yatırım aracının getirileri (r_a) ile b. yatırım aracının getirileri (r_b) arasındaki korelasyon katsayısı,

cov(r_a , r_b): a. yatırım aracının getirileri (r_a) ile b. yatırım aracının getirileri (r_b) arasındaki kovaryans,

$\sigma_{a,b}$: a ve b yatırımcılarının standart sapması.

2.2.6. Kovaryans

İki rastgele değişken arasındaki karşılıklı değişimi ölçen değere kovaryans denilmektedir. Değişim - ∞ ila +∞ aralığında negatif veya pozitif bir değer almaktadır. Eğer iki değişken beraber hareket ediyor ise kovaryans pozitif, farklı hareket ediyor ise

negatif bir değer almaktadır. Eğer değişkenler birbirinden bağımsız ise o zaman kovaryans 0'a eşit olmaktadır (Wasserman, 2004).

A ve B iki farklı değişken olmak üzere ve değişkenlerin ortalaması μ_a ve μ_b olmak üzere A ve B arasındaki kovaryans aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Wasserman,2004).

$$Cov(a,b)= E[(a- \mu_a).(b- \mu_b)] \quad (2.5)$$

2.3. Portföy Teorileri

Portföy teorileri arasında en yaygın ve kabul gören teoriler; Geleneksel Portföy Teoremi ve Modern Portföy Teoremidir. Bu iki yaklaşımın temelinde çeşitlendirme prensibi yatmaktadır. Ancak bu iki yaklaşım baz alınarak yeni yaklaşımlar da finans literatüründe yer almaktadır.

2.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı

Geleneksel yaklaşımın temelleri 1935 yılında J.R. Hick, J Marschak, J.B Williams ve D.H Leavens tarafından atılmıştır. 1950'li yıllara kadar da geçerliliğini sürdürmüştür. Geleneksel yaklaşım temelinde basit çeşitlendirmeye dayanmaktadır. Bu yaklaşımda maksimum getiriyi sağlamak için portföye alınan yatırım aracı sayısının arttırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Yani portföydeki yatırım aracı sayısı arttıkça çeşitlendirme ile riskin azalacağı savunulmaktadır. Ancak bu yöntemde portföye alınan yatırım araçlarının kendi aralarındaki ilişkileri dikkate alınmamaktadır (Markowitz, 1999).

2.3.2. Modern Portföy Yönetimi Yaklaşımı

1952 yılında Harry Markowitz'in "Portföy Seçimi" adlı çalışması finans literatürüne yeni bir ışık tutmuştur. Markowitz yayınladığı makalesinde, beklenen getiri ve getiri varyans kısıtı altında optimal portföyün oluşturulabileceğini savunmuştur (Markowitz,1952). Finans literatüründe "Modern Portföy Teoremi" olarak adlandırılan teorem, istatistiksel modellere dayandırılmıştır. Portföyde bulunan yatırım aracı sayısı arttırılarak bir portföyün çeşitlendirilemeyeceği yani riskin azaltılamayacağı, portföyde bulunan yatırım araçlarının birbirleri ile ilişkilerinin derecesi ve yönü ile riskin azaltılabileceği belirlenmiştir. Markowitz tarafından oluşturulan model Ortalama- Varyans modeli (MV) olarak adlandırılmıştır. Varlıklar, ortalama – getiri, varyansı ve kovaryanslarına dayandırılmaktadır (Markowitz,1952).

Markowitz'in Ortalama-Varyans modelinin en önemli katkısı; portföyün riskinin, portföyü oluşturan yatırım araçlarından daha düşük olabilmesidir. Bunun sebebi portföyde yer alan varlıkların arasındaki korelasyon azaldıkça yani aralarındaki ilişki azaldıkça portföy riski de azalabilmektedir. Markowitz'in modeli uzun yıllarca kullanılmıştır ve bundan sonra geliştirilen modellere temel olmuştur.

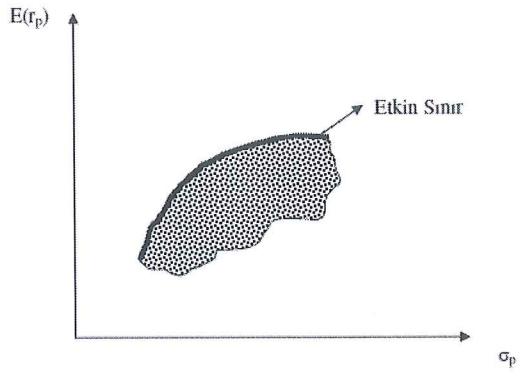
Bu alanda ilk çalışma yukarıda bahsedildiği gibi Harry Markowitz tarafından 1952 yılında yapılmıştır. İleriki yıllarda hisse senetlerinin fiyatlaması üzerine çalışılmıştır. Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modeli (CAPM) oluşturulmuştur (Sharpe,1964; Lintner,1965). Portföy teorisi ve sermaye varlıklarını fiyatlama modeline göre daha esnek bir model olan, arbitraj fiyatlama modeli bulunmuştur (Ross, 1976) . Her 3 model de portföy seçiminde temel yol gösterici olmuştur.

2.3.3. Etkin Sınır

Etkin portföy; birçok portföy arasından aynı risk seviyesinde olan portföylerden maksimum getiriyi veren ya da yine bir çok portföy arasından aynı getiri düzeyinde minimum riski veren portföydür (Karan,2004).

Etkin portföyleri birleştiren eğriye ise etkin sınır eğrisi denilmektedir (Sharp ve diğerleri, 1993).

Şekil 1. Etkin Sınır



Kaynak: Sharp, W. F., Alexander, G. J., ve Bailey, J. V. 1993. ***Fundamentals of investments.***

Risk almayı sevmeyen yatırımcıların oluşturduğu portföyler etkin sınır eğrisinin solunda, risk almayı seven yatırımcıların oluşturduğu portföyler ise etkin sınır eğrisinin sağında yer almaktadır (Karan, 2004). Etkin sınır eğrisinin solunda yer alan portföylere etkin portföyler, etkin sınır eğrisinin altında yer alan portföylere ise etkin olmayan

portföyler denilmektedir; çünkü etkin sınır eğrisinin sağında yer alan portföyler aynı getiri seviyesinde daha risklidir.

2.3.4. Etkin Pazar (Piyasalar) Hipotezi

Etkin Piyasalar Hipotezi ilk olarak 1979 yılında Eugene Fama tarafından ortaya atılmıştır (Damodaran,2002). Etkin piyasalar hipotezine göre; eğer bir piyasa tarafından öğrenebileceğimiz bilgilerin tamamı ile ilave bir getiri sağlanamıyor ise bu durumda bahsi geçen piyasanın etkin olduğuna karar verilmektedir. Diğer bir deyişle, piyasalara yeni bir bilgi geldiğinde hisse senetleri bu bilgiye çok hızlı bir şekilde tepki gösterirse piyasalara etkin, eğer yeni bilgiye tepki vermez ise piyasalara etkin olmayan piyasalar denilmektedir. Eğer piyasalar etkin ise; bilgi her yatırımcıya aynı anda ulaştığı ve fiyatların aynı anda tepki gösterdiği için hiçbir yatırımcı bu durumdan ekstra bir avantaj sağlamadığı varsayılmaktadır (Malkiel ve Fama,1970).

Etkin piyasalar hipotezi pazarın işleyişi ve yatırımcıların davranışları gibi varsayımlara bağlıdır. Finansa literatüründe 3 tür etkin piyasalar hipotezi konu almaktadır. Her bir formda, farklı bilgi türlerinin hisse senedi fiyatlarına yansıdığı belirtilmektedir (Malkiel ve Fama, 1970).

2.3.4.1. Zayıf Form Etkin Piyasa Hipotezi

Zayıf form etkin piyasalar hipotezine göre; hisse senedi fiyatları geçmişteki fiyatlardan bağımsız olarak değişkenlik göstermektedir. Geçmişteki fiyatların gelecekteki fiyat oluşumunda bir etkisi yoktur. Bu durum fiyatların tesadüfi olarak değiştiğinin göstergesidir. Eğer piyasalar zayıf formda etkin ise teknik analiz yöntemlerinin yatırımcılara ekstra kazanç sağlayamayacağını söylemek mümkündür (Malkiel ve Fama, 1970).

2.3.4.2. Orta Güçlü Form Etkin Piyasa Hipotezi

Orta güçlü form etkin piyasalar hipotezinde; halkın serbestçe elde edebileceği tüm bilginin fiyatlara yansımış olduğu kabul edilmektedir. Halkın serbestçe elde edebileceği bilgiler; firmaların yayınlamış olduğu raporları, mali tabloları, rakip firmaların yayınlanmış mali verileri, ekonomik raporlar ve hisse senetlerini eski fiyat bilgileri gibi her türlü halkın erişebileceği bilgiyi içermektedir (Karan, 2004). Halk bilgiye serbest bir şekilde ulaşabildiği için orta güçlü form etkin piyasa hipotezinde teknik analizin yanı sıra temel analizle de ekstra bir kazanç sağlanamayacaktır (Malkiel ve Fama, 1970).

2.3.4.3. Güçlü Etkin Piyasa Hipotezi

Güçlü piyasalar hipotezinde; orta güçlü form etkin piyasalar hipotezinde halkın ulaşabileceği bilgilere ilaveten şirketlerin özel bilgilerinin (içeriden bilgi-Insider Trading) de elde edilebileceği iddia edilmektedir. Bu formda halk elde edebileceği tüm bilgiye ulaşabileceği için hiçbir analiz yöntemi ile ilave kazanç elde edemeyeceği savunulmaktadır (Malkiel ve Fama, 1970).

2.3.5. Optimal Portföy

Optimal Portföy, yatırımcının katlanabileceği risk düzeyinde elde edeceği maksimum getiriyi sağlayan portföydür. Bir yatırımcının katlanabileceği risk ve elde etmek istediği kazanç arasında oluşan grafikteki ilişkiyi yansıtan çizgilere, kayıtsızlık eğrileri denilmektedir (Pareto,1991). Bir portföyün optimal portföy olabilmesi için de etkin sınır ile kayıtsızlık eğrilerinin kesiştiği (teğet geçtiği) noktalarda olması gerekmektedir (Sharp ve diğerleri,1993). Böylece optimal portföy, her yatırımcının kişisel risk algısına göre değişmektedir.

2.3.6. İndeks Modeller

Markowitz Model'inde portföy seçimi sırasında modele dahil edilen değişken sayısı oldukça fazladır. Bu durum hem analiz sürecini hem de işlem yükünü arttırmaktadır. Örneğin optimal portföy oluşturulurken modelde yer alan bütün hisse senetlerinin birbiri ile olan varyans ve kovaryansının hesaplanması gerekmektedir. Bu gibi sorunları ortadan kaldırmak amacıyla faktör modeller geliştirilmiştir.

2.3.6.1. Tek İndeks Modeli

Markowitz'in Ortalama Varyans modeline alternatif olarak William Sharp tarafından 1970 yılında geliştirilmiştir. Markowitz modelinde optimal portföye alınacak hisse senedi, hisse senetlerinin birbiri ile ilişkilerine göre belirlenirken, Sharp'ın tek indeksli modelinde kriter beta katsayısıdır. Beta katsayısı ile amaç varyans ve kovarsyans gibi işlem yükü ile uğraşmamaktır. Tek indeksli model de bir tek beta katsayısı ile optimal portföye alınacak hisse senedinin belirlenebileceği iddia edilmiştir (Sharp, 1984).

2.3.6.2. Çok İndeks Modeli

Çok indeksli modelde hisse senedi fiyatları farklı makroekonomik değişkenlerden etkilenmektedir. Aynı zamanda çok indeks modelleri bir adet bağımlı değişken (hisse senedi), birkaç adet de bağımsız değişkenden (faiz, enflasyon, sanayi endeksi, vs..) oluşan çoklu regresyon modelidir (Sharp, 1984).

2.3.7. Finansal Varlık Fiyatlama Modeli

Finansal Varlık Fiyatlama Modeli (CAPM) Sharpe ve Lintner tarafından Markowitz'in modern portföy teorisini temel alarak ortaya çıkmış bir modeldir. Bu modelin, modern portföy teorisinden en temel farkı risksiz finansal varlıklara da yatırım yapılmasının mümkün olmasıdır. Oluşturulan modelde tanımlanmak istenen finansal varlık fiyatları; getiri ve risk açısından araştırılmaktadır. Bu iki kavram arasındaki ilişki perspektifinden yorumlanmaktadır (Fama ve French,2004).

Finansal Varlık Fiyatlama Modelinin Varsayımları aşağıdaki gibidir;

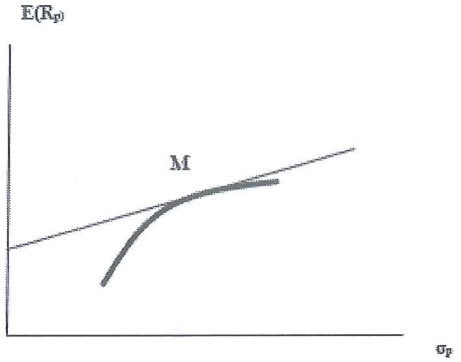
- Yatırımcılar, bir dönem için portföylerinin beklenen getirileri ve standart sapmalarını dikkate alarak değerlendirilmektedirler.
- Yatırımcıların elde ettikleri 2 farklı portföyde riski yani standart sapması daha az olan portföyü tercih etmektedirler.
- Amaç; istenildiği kadar çeşitlendirmenin yapılabilmesidir. Likidite sorunu bulunmamaktadır. Elde tutulan varlıkların hepsi bölünebilmektedir.
- Yatırım yapanlar ellerinde bulunan nakit ile risksiz faiz oranı üzerinden borç verebilir. Piyasada sadece risksiz faiz oranı kullanılabilir.
- Herhangi bir finansal masraf kalemi yoktur. Her türlü işlem ücretsiz olarak gerçekleşmektedir.

Finansal Varlık Fiyatlama Modelinin (CAPM) en önemli unsurlarından biri beta katsayısıdır. Bunun nedeni hisse senedinin veya herhangi bir portföyün piyasaya nasıl tepki verdiğini göstermektir (Sarıaslan,2008).

2.3.7.1. Sermaye Piyasası Doğrusu

Finansal varlık fiyatlama modelinde etkin portföyler için beklenen getiri ve risk arasındaki ilişki, sermaye piyasası doğrusu (CML) ile gösterilmektedir (Karan,2004).

Şekil 2. Sermaye Piyasası Doğrusu



Kaynak: Karan, M. B. 2004. ***Yatırım analizi ve portföy yönetimi***. 2. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi.

Yukarıdaki grafikte M noktası getiri ile risk arasındaki ilişkiyi gösteren optimal noktadır. Daha çok risk alarak daha fazla getiri elde etmek isteyen yatırımcılar sermaye piyasa doğrusunun üstünde yer alır iken, daha az risk alan yatırımcılar ise doğrunun altında yer almaktadır. Bir yatırımcı için optimal portföy Sermaye Piyasası Doğrusu ile yatırımcının farksızlık eğrilerinin kesiştiği noktada gerçekleşmektedir.

Sermaye piyasası doğrusunun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$E(r_p) = r_f + \left(\frac{r_m - r_f}{\sigma_m - 0}\right) \qquad (2.6)$$

E (r_p)= Portföyün beklenen getirisi

r_f= Risksiz faiz oranı

r_m= Pazar portföyünün beklenen getirisi

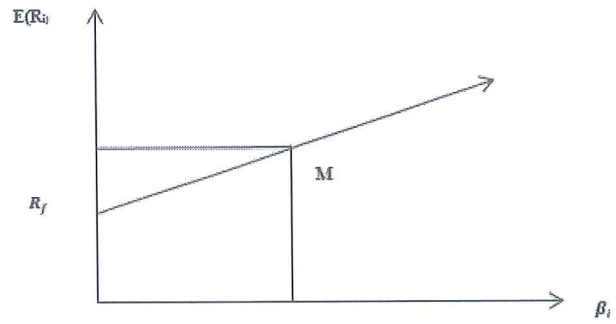
σ_m= Pazar portföyünün toplam riski

σ_p= Portföyün toplam riski

2.3.7.2. Menkul Değer Doğrusu

Etkin olan portföylerde risk ile getirinin birbiri ile olan ilişkisini sermaye piyasası doğrusu belirtirken, etkin olmayan portföyler ve bireysel menkul kıymetler arasındaki risk ve getiri ilişkisini açıklamada yeterli olmamaktadır. Sharpe tarafından bulunan Menkul Değer Piyasa doğrusunda (SML), her bir menkul kıymetin kendi betası hesaplanabildiği için etkin bir piyasada getirileri ile betaları arasındaki ilişkiyi incelerken bireysel menkul kıymetlerde dahil edilebilmiştir (Copeland ve diğerleri,2005).

Şekil 3. Menkul Değer Doğrusu



Kaynak: Karan, M. B. 2004. ***Yatırım analizi ve portföy yönetimi***. 2. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi.

Yukarıdaki grafikte getiri artıkça riskinde arttığı görülmektedir. Piyasada uygun fiyat oluşan tüm menkul kıymetlerin getiri oranları SML doğrusunun üzerinde olacaktır. Eğer bu doğru üzerinde yer almıyor ise uygun fiyat belirlenememiştir (Sarıaslan,2008).

Menkul Değer doğrusunun matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$E(r_i) = r_f + (E(r_m) - r_f)\beta_i \qquad (2.7)$$

$E(r_i)$= i. Hisse senedinin beklenen getirisi

r_f= Risksiz faiz oranı

$E(r_m)$= Pazar portföyünün beklenen getirisi

β_i= i. Hisse senedinin betası

2.3.8. Arbitraj Fiyatlama Teorisi

Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT), Ross tarafından Finansal Varlık Fiyatlama Model'ine (CAPM) alternatif bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir. CAPM modeline alternatif olarak bulunmasına rağmen daha karmaşık bir modeldir (Copeland ve diğerleri,2005). Her iki modelde doğrusal olmasına rağmen AFT modelinde bir yatırımın beklenen getirisi birden çok faktöre dayandırılmaktadır. Oysa CAPM'de finansal varlığın getirisi sadece pazar portföyü ile açıklanmaya çalışılmıştır (Ross,1976).

2.3.9. Portföy Performansının Değerlendirilmesi

Portföylerin performansları değerlendirilirken Finansal Varlıkları Fiyatlama Modeli temel alınmaktadır. Performans hesabında dikkate alınacak olan en temel kriterler; portföyün oluşumuna, yaratılmasına karar veren portföy yöneticisinin bu konudaki uzmanlığı, portföye alınacak olan yatırım araçlarının performansları ve oluşturulacak olan portföyden beklenen risk düzeyidir (Karan,2004).

Portföyün performansının hesaplanması ile o portföye yapılan yatırımın ne derece başarılı olduğu belirlenebilmektedir. Böylece eğer başarısız bir portföye yatırım yapılır ise, başarısızlığın nedenleri belirlenebilmektedir.

1960'lı yıllardan önce portföy performansı toplam getirinin yatırım tutarına bölünmesi ile bulunmaktaydı. Ancak bu hesaplama doğru sonuçlar vermemekteydi; çünkü hesaplama işleminde risk faktörü göz önünde bulundurulmuyordu. Bunun en temel sebebi ise, riskin nasıl hesaplanacağının tam olarak bilinmiyor olmasıdır.

Modern portföy teorisinin hayatımıza girdiği günlerde, standart sapma ve beta gibi kavramlar ile birlikte risk hesaplama ölçümleri de başlamıştır. Bununla birlikte portföy performansı hesaplanırken risk faktörü de hesaplamalara katılarak getiri riske göre düzeltilmiştir. Böylece portföylerin performansları daha doğru bir şekilde hesaplanabilmiştir (Küçükkocaoğlu, 2015).

Portföy performans değerlendirmesinde kullanılan en temel ölçütler; Sharp, Treynor ve Jensen Ölçütüdür.

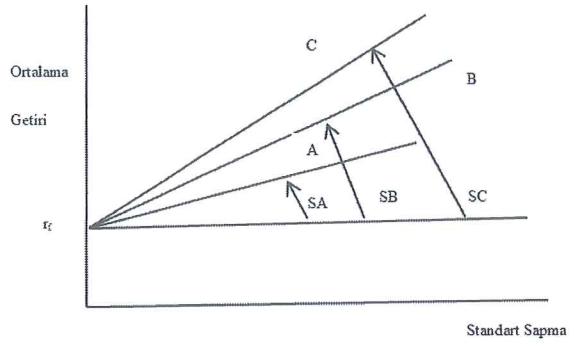
2.3.9.1. Sharpe Performans Ölçüsü

Sharpe Performans Ölçüsünde esas alınan CAPM modelidir. Sermaye piyasası doğrusunun eğiminin, risksiz getirisi olan portföye eşit olduğu varsayılmaktadır.

$$S.O = \frac{Portföyün\ Beklenen\ Getirisi - Risksiz\ Faiz\ Oranı}{Portföyün\ Standart\ Sapması} \qquad (2.8)$$

Karşılaştırılan portföyler arasında Sharp Oranı daha yüksek olan portföyün daha başarılı ve getirisinin daha yüksek olduğu söylenmektedir (Sharp,1994).

Şekil 4. Sharpe Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması



Kaynak: Konuralp, G. 2005. ***Sermaye piyasaları, analizler kuramlar ve portföy yönetimi.*** İstanbul: Alfa Basım Yayın.

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aynı risk seviyesinde getiriler karşılaştırıldığı zaman C portföyünün performansı B portföyünden, B portföyünün performansı da A portföyünden daha iyi olduğu söylenebilmektedir.

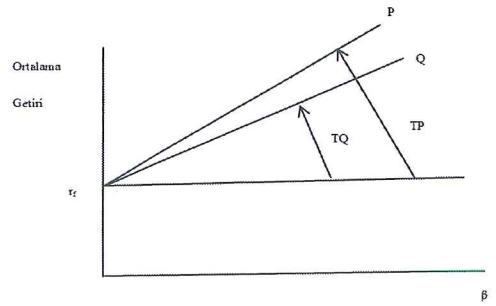
2.3.9.2. Treynor Performans Ölçüsü

Treynor Performans Ölçüsünde, Sharp Performans Ölçüsünden farklı olarak Pazar riski dikkate alınmaktadır. Oysa Sharpe Performans Ölçüsünde toplam risk dikkate alınıyordu. Bu durumda Treynor Performans Ölçüsünde beta (Pazar riski) değeri yer almaktadır. Ayrıca Sharpe Performans Ölçüsünün aksine sermaye piyasası doğrusu değil, menkul kıymet piyasa doğrusu baz alınmaktadır.

$$T.Ö = \frac{Portföyün\ Beklenen\ Getirisi - Risksiz\ Faiz\ Oranı}{Portföyün\ Beta\ Katsayısı} \qquad (2.9)$$

Portföyler arasında Treynor Ölçüsü daha yüksek olan portföyün daha başarılı ve getirisinin daha yüksek olduğu söylenmektedir (Hübner,2005).

Şekil 5. Treynor Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması



Kaynak: Ceylan, A., ve Korkmaz, T, 1998. ***Borsada uygulamalı portföy yönetimi.*** 3 Baskı. Bursa: Ekin Yayınları.

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aynı risk seviyesinde getiriler karşılaştırıldığı zaman P portföyünün performansının Q portföyünün performansından daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

2.3.9.3. Jensen Performans Ölçüsü

Jensen Performans ölçüsü Treynor performans ölçüsündeki gibi menkul kıymet piyasa doğrusunu temel alan bir yaklaşımdır. Jensen performans ölçüsünde öncelikle portföyün hali hazırda oluşan, ortaya çıkan, riskine göre o portföyden beklenen getiri hesaplanmaktadır. Daha sonra bu getiri ile hesaplama döneminde gerçekleşen getiriler karşılaştırılmaktadır (Karan,2004).

Jensen ölçüsü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$r_p\text{-}r_f=\alpha_p + \beta_p(r_m - r_f) + \varepsilon \qquad (2.10)$$

r_p= Portföyün beklenen getirisi

r_f= Risksiz faiz oranı

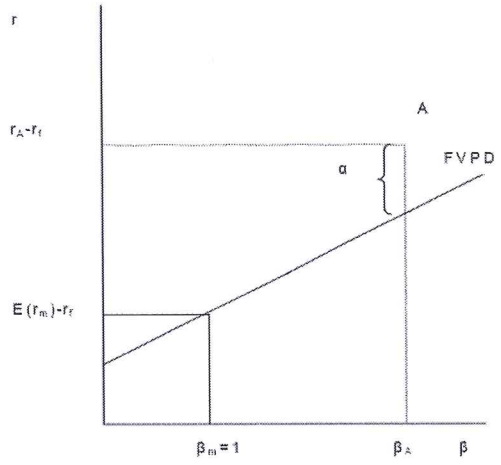
r_m= Pazar portföyünün beklenen getirisi

β_m= Portföyün betası

α_p= Alfa (Jensen Ölçütü)

ε = Hata terimi

Şekil 6. Jensen Performans Değerlendirme Ölçütüne Göre Portföy Karşılaştırması



Kaynak: Küçükkocaoğlu, G. Portföy ve fon performans ölçümleri. <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/investendeksmodelleri.pdf> Erişim tarihi: 19.08.2016

Eğer portföy, pozitif Jensen ölçüsüne sahip ise; menkul kıymet piyasa doğrusunun üzerinde, negatif Jensen ölçüsüne sahip ise menkul kıymet piyasa doğrusunun altında bir yer almaktadır. Portföyün performansı hakkında yorum yapılır iken o portföyün menkul

kıymet doğrusunun neresinde olduğuna göre yorum farklılaşmaktadır. Fakat yorumlama yapılır iken bazı genellemeler yapılmaktadır. Örneğin pozitif bir Jensen alfasına sahip olan her portföy için, o portföyü oluşturan portföy yöneticisinin hepsinin de başarılı olduğu kabul edilmektedir. Oysa, her portföy için aynı genellemeyi yapmak doğru değildir. Bunun sebebi ise portföy yöneticisinin, sadece risksiz faiz oranı üzerinden elde ettiği getiriyi dikkate almasıdır. Ayrıca elde edilen getiriye sebep olan portföyün içerisinde ne kadarlık yatırım aracı eklendiği yani çeşitlendirilip çeşitlendirilmediğinin dikkate alınmış olmasıdır (Küçüksille,2009).

Sonuç olarak, Jensen performans ölçüsüne göre, portföy, menkul kıymet piyasa doğrusunun ne kadar üzerinde yer alıyorsa, o portföyün performansının da o kadar yüksek olduğu söylenebilmektedir (Karan, 2004).

2.4. Teorik ve Ampirik Çalışmalar

Portföy seçimi, optimizasyonu ve yönetimi hakkında yapılan çalışmalar 1935'li yıllara dayanmaktadır. Bu süre zarfında farklı analiz yöntemleri kullanılarak farklı sonuçlar bulunmuştur ve hatta zamanla bu sonuçlar yeni yöntemler ile çürütülmüştür. Bu sebeplerden ötürü ve literatürün çok eski yıllara dayanmasından dolayı bu tezde 2000'li yıllar itibariyle yapılmış olan güncel çalışmaların bir kısmına yer verilmiştir.

2000 yılının Lee ve Byrne'ın yapmış oldukları çalışmalarında 1981-1996 yılları arasında İngiliz gayrimenkul yatırım firmalarının hisse senetleri ile portföyler oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda portföyde yer alan olan hisse senedi arttıkça, riskin azaldığına karar verilmiştir. Hatta portföyde bulunan hisse senetlerinin sayısı 400 adedi geçince portföy riskinin, pazarın riskinin altında olduğu belirtilmiştir (Lee ve diğerleri,2000).

2000 yılında Chung'ın çalışmasında, Malezya borsasında yer alan hisse senetleri kullanılarak optimal portföy, Markowitz'in ortalama-varyans modeline göre oluşturulmuş ve oluşturulan iyi çeşitlenmiş portföyün içinde 22 adet menkul kıymet olduğu belirtilmiştir (Chung,2000).

2000 yılında Jansen ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında Ocak 1926 - Aralık 1992 ayları arasındaki aylık US Bond Index ve US Stock Indexden aldıkları veriler ile portföye alınması gereken yatırım araçları ve bunların oranları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda eğer portföyden risksiz faiz oranı kadar getiri elde edilmek isteniyor ise; o portföyün %90'ında tahvil yatırımı yapılması gerektiği bulunmuştur (Jansen ve diğerleri,2000).

2001 yılında Campell ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında 1962-1997 CRSP (The Center for Research in Security Prices) aylık verileri kullanarak oluşturulan portföyde, firma düzeyindeki volatilitenin pozitif bir trende sahip olduğuna dair güçlü bulgular elde edilmiştir (Campel ve diğerleri, 2001).

2001 yılında Bekçi ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında İMKB-100 endeksindeki hisse senetleri getirileri kullanılarak Konno Yamazaki Modeline göre optimal portföy için 8 adet hisse senedinin, Bulanık Konno Yamazaki Modeline göre ise 6-7 adet hisse senedinin gerektiği belirtilmiştir (Bekçi ve diğerleri, 2001).

2002 yılında Küçükkocaoğlu'nun yapmış olduğu çalışmasında, İMKB-30 endeksi verilerinden yararlanarak Markowitz'in ortalama-varyans modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda çeşitlendirme ile oluşturulan portföyün getirisinin daha yüksek olduğuna karar verilmiştir (Küçükkocaoğlu, 2002).

2003 yılında Gökçe ve Cura'nın yapmış oldukları çalışmalarında, İMKB-30 Ocak 1999 - Haziran 2000 haftalık kapanış endeksi verileri kullanılmış, Markowitz'in ortalama varyans modeline göre optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda çeşitlendirme ile optimal portföye ulaşılabileceğine ve elde ettikleri iyi çeşitlenmiş portföylerde 6-14 adet hisse senedi olması gerektiği belirlenmiştir (Gökçe ve Cura, 2003).

2004 yılında Demirtaş ve Güngör'ün yapmış oldukları çalışmalarında İMKB-100 endeksinden seçilmiş 30 adet hisse senedi ile Microsoft Excel programında "Solver" yardımı ile optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan iki portföyün, birinde en yüksek Sharp oranını veren portföy, diğerinde ise en düşük standart sapmaya sahip olan portföy tercih edilmiştir (Demirtaş ve diğerleri,2004).

2004 yılında Ermek'in çalışmasında, İMKB Gıda Sektöründe açığa satış olduğu ve olmadığı durumlarda optimal portföye ulaşılıp ulaşılamayacağı araştırılmıştır. Çalışmasında 02 Ocak 2003- 31 Aralık 2003 tarihleri arasındaki gıda sektöründe bulunan 24 adet hisse senedinin günlük düzeltilmiş getirileri ile açığa satış olduğunda, 13 adet hisse senedi ile optimal portföy oluşturduğu belirlenmiştir (Ermek, 2004).

2004 yılında Tang'ın çalışmasında, eşit ağırlıklı portföyde, portföy getirisinden ödün vermeden riskin azaltılabileceği belirlenmiştir (Tang,2004).

2005 yılında Shawky ve Smith'in çalışmalarında, 1992-2005 yılları arasında Amerika Birleşik Devletlerinde yatırım fonları ile optimal portföy oluşturmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda optimal portföyü 481 menkul kıymet ile oluşturdukları belirtilmiştir (Shawky ve Smith, 2005).

2007 yılında Atan ve Duman'ın çalışmalarında, İMKB-100 endeksi verileri kullanarak Konno – Yamazaki yöntemi ile optimal portföy oluşturulmuştur (Atan ve Dıuman, 2007).

2008 yılında Bera ve Park'ın çalışmalarında, istatistiksel hatalardan kaynaklanan yanlış yatırım kararlarını önlemek için çapraz entropi yönteminin kullanılması önerilmiştir. Çapraz entropi yöntemi ile amaç; yatırımcıların portföy ağırlıklarını yanlış değerlendirilmesi ile yanlış oranda hisse senedine yatırım yapılmasını engellemektir. Bu hatayı gidermek için daha önceleri "Shrinkage Tahmincileri" kullanılmıştır ancak ampirik Bayesçi yaklaşıma dayandığı için önsel uygun dağılımın belirlenmesi kolay olmamıştır (Bera ve Park, 2008).

2009 yılında Topal ve İlarslan'ın yapmış oldukları çalışmalarında, Markowitz'in optimal portföyünün, excel programı yardımı ile nasıl oluşturulduğunu ve optimal portföyde hangi hisse senetlerinin olduğu belirlenmiştir (Topal ve İlarslan, 2009).

2010 yılında Crezee ve Swinkle'ın çalışmalarında, 2000-2009 yılları arasında S&P 500 endeksinin günlük verilerini kullanarak, 5-30 varlıktan oluşan portföylerin riskleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda portföyde yer alan varlık sayısı arttıkça portföyün riskinin azaldığına karar verilmiştir (Crezee ve Swinkle, 2010).

2011 yılında Chen ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmaları sonucunda, sezgisel bulanık optimizasyona dayalı ortalama-varyans-çarpıklık bulanık portföy seçimi için karar modelleri önerilmiş ve matlab yazılımı ile programın çalıştığı saptanmıştır (Chen ve diğerleri, 2011).

2012 yılında Ma ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, amaç fonksiyonun minimum olması kısıtı ile portföy optimizasyonu için hibrit diferansiyel bir algoritma geliştirilmiştir. Şangay ve Shenzhen borsasından 16 farklı hisse senedi ile yapılan çalışma sonucunda sayısal verilere göre algoritmanın etkin bir şekilde çalıştığı ve modelin anlamlı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Ma ve diğerleri, 2012).

2012 yılında Zhang ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında hisse senetlerinin geometrik ortalamalarını maksimum yaparken aynı zamanda semivaryanslarının düşürebilen bir portföy optimizasyon sorununun, Monte Carlo similasyonu ile çözümlendiği görülmüştür (Zhang ve diğerleri, 2012).

2013 yılında Nowak, interaktif yaklaşıma dayanan bir metodoloji geliştirmiştir. Çalışmanın sonucunda portföyün her tekrarında, her aşamasında karar vericiye tekrar danışılması gerektiği savunulmuştur. Böylece karar verici ile interaktif iletişim kurularak portföy seçiminin daha başarılı olduğu bir örnek ile gösterilmiştir (Nowak, 2013).

2013 yılında Sarıkaya ve Tatlıdil'in yapmış oldukları çalışmalarında, Bist Ulusal-30 endeksinde yer alan 01 Şubat 2013-28 Şubat 2013 tarihleri arasındaki günlük getiri verileri kullanılarak Entropy yöntemi ile Markowitz yöntemi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Markowitz yöntemi ile oluşturulan portföyün Entropy yöntemi ile oluşturulan portföye göre getirisinin daha yüksek ve riskinin daha düşük oluğunu belirlenmiştir. Belirlenen diğer bir sonuç ise; Entropy yöntemi ile oluşturulan portföyün içinde yer alan hisse senedi sayısı, Markowitz yöntemine göre oluşturulan portföyün hisse senedi sayısından daha fazladır (Sarıkaya ve Tatlıdil, 2013).

2013 yılında Sadati ve diğerlerinin hazırlamış oldukları makalelerinde, bulanık rastgele değişkenler ile portföy optimizasyonu modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Olasılık ve gereklilik modeli doğrusal bir modele ile yeniden formüle edilmiştir. En uygun optimal

sonuca ulaşmak için, amaç fonksiyonunun iki seviyeli doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda alt sınır tarihsel hisse senedi değerleri ile, üst sınır ise yeni hisse senedi değerleri ile hesaplanmıştır (Sadati ve diğerleri, 2013).

2015 yılında Maillet ve diğerlerinin hazırlamış oldukları makalelerinde, minimum varyans modeli ile oluşturulan portföy ile robust regresyon modeli ile oluşturulan modeller karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda robust regresyon modeli ile oluşturulan portföyün varyansının, minimum varyans modeline göre oluşturulan portföyden daha düşük olduğu, sharpe performans oranının ise daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Maillet ve diğerleri, 2015).

2015 yılında Siew ve diğerlerinin, FTSE Malezya indeksinden elde edilen 23 hisse senedi üzerinde yapılan çalışmalarında, portföy seçimi üzerinde insan davranışları düşük, ılımlı ve yüksek risk seviyelerine göre gruplandırılmıştır. Çalışma sonucunda insan davranışlarına göre; Malezya'da farklı portföy seçimleri ve farklı portföy yönetim şekilleri olduğu belirlenmiştir (Siew ve diğerleri, 2015).

2015 yılında Shen'in hazırlamış olduğu makalesinde amaç; piyasalardaki ortalama-varyans modeline göre portföy optimizasyonunda etkin sınır ve etkin portföy için hangi piyasa katsayılarının ne kadar etkili olduğunun belirlenmesidir. Çalışma sonucunda faiz oranı katsayısının sınırlı, volatilite ve piyasa fiyatının sınırsız katsayılar olduğu anlaşılmıştır (Shen, 2015).

2016 yılında Esfahani ve diğerlerinin önermiş oldukları algoritma ile 31 değişken üzerinde yapılan çalışma sonucunda hızlı ve güvenilir bir şekilde optimalliğe ulaşıldığı ve bu sayede firmaların daha karlı yatırımlara daha hızlı bir şekilde yatırım yapabileceği belirlenmiştir (Esfahani ve diğerler, 2016).

2016 yılında Hossani ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, elde edilen veriler 2 ayrı bölüm olarak incelenmiştir. 2012 ve 2013 yılları arasında elde edilen gerçek veriler kırılgan, çalışmanın diğer kısmındaki tahmini veriler ise 2014-2017 yıllar arasında üçgen bulanık veriler olarak elde edilmiştir. Daha sonra bu veriler birleştirilerek, tam doğrusal bir model oluşturulmuştur. Model oluşturulurken Lingo yazılım programı

kullanılmıştır. Sonuçlar; ne kadar getiri isteniyor ise o kadar riskin arttığını göstermektedir (Hossami ve diğerleri, 2016).

2016 yılında Rankovich ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, 40 adet Amerikan hisse senedi kullanılarak, alışagelmiş yöntem yerine (ortalama-varyans) çok değişkenli GARCH modelinde, daha üstün bir ortalama-varyans dengesi bulunmuştur (Rankovich ve diğerleri, 2016).

2016 yılında Tahakur ve diğerlerinin Bombat Borsası verilerini kullanarak yapmış oldukları Ant Koloni Optimizasyon Simulasyonu ile elde edilen varlık performanslarının daha tatmin edici sonuçlar elde ettiğine karar verilmiştir (Tahakur ve diğerleri, 2016).

Veri madenciliği yöntemleri ile yapılan portföy optimizasyonu ile ilgili ampirik çalışmalar, bu tezin üçüncü bölümde yer alan veri madenciliği konusu içindeki ampirik çalışmalar başlığı altında verilmiştir.

BÖLÜM III. VERİ MADENCİLİĞİ

3.1. Veri Madenciliği Kavramı

Veri madenciliği; (genellikle büyük) gözlemsel verilerin analizinde umulmadık ilişkileri bulmak ve veri sahibine anlaşılır, kullanışlı hem de yeni yollarla verileri özetlemek olarak tanımlanmaktadır (Hand ve diğerleri, 2004).

Basitçe veri madenciliği; büyük veri ambarından ihtiyaca uygun verinin ayıklanmasıdır (Han ve Kamber, 2001).

Operasyonel bir bakış açısına göre veri madenciliği; bir veri entegre sürecidir. Bu süreçte verilerin analizi ve yorumlanması kadar, analiz edilecek verilerin tanımlanması da oldukça önemlidir (Giudici ve Figini, 2009).

Koyuncugil ve Özgülbaşa'a göre veri madenciliği farklı analiz teknikleri kullanılarak, veri içindeki örüntü ve ilişkileri keşfederek elde edilen veriyle anlamlı ve geçerli bir tahmin yapılabilmesi için gerekli olan süreçtir (Koyuncugil ve Özgülbaş, 2009).

3.1.1. Veri ve Veri tabanı Kavramı

Veri, bilginin oluşmasını sağlayan ham malzeme olarak kabul edilebilir. Bu tanım bilgi ile veri arasındaki en temel farklılıktır. Bilgi ise; veriyi kullanmaya başlandıktan ve işlendikten sonra istenilen, merak edilen konular ortaya çıkınca oluşur.

Dijital veri toplama ve depolama teknolojisindeki ilerlemeler büyük veri tabanlarının ortaya çıkmasını ve öneminin artmasını sağlamıştır. Ortaya çıkan veri tabanları sayesinde, astronomik cisimlerin görüntüleri, moleküler veri tabanları, tıbbi kayıtlar, süpermarket işlem verileri, kredi kartı kullanım kayıtları, telefon görüşmesi ayrıntıları gibi daha birçok veri, veri tabanlarında saklanmaya başlanmıştır. Bu süreçten sonra elde tutulan veri tabanlarında değerli veriler yani ihtiyaca uygun veriler elde edilmiştir. Yapılan bu işlemler de veri madenciliği olarak bilinmektedir (Hand ve diğerleri,2004).

3.1.2. Veri Ambarı

Veri ambarı kavramı tüm orta ve büyük ölçekli şirketler için stratejik önem arz etmektedir. Veri ambarı sayesinde farklı birçok veri aynı çatı altında toplanabilmektedir. Örneğin bir şirketin birbirine bağlı olması gereken stok verileri, muhasebe verileri ve satış verileri gibi (Giudici ve Figini, 2009).

Veri ambarı demek; işletme yöneticileri için organize edebilmek, anlayabilmek ve stratejik kararlar verebilmek demektir. Veri ambarı sistemleri günümüzün çok çabuk değişen olaylara, hızlı adapte olabilen zaman diliminde oldukça önemli bir kavramdır. Ayrıca veri ambarı sistemleri, uygulama sistemleri için çeşitli entegrasyona izin vermektedir (Han ve Kamber,2001).

Veri ambarlarının yapılandırılması veri temizleme, veri entegrasyonu ve veri dönüşümünü içermektedir. Bu süreç, veri madenciliği için önemli bir ön işleme adımı olarak görülebilmektedir. Ayrıca veri ambarları, etkili veriyi genelleme ve veri madenciliğini kolaylaştırmak için çok boyutlu verilerin interaktif analizinde on-line analitik işleme-Online Analitical Process (OLAP) araçlarının kullanımını sağlamaktadır. OLAP, SQL'den daha üstündür ve amacı çok boyutlu veri analizi yapabilmektir. Diğer veri madenciliği tekniklerinde de (kümeleme, tahmin ve sınıflandırma gibi) OLAP işlemleri entegre edilebilmektedir. Bu nedenle veri ambarı; veri analizi ve OLAP için giderek daha önemli bir platform haline gelmektedir ve hatta veri madenciliği için gelecekte daha etkili bir platform sağlaması beklenmektedir. Özetle veri ambarı ve OLAP bilgi keşfi sürecinde önemli bir adım oluşturmaktadır (Han ve Kamber, 2001).

3.2. Veri Tabanlarında Bilgi Keşif Süreci

Veri tabanlarındaki bilgi keşif süreci (VTBK) –Knowledge Discovery Databases (KDD), elde edilen veriden faydalı bilginin sağlanması sürecinin tamamıdır. Veri madenciliği ise bu sürecin bir kısmına karşılık gelmektedir (Koyuncugil, 2006).

VTBK, potansiyel olarak kullanıma elverişli verileri belirlemede önemli bir süreçtir. VTBK'yı tarihsel olarak incelediğimizde faydalı verinin bütün veriden çıkarılmasına, farklı farklı isimler verildiği görülmektedir. Bunlarda bazıları; veri madenciliği, bilgi keşfi, veri örüntü işlemi, veri hasattı ve veri arkeolojisidir. Veri

madenciliği kavramı günümüzde oldukça yaygın bir şekilde ve farklı farklı tanımlar ile anılmaktadır. Her bir bilim dalında farklı tanımlar verilebilmektedir. Veri madenciliği ismini-kavramını ise genelde matematikçiler ve istatistikçiler tercih etmektedirler (Fayyad ve diğerleri, 1996).

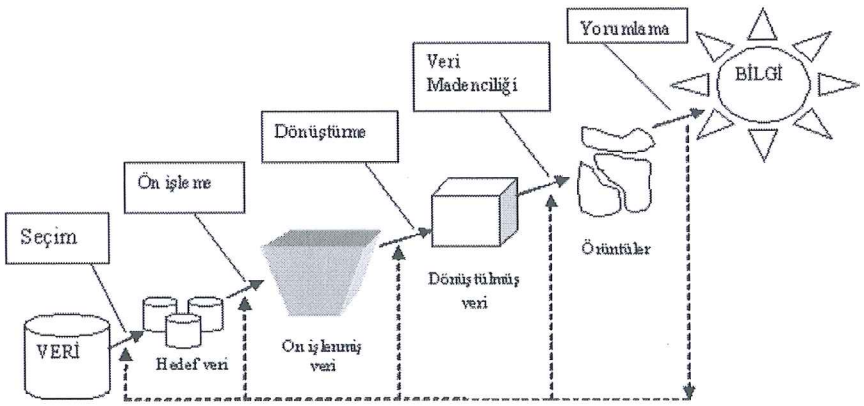
VTBK'nin ileri düzeydeki sürecinde verilerden yararlı bilgiyi çıkarmak en önemli esastır. Bu işlemler sırasıyla;

- Veri Hazırlama,
- Veri Seçme
- Veri Temizleme
- Uygun Ön Bilgi Ekleme,
- Veri Madenciliği Sonuçlarının Doğru Yorumlanması,

şeklindedir (Fayyad ve diğerleri, 1996).

Aşağıdaki şekil VTBK sürecini göstermektedir.

Şekil 7. Veri Tabanı Bilgi Keşif Süreci



Kaynak: Koyuncugil A. S. 2006. Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı***, Doktora Tezi, Ankara.

Şekil, VTBK sürecinin pratik bir şekilde görünümünü sağlamıştır (Brachman ve Anand, 1996). Bu görünüm aşağıdaki gibidir.

1. VTBK sürecinin hedefinin tanımlanması ve yapılacak çalışma için önsel bilgi toplanması,

2. Bilgi Keşfinin yapılacağı veri kümesinin belirlenmesi,

3. Veri temizleme işleminin yapılması yani gürültülü verilerin temizlenmesi,

4. Verinin boyutunun veri indirgeme ve dönüşüm ile değiştirilmesi,

5. VTBK işlemlerinde yapılmak istenen ile hangi veri madenciliği analizinin uygun olacağı,

6. Veri madenciliği algoritmalarının seçimi,

7. Veri Madenciliği süreci; bir önceki işlemlerde yapılan işlemler bu aşamada önemli ölçüde yardımcı olur,

8. Veri Madenciliği analizinden çıkan sonuçların yorumlanması,

9. Elde edilen bilgilerin birleştirilip kullanılmaya hazır hale getirilmesi (Fayyad ve diğerleri, 1996).

3.3. Veri Madenciliği Tekniklerinin Sınıflandırılması

Veri madenciliği Teknikleri Denetimli (Supervised) ve Denetimsiz (Unsupervised) olarak ikiye ayrılmaktadır.

Denetimli (Supervised) Teknikler, kesin olarak belirlenmiş ve tam olarak tanımlanmış tekniklerdir (Hastie ve diğerleri, 2008).

Denetimsiz (Unsupervised) tekniklerde ise, belirsizlik yani hedefin tam olarak belirlenememesi söz konusudur (Hastie ve diğerleri, 2008).

Denetimli ve denetimsiz süreçlerin bütünü karşılaştırılacak olunursa,

- Denetimsiz tekniklerde veriyi tanımak, belirlemek ve anlamak esastır.
- Denetimli tekniklerde ise veriden sonuç çıkarmak esastır (Koyuncugil, 2006).

Denetimli ve denetimsiz teknikler, farkları kümeleme teknikleri ile daha iyi anlaşılmaktadır.

Aşamalı Kümeleme tekniğinde veriler benzerliklerine göre gruplandığı için en başta küme sayısı bilinmemektedir. Bu yüzden bu tekniğe denetimsiz teknik denmektedir. Ama K-Ortalama kümeleme tekniğinde k kadar küme sayısı en başta hedeflendiği için yani küme sayısı bilindiği için K-Ortalama kümeleme denetimli bir tekniktir (Koyuncugil, 2006).

- **Denetimli (Supervised) Teknikler**
  - En Yakın k Komşuluk (k-Nearest-Neighbour)
  - K-Ortalama Kümeleme (K-means clustering)
  - Regresyon Modelleri (Regression Models)
  - Karar Ağaçları (Decision Trees)
  - Sinir Ağları (Neural Networks)
- **Denetimsiz (Supervised) Teknikler**
  - Aşamalı Kümeleme (Hierarchical Clustering)
  - Kendi Kendini Düzenleyen Haritalar (Self Organized Maps), şeklinde gruplanabilir (Hastie ve diğerleri, 2008).

3.4. Veri Madenciliği Yöntemleri

Her geçen gün kullanılan veri madenciliği yöntemleri çoğalmaktadır. Yeni bir bilgi elde edebilen, farklı yöntemlerin tamamına veri madenciliği yöntemleri denilebilmektedir (Koyuncugil,2006).

Bu tezde en temel kullanılan ve yaygın olan veri madenciliği tekniklerinin üzerinde durulmuştur.

Klasik Veri Madenciliği Yöntemleri;

- K-Ortalama Kümeler Analizi
- Aşamalı (Hierarchical) Kümeler Analizi
- Regresyon Analizi
- K-En Yakın Komşuluk Analizi

Yeni Nesil Veri Madenciliği Yöntemleri;

- Karar Ağaçları
- Sinir Ağları
- Birliktelik (İlişki) Kuralları

Diğer Veri Madenciliği Yöntemlerinden Bazıları;

- Önemli/Temel Bileşenler Analizi
- Diskriminant Analizi
- Kendi Kendini Düzenleyen Haritalar
- Genetik Algoritmalar

3.4.1. K- Ortalamalar Kümeleme Analizi

K-ortalamalar kümeleme yöntemi temelinde çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir. Burada amaç homojen olan verileri bir grupta tutmaktır. Yani her bir küme birbirinden farklı-heterojen iken, kümelerin içerisindeki değerler birbirlerine homojendir, çok benzemektedir.

K-ortalamalar kümeleme tekniği, oldukça sık tercih edilen tekniklerdendir ve hiyerarşik olmayan kümeleme tekniğidir. Bu teknikte Y adet veri grubunda n tane değişken seçilir ve elde edilen N tane özellik vektörü ile K tane gruba bölünür.

Tüm değişkenler nicel olduğu durumlarda benzeşmezlik Karesel Öklid mesafesi kullanılmaktadır.

$$d(x_i, x_i')=\sum_{j=1}^{p}(x_{ij} - x_{x^i j})^2=\|x_i - x_i'\|^2 \quad (3.1)$$

Buna alternatif olarak ağırlıklandırılmış Öklid mesafesi de kullanılabilmektedir (Hastie ve diğerleri, 2008).

$$W(C)=1/2 \sum_{k=1}^{K}\sum_{C(i)=k}\sum_{C(i)=k}\|x_i - x_i'\|^2$$

$$=\sum_{k=1}^{K}\sum_{C(i)=k}\|x_i - \bar{x}_k\|^2 \quad (3.2)$$

$\bar{x}_k = (\bar{x}_{1k},.....,\bar{x}_{pk})$ k. küme ile ilişkili ortalama vektörüdür.

Yukarıdaki kriterlere göre amaç; gözlemlerin küme ortalamalarına bakarak, ortalama benzeşmezliği minimize ederek N gözlemi K kümeye atamaktır (Koyuncugil, 2006).

Yinelemeli azalış (iterativ) algoritması;

$$C^* = \boldsymbol{min}_c \sum_{k=1}^{K}\sum_{c(i)=k}\|x_i - \bar{x}_k\|^2$$

Denklemi sonucunda elde edilen Z kümesi,

$$\bar{x}_s = \boldsymbol{argmin}_m \sum_{i\in s}\|x_i - m\|^2 \quad (3.3)$$

yoluyla elde edilmektedir.

Genişletilmiş optimizasyon problemi aşağıdaki gibidir:

$$\boldsymbol{min}_{c,\{mk,\}_1^k}\sum_{k=1}^{K}\sum_{C(i)=k}\|x_i - m_k\|^2 \quad (3.4)$$

Bu çözümleme yardımıyla C^* elde edilir.

Bu yöntemde, C için toplam küme varyansı (3.4) ve (3.3)'deki geçerli kümelerin ürünü olan $\{m_{1,\ldots}m_k\}$ ortalamalarıyla minimize edilmektedir. Daha sonra her bir gözlem (3.4) en yakın kümeye atanarak minimize edilir. Süreç atamalar değişmeyene kadar tekrarlanır (Koyuncugil, 2006).

Bu teknik; kolay kullanımı sayesinde oldukça üstündür. Ancak yöntemin eksiklikleri yani olumsuz yanları da vardır. Tekniğin en önemli özelliği olan küme sayısının en başta belirlenip, küme performansını etkilemesi bu yöntemin bir eksikliği olarak düşünülebilmektedir.

3.4.2. Aşamalı (Hierarchical) Kümeleme Analizi

Oluşturulan kümelerde amaç kümelerin birbirinden farklı olmasıdır ve bu grupların birbirlerinden farklı olmaları temel ölçü olarak belirlenmektedir. Bu yöntem ile oluşturulan kümeler birbirlerinden farklı olarak daha önce oluşturulan küme ile birleşmektedir.

Aşamalı kümele yönteminde 2 farklı strateji geliştirilmiştir. Bunlardan biri birleştirici(Agglomerative)(aşağıdan yukarıya) diğeri ayırıcı (divisive)(yukarıdan aşağıya)'dır.

Birleştirici (Agglomerative)(Aşağıdan-Yukarıya): Aşağıdan başlayarak en küçük benzeşmezliği sahip iki grup birleşerek bir üst grubu oluşturur. Böylece her bir üst grupta bir eksik küme oluşmaktadır.

Ayırıcı (Divisive) (Yukarıdan-Aşağıya): Yukarıdan başlayarak en büyük kümeler arası benzeşmez olan iki farklı küme üretilmek istenmektedir (Hastie ve diğerleri,2008).

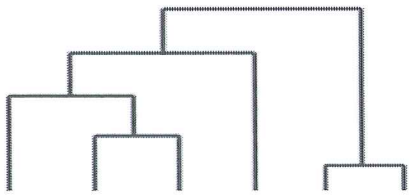
Hiyerarşinin her bir düzeyindeki veriler ayrık küme gözlemlerinde belirli bir grup veriyi temsil etmektedir. Tüm hiyerarşi, sıralı gruplar dizisini göstermektedir. Hangi seviyedeki gözlemlerin kendi içindeki gruplarda bulunan değerler, iki benzer seviyede farklı kümeye atanan değerler ile yakın olup olmadığını simgeleyen doğal kümeleme kararı kullanıcıya aittir. Tarif edilen açıklık istatistiği bu amaç için kullanılmaktadır.

Birleştirici ve ayırıcı yöntemler köklü ikili bir ağaç tarafından temsil edilebilmektedir. Ağacın düğümleri, kümeleri ifade etmektedir. Ağacın temel düğümü,

analize konu olan verilerin tamamını oluşturmaktadır. N terminal düğümleri kendi kendine hareket eden grupları simgelemektedir. Tüm terminal düğümlerinin, diğer olmayan düğümleri vardır. Bu yöntemde iki yavru düğüm, ana düğümün parçalanması ile iki kümeyi ifade etmektedir. Agglomerative kümelemede ise; yavru düğümler, ana düğümlerin birleşmesi sonucu iki grubu temsil eder.

Her iki yöntemde monotonluğa sahiptir. Yani birleştirilmiş kümelerdeki benzeşmezlik ile birleştirici düzey ile monoton bir şekilde artmaktadır. Bu sayede ikili ağaç çizilebilir ve sonuç olarak her ağaç düğümün mesafesi, iki yavru düğümün grup içi benzeşmezlik değeri ile aynı seviyede artıp azalabilmektedir. Ana düğümlerin temsil ettiği bağımsız gözlemlerin hepsi sıfır yükseklikte çizilebilmektedir. Bu tip grafiksel gösterime dendogram denilmektedir (Hastie ve diğerleri,2008).

Şekil 8. Dendogram



Kaynak: Koyuncugil A. S. 2006. Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı,*** Doktora Tezi, Ankara.

Hiyerarşik kümeleme yönteminin grafiksel olarak ve tam olarak betimlenmesi dendogram ile sağlanmaktadır (Koyuncugil, 2006). Ayrıca dendogram verinin grafiksel bir özeti olarak da nitelendirilebilmektedir. Ancak dendogram yorumlanırken çok dikkat edilmelidir. Farklı hiyerarşik yöntemler verilerde bir yandan küçük değişikliklere yol açarken diğer yandan farklı dendogramlara neden olabilmektedir (Hastie ve diğerleri, 2008).

3.4.3. Regresyon Analizi

Regresyon, sürekli sayısal bir değişkenin, aralarında doğrusal ya da doğrusal olmayan bir ilişki bulunduğu varsayılan diğer değişkenler yardımıyla tahmin edilmesini içeren bir istatistiksel yöntemdir (Wang, 2009). Regresyonun amacı tahmin için kullanılabilecek bir veri madenciliği modeli oluşturmaktır.

Doğrusal regresyon modeli;

Aralarında doğrusal ilişki bulunan bir bağımlı ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi çözümleyen regresyon analizi türüdür.

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + \varepsilon_i \qquad (3.5)$$

Y_i= Bağımlı değişken

X_i= Bağımsız değişken

b_0= Bağımlı değişken, doğrunun y eksenini kestiği nokta

b_1= Regresyon katsayısı, bağımsız değişkeni pozitif yönde etkileyen değer

e_i= Gözlemlenemeyen hata değeri

Regresyon analizinin amacı, veriden elde edilen bilgiye dayanarak gözlemlenemeyen b_0 ve b_1 değerleri için bir tahmin yapmaktır. Burada e_i hata değeri ihmal edilecek olursa, bir doğru denklemi meydana gelmektedir ve denklem;

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i \qquad (3.6)$$

şeklinde yazılmaktadır. Bu doğruda b_0, doğrunun dik ekseni kestiği nokta b_1 ise eğimi ifade etmektedir. Sonuç olarak regresyon analizi ile doğrusal doğrunun nasıl oluştuğu tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Regresyon analizi e_i hata değerinin sistematik bir özelliği olmadığını ve ortalama 0(sıfır)'a eşit olduğunu kabul etmektedir.

Çoklu Regresyon modeli;

Çoklu regresyon analizi birden fazla bağımsız değişenlerden yola çıkarak bağımlı değişkenin tahmin edilmesi ve hangi bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunun bulunması için kullanılmaktadır (Regresyon modellerinde n gözlem sayısını göstermekte, değişken sayısı genellikle p ya da k ile ifade edilmektedir).

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + \ldots\ldots\ldots\ldots + b_k X_{ki} + \varepsilon_i \qquad n>k \qquad (3.7)$$

i= 1,.....n ; j=1,.....k

i= Gözlem sayısı

j= Değişken sayısı

Y_i= Bağımlı değişken

X_i= Bağımsız değişken

b_0= Bağımlı değişken, doğrunun y eksenini kestiği nokta

b_1, b_2, b_3, b_k,= Regresyon katsayısı, bağımsız değişkenlerin etkisini gösteren katsayılar

e_i= Hata değeri

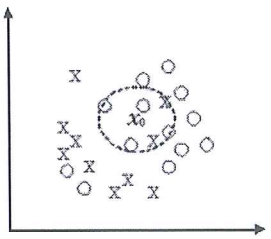
Burada artık bir doğrudan söz edilememektedir. (n) sayısı kadar boyut vardır ve çok boyutlu sistem dikkate alınmaktadır. Çoklu regresyon modeli X_{1i} , X_{2i} , ..., X_{ki} girdi değerlerine bağlı olarak Y_i değerinin tahmin edilmesi sağlanmaktadır. Modelde yer alan regresyon katsayıları, en küçük kareler yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır (Han ve Kamber, 2001).

3.4.4. K-En Yakın Komşuluk

K-en yakın komşuluk hafıza tabanlı bir yöntemdir. X_0 sorgu noktası verilmiş olsun, X_r, r=1,.....,k eğitim noktasına göre uzaklık olarak alındığında x_0'a en yakın olan bulunur ve k komşudan daha uzakta olana göre sınıflandırılır (Koyuncugil, 2006).

Aşağıdaki şekil incelendiğinde x_0 noktası, k- En yakın komşuluğuna göre O sınıfının elemanıdır.

Şekil 9. Xo Noktasının K- En Yakın Komşuluğu



Kaynak: Koyuncugil A. S. 2006. Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı,*** Doktora Tezi, Ankara.

İşlemlerin kolaylığı için niteliklerin reel değerli olduğu varsayılmaktadır ve nitelik uzay mesafesi olarak Öklid Mesafesi kullanılmaktadır.

$$d_i = \|x_i - x_o\| \qquad (3.8)$$

Niteliklerin hepsinin ortalaması 0 (sıfır), standart sapması ise 1 olacak şekilde standartlaştırılmaktadır. Bu sayede farklı birimlerden ölçümlerin hepsi bir arada değerlendirilebilmektedir (Hastie ve diğerleri, 2008).

3.4.5. Birliktelik (İlişki) Kuralları

Veri kümelerinde beklenen birliktelik dışında, farklı bilgilere dayanarak çıkarım yapılmasına olanak sağlayan birlikteliklerin tespit edilmesine birliktelik adı verilmektedir. Birliktelik Kuraları yeni nesil veri madenciliği tekniklerindendir.

Birliktelik, genelde market sepet analizinde kullanılmaktadır. Amaç; kümelerde tipik olarak birlikte olan ürünleri belirlemektir. Son dönemlerde ticari işletmelerde oldukça sık kullanılmaktadır.

Birliktelik kuralının amacı; $X=(x_1,x_2,x_3,.....x_p)$ değişkenlerinin ortak değerleri arasında en sık gerçekleşenleri bulmaktır. Genelde $X_l \in \{0,1\}$ iki değerli sepet market analizinde uygulanmaktadır. Değişkenler bir mağazada satılan tüm ürünler olarak belirlenir. i.gözleme göre, her bir X_l değerine elde edilen 2 değişkenden biri gönderilir. Eğer l. değer satıldı ise $x_{il}=1$, satılmadı ise $x_{il}=0$ olmaktadır.

S_j j. değişkenin mümkün olan bütün değerlerinin kümesini kapsadığı durumda, $s_j \subseteq S_j$ bu değerlerin bir alt kümesi olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımda amacımız $s_1,s_2,.....s_p$,'nin alt kümelerini bulmaktır. Tüm değerleri kendi grupları içinde aynı zamanda meydana gelme durumu;

$$\Pr[\cap_{j=1}^{p}(X_j \in S_j)] \tag{3.9}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Alt kümelerin kesişimi $\cap_{j=1}^{p}(X_j \in S_j)$ şeklindedir. Nicel değerler ise, s_j alt grubu şeklindedir. Nicel değerler s_j alt grubu birleşik aralıksızdır, nitel değişkenlere göre alt sınıflar çok açık bir şekilde belirtilmektedir. Eğer $S_j=S$ ise, X_j değişkeni (3.9) kuralına uygulanmamalıdır (Hastie ve diğerleri,2008).

3.4.6. Karar Ağaçları

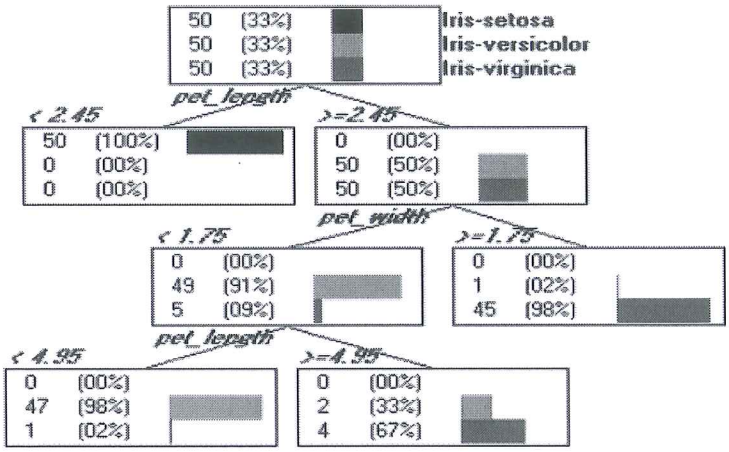
1970'li yılların sonunda ve 1980'li yılların başında, makine öğrenme üzerine çalışan J. Ross Quinlan, ID3 (Iteratif Dichotomiser) şeklinde adlandırılan bir karar ağacı algoritması geliştirmiştir (Alan,2014). 1984 yılında, bir grup istatistikçiler (L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen ve C Tas) ikili karar ağaçlarını açıklayan Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) adlı bir kitap yayınlamışlardır. ID3 ve CART birbirinden bağımsız olarak ama aynı zaman icat edilmiştir. Bu durum karar ağaçlarının öğrenme açısından

benzer bir yaklaşım içinde olduğunu göstermektedir. Amaç; elde edilen değişkenleri parçalayarak bir ağaç mekanizması oluşturmaktır (Han ve Kamber,2001).

Karar Ağaçları yöntemlerinde, her biri birbirinden farklı olan algoritmalar bulunmaktadır; ama asıl amaç, hedef değişkenin tahmin edilecek değişkenlere göre segmente edilmesidir (Koyuncugil,2006).

Karar ağacı ileriye dönük tahmine dayanmaktadır. Ağacın dallarının hepsi bir sınıflandırmanın sorusu, yaprakları ise tüm verinin elemanları olmaktadır. Aşağıda herhangi bir karar ağacı şekli verilmiştir (Koyuncugil,2006).

Şekil 10. Karar Ağacı



Kaynak: Koyuncugil A. S. 2006. Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı,*** Doktora Tezi, Ankara.

Karar ağaçlarında kullanılan temel algoritma yapısının adımları aşağıdaki gibidir (Han ve Kamber,2001).

1) İlk başta her adım ağaç kökünde birikmektedir.
2) Eğer verilerin hepsi aynı grupta ise; düğüm yaprak olmaktadır.
3) Bu durumun (2. Adım) tersi olur ise, örneklemler olması gerekenden farklı gruba girmektedir. Böyle bir durum ancak test edilerek belirlenmekte ve bölümlenme durumu ortaya çıkmaktadır.
4) Bu yöntemde kategorik veriler kullanılmalıdır. Sürekli değişkenlerin kesikli değişkene çevrilmesi istenmektedir.
5) Ağaçlarda oluşturulan dal her bir test değişkeni için kurulmaktadır.

6) Örneklemin bölündüğü durumlarda algoritma hiç değişmez ve her seferinde aynı kalmaktadır.
7) Bölünme durumu bir aşamadan sonra durmalıdır. Bölünmenin durması için bazı durumlar gerçekleştirilmelidir,

- Herhangi bir düğümde olan örneklemler aynı grupta ise,
- Herhangi bir başka değişken bölünme için kalmadıysa,
- Ağaçta hiç örneklem bulunamadıysa.

Günümüzde karar ağaçları birçok değişik amaçla kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Bireylerin daha önce kullanmış oldukları kredi ve kredi durumunu inceleyerek gelecek için tahminlerde bulunma,
- Bireylerin eski performanslarını inceleyerek onlar hakkında fikir sahibi olma,
- Tıbbi kayıtlara bakılarak hastaların şimdiki ve gelecekteki sağlık durumlarını yorumlama,
- Ticari bir işletmede ürünlerden hangilerinin daha iyi sattığı veya nelerin satışı etkilediğini belirleme,
- Fabrikalarda üretim bantlarında oluşan hataların sebeplerini belirleyebilme ve hangi değişkenlerin bu ve bu gibi sorunlara neden olduğunu belirlemek için kullanılabilmektedir.

Karar ağaçlarında kullanılan farklı algoritmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları; C4.5, CHAID, CART, ID3'tür.

Bu algoritmalar temelde birbirlerine benzemelerine rağmen aralarında ciddi farklılıklar bulunmaktadır.

- ***C4.5 ve ID3:*** 1970 'li yılların bitiminde doğru J. Ross Quinlan tarafından ID3 karar ağacı algoritması kullanılmaya başlanmıştır. İlk başlarda tavla ve oyun stratejilerinde kullanılan algoritma zamanlar sanayi ve akademi alanlarında kullanıldıkça gelişmeye başlamıştır. ID3 lerde kazanç; enformasyon farkını bulmaktır; parçalanmadan önce ve sonra hatasız bir fikir üretebilme adına belli bir bilgi birikimi bilinmelidir. Kazanç; asıl-ilk belirsizliği en son gerçekleşen bölünme

aşamalarının toplam entropiler (belirsizlik) ile arasındaki farktır (Koyuncugil,2006). ID3 zamanla gelişerek C4.5 adını almıştır. C4.5'in ID3'den farkları aşağıdaki gibidir:

- ✓ Bulunamayan veriye ait tahmini değerler yıllardır tercih edilmektedir.
- ✓ Sürekli olan değişkenler, tahminlerde tercih edilmektedir.
- ✓ Budama yapılmaktadır.
- ✓ Sonuçlara göre belli çıkarımlar yapılmaktadır.

- ***CART:*** CART, Breiman ve diğerlerinin 1984 yılındaki çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Sınıflandırma ve regresyon yöntemlerinde sıkça çözüm odaklı kullanılan CART, sayısal ve nominal veriler ile rahatlıkla çalışabilmektedir. Ayrıca girdi değişkeni olarak kabul görmektedir. CART karar ağaçlarının bölünebilme özelliği ikilidir. CART'ın çalışma prensipleri arasında herhangi bir durma kuralı bulunmamaktadır. Çalışmanın her kısmında rahatlıkla bölünebilmektedir. Bölünürken dallanma şekli olarak Gini ve Entropy ölçümlerini kullanılmaktadır. Son aşamada bölünme artık devam etmeyecek ise; bu durumda en aşağıdan yukarıya doğru budama dediğimiz yöntem gerçekleşmektedir. Budama işlemleri sırasında en fazla başarılı olabilecek olan karar ağacına karar vermek için her seferinde yapılan bölünme sonucunda bağımsız olan bir test değerine göre karar verilmektedir. (Çalış ve diğerleri,2014).

- ***CHAID:*** CHAID, CART'ın kullanılmadığı durumlarda oldukça sık kullanılmaktadır. CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector; Ki-Kare Otomatik Etkileşim Dedektörü) en ideal bölünmeleri gerçekleştirebilmek için Ki-Kare yöntemini tercih etmektedir. CHAID, bölümlendirme aşamasında oldukça başarılı bir yöntemdir. Elde edilen tüm ön kestirici olabilecek değişkenlerin hepsini bir arada inceleyebilme özelliği bulunmaktadır. Amaç değişkenini veya amaç değişkeni ile ilgili aynı türde olan bağımlı değişkenler aynı/yakın özelliklerine göre birleştirilmektedir. Yani aynı özellikteki değişkenler bir arada olmaktadır. Fakat diğer tüm değişkenler ise farklı olan özelliklerine göre değerlendirilmektedir. Daha sonra karar ağacının ilk başlama şekline göre en başarılı ön kestirici belirlenip, seçilen düğümleri aynı özelliklerine göre bir küme yaratması beklenmektedir. Bu

zaman zarfında oluşturulan ağaç tam olarak büyüyene kadar devam etmektedir. CHAID' de tercih edilen istatistiksel test, hedef değişkenin ölçülebilir seviyesi ile doğru orantılıdır (Oğuzlar,2004).

CHAID ile diğer yöntemlerin en belirgin farkı ağaç türetimidir. Yukarıda bahsedilen diğer yöntemlerde ikili ağaç türetilirken, CHAID'de ikili olmayan çoklu ağaçlar türetilmektedir (Berson ve diğerleri,1999).

3.4.7. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları yeni nesil veri madenciliği yöntemlerindendir. Diğer veri madenciliği yöntemlerinin yetersiz olduğu durumlarda kolaylıkla çözüm bulabilmektedir. (Koyuncugil,2006).

Yapay sinir ağları, oluşturulurken insan beyni formu baz alınarak ortaya çıkarılmıştır (Berson ve diğerleri, 1999).

Yapay sinir ağlarının asıl amacı biyolojik sinir sisteminin çalışma prensibini entegre etmektir. Entegre edilen yapay sinir ağları hücrelerinin içerisinde nöronlar bulunmakta ve farklı yollar ile nöronlar eşleşerek, kendi ağlarını oluşturmaktadırlar (Sarıkaya,2014).

Bir sinir ağının temel yapı taşı nörondur. Her nöron iki bölümden oluşmaktadır. Net fonksiyon ve aktivasyon fonksiyonu. Net fonksiyon, ağ girişlerinin nöron içinde nasıl birleştirildiğini belirlemektedir. 3 tip nöron vardır. Bunlar girdi katmanı, gizli katman ve çıkış katmanıdır (Zoric,2016)

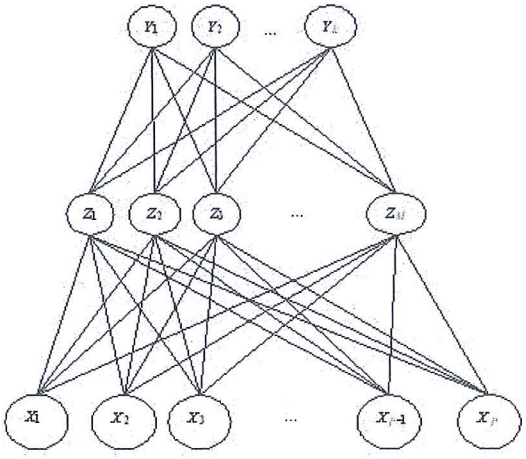
Girdi katmanı modeldeki ilk katmandır. Modele girecek olan verilerin modele alınmasını sağlamaktadır. Girdi katmanındaki her bir şekil bir değişkeni ifade etmektedir. İstatistiksel olarak veri grubundaki bağımsız değişkenler girdi katmanı olarak adlandırılmaktadır. Çıktı katmanı ise son katmandır. Çıktı katmanı, doğrusal veya doğrusal olmayan dönüşümler ile alakalıdır ve bu dönüşüme aktivasyon fonksiyonu denilmektedir. İstatistiksel olarak bağımlı değişken olarak adlandırılmaktadır. Gizli katmanlar ise; modelde girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında yer almaktadır. Gizli katmanın dışarı ile

bir bağlantısı bulunmamaktadır. Biyolojik olarak açıklanacak olursa, gizli katman girdi katmanındaki sinyali alıp çıktı katmanına iletilmektedir (Zoric, 2006).

Gizli katmandaki, gizli nöronlarının sayısı dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Oluşturulan ağın genişliğinin bilinmesi, ağın performansının tanımlanması bakımından oldukça hassas bir konudur. Gizli nöronların ve katmanlarının sayılarının değişmesi yani azalıp-artması, oluşturulan ağın yapısında etkilemektedir. Yani ağ daha anlaşılabilmekte veya daha karmaşıklaşabilmektedir (Küçükocaoğlu,2009).

Yapay sinir ağları genelde ağ diyagramı ile temsil edilen, iki aşamalı regresyon ve sınıflandırma modelidir (Koyuncugil,2006). Bu ağ hem regresyonda hem de sınıflandırmada kullanılabilmektedir.

Şekil 11. Yapay Sinir Ağı Yapısı



Kaynak: Friedman, J., Hastie, T., ve Tibshirani, R. 2001. ***The elements of statistical learning*** (Vol. 1). Berlin: Springer

Şekil 11'deki model bir gizli katmanlı, ileri beslemeli yapay sinir ağıdır.

Basit istatistik modeller ile ileriye dönük tahmin yapabilmek için klasik regresyon modeli kullanılabilmektedir. Ancak klasik regresyon modeli hem doğrusal bir model olmakta hem de normallik şartı aranmaktadır. Ayrıca klasik regresyon modeli ile veri açısından sadece nicel verilerle çalışılabilmektedir. Yapay sinir ağlarında ise; hem doğrusal olmayan hem de ihtiyaç halinde farklı yöntemlerde kullanılabilecek olan nitel veriler ile de

modelleme yapmak mümkün olmaktadır. Yapay sinir ağları hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modelleme yöntemidir.

Regresyon kullanımında;

Regresyon için Z=1 olur iken tek bir çıktı olarak Y_1 olur. Z-sınıflı sınıflandırma için, z. değişkenin z grubunun oluşması ihtimaline göre en üstte z değeri oluşur. Y_z z=1,2,...Z olduğu durumda z. grubu değişkenler için bir 0-1 şeklinde kodlanmış Z amaç fonksiyonu bulunmaktadır (Hastie ve diğerleri,2008).

Türetilen H_m girdilerin doğrusal kombinasyonu olarak yaratılır ve ardından hedef Y_z, H_m 'nin

$$H_m = \sigma(\alpha_{0m} + \alpha_m^T X), m = 1, \ldots\ldots M \quad (3.10)$$

$$T_z = \beta_{0z} + \beta_z^T Z, z = 1, \ldots\ldots Z \quad (3.11)$$

$$f_z(x) = g_z(T), z = 1, \ldots\ldots, K \quad (3.12)$$

$H=(H_1,H_2,\ldots\ldots,H_m)$ ve $T=(T_1,\ldots\ldots T_m)$ olmak üzere, doğrusal kombinasyonlarının fonksiyonu olarak modellenmektedir (Hastie ve diğerleri, 2008).

3.4.8. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar, evrimsel biyoloji fikirlerine dayanan sezgisel arama teknikleridir. Temel fikir, kromozomları temsil etmek (genellikle ikili dize olarak kodlanmış) ve kromozomlardan elde edilen yeni yavru kromozomlar ile kromozom nüfuslarını evrimleştirmektir. Sadece belli sayıdaki ve limitteki kromozomlar nesilden nesille aktarılabilmektedir (Hand ve diğerleri,2004).

Genel olarak, genetik algoritmalar öğrenme ile başlamaktadır. İlk popülasyon rasgele oluşturulmuş kurallardan oluşturulmakta ve her kural bir dize ile temsil edilebilmektedir. Sınıflar benzer bir şekilde kodlanmaktadır. Uygun olanın hayatta kalması kavramına dayanarak, yeni bir nüfus, tıpkı yavru kromozomlar için oluşturulan kurallar gibi uygunluk kuralına (uygunluk değeri daha yüksek olan) göre oluşturulmaktadır. Yavru kromozomlar çaprazlama ve mutasyon sonucunda oluşmaktadır. Çaprazlamada ana kromozomların yerleri değiştirilerek yavru kromozomlar üretilmektedir. Böylece uygunluğu yüksek olan yavru kromozomlar üretilebilir. Mutasyonda ise; kromozomların rastgele seçilen genleri veya genleri oluşturan en küçük birimleri üzerinde değişiklik yapılabilmektedir. Genetik algoritmalar diğer optimizasyon problemlerinde olduğu gibi

kolayca paralel eştirilebilir ve sınıflandırılabilmektedir. Veri madenciliğinde, diğer algoritmaların uygunluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır (Han ve Kamber,2001).

3.5. Ampirik Çalışmalar

Günümüzde veri madenciliği eğitim, ticaret, mühendislik, bankacılık, finans, tıp ve telekomünikasyon alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tezde bankacılık ve finans alanlarında yapılan ve bu teze katkısı bulunan ulusal ve uluslararası ampirik çalışmalar incelenmiştir.

1997 yılında Stefansowki ve Wilk'in yapmış oldukları çalışmalarında, geçmiş dönemlerde bankacılık sektöründe kredi kullanan müşterilerin davranışları incelenmiştir. Çalışmanın amacı; daha önce kredi kullanan müşterilerin davranışlarından kimlerin geri ödemede sorun yaşayabileceğini, kimlerin ise kredi geri ödemesinin temerrütte düşeceğini belirlemektir. Bunu belirlemek için veri madenciliği yöntemleri ile bir model oluşturulmuştur (Stefansowki ve Wilk, 1997).

2001 yılında Vojinovic ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, veri madenciliği tekniklerinden yapay sinir ağları modeli ile 360 deneme sonucunda döviz kuru ve faiz oranları başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir (Vojinovic ve diğerleri, 2001).

2003 yılında Jacobsan ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, İsviçre'de Eylül 1994 ile Ağustos 1995 tarihleri arasında tüketici kredisine başvuran 13.338 kişinin finansal ve kişisel bilgilerini incelenerek, kredi kullanımı için ret veya kabul etme durumu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda oluşturulan portföy, eşit sayıda oluşan etkin bir portföyle karşılaştırıldığında, portföyde yer alan tüketici sayısının kredi geri ödememe riski ile ilişkisi olmadığına karar verilmiştir. Bulunan diğer bir sonuç ise veri madenciliği yöntemlerinden iki değişkenli probit model kullanılarak oluşturulan portföy ile kredi geri ödememe riskinin %80 azaltılabildiğidir (Jacobsan ve diğerleri, 2003).

2003 yılında Parman'ın doktora tezinde, özel bir bankanın müşterileri incelenmiştir. Çalışmada kredi kartı harcama özelliklerine göre müşteri portföyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bankanın 1704 kredi kartı kullanıcısının risk değerlendirmesi diskriminant analizi ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda veri madenciliği yöntemi ile bankanın gold ve

klasik kart kullanan kullanıcı portföylerinin, harcama özelliklerine göre, birbirinden ayrılabildiği belirlenmiştir (Parman, 2003).

2005 yılında Apoteker ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, gelişmekte olan piyasaların verileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı veri madenciliği yöntemi ile oluşabilecek krizleri önceden belirleyebilecek bir model oluşturmaktır. Çalışmanın sonucunda finansal krizleri belirleyebilecek 9 adet uyarıcı değişkeni bulunmuştur (Apoteker, 2005).

2006 yılında Koyuncugil'in doktora tezinde, bulanık veri madenciliği yöntemi ile sermaye piyasalarında oluşabilecek manipülasyonları belirleyen erken uyarı sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemi İMKB hisse senetleri üzerinde kullanarak sistemin başarılı bir şekilde çalıştığı gösterilmiştir (Koyuncugil, 2006).

2006 yılında Lai ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, Ocak 2001-Aralık-2004 tarihleri arasında Şangay borsasından rastgele seçilmiş 100 şirketin hisse senetleri kullanılarak genetik algoritmalar yöntemi ile optimal portföyler oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda veri madenciliği tekniklerinden genetik algoritma yöntemi ile optimal bir portföy oluşturulabileceğine karar verilmiştir (Lai ve diğerleri, 2006).

2006 yılında Lin ve Lui'nun yapmış oldukları çalışmalarında, 1997-2000 yılı arasında Tayvan borsasındaki yatırım fonlarını kullanarak minimum işlem lotu ile optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda bulanık çok amaçlı karar verme yaklaşımı algoritması ile etkin sınıra çok yakın bir portföy oluşturulabileceğine karar verilmiştir (Lin ve Lui, 2006).

2006 yılında Oh ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, optimal portföye ulaşmak için endeks fonlarının olması gereken ağırlıkları genetik algoritmalar ile karar verilmiştir. Kısa dönemli uygulamalarda oluşturdukları portföyün performansının üstün olduğu belirlenmiştir (Oh ve diğerleri, 2006).

2007 yılında Çelik ve Karatepe tarafından, Türkiye Merkez Bankası verileri kullanarak Türk bankaları üzerine yapılan çalışmada, yapay sinir ağları modeli ile bankacılık krizinin önceden tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Çelik ve Karatepe, 2007).

2008 yılında Koyuncugil ve Özgülbaş'ın yapmış oldukları çalışmalarında, 2000-2005 yılları arasında işlem gören şirketlerden 697 adet KOBİ verileriyle CHAID Karar Ağaçları Algoritması ile finansal veriler incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda Veri Madenciliği yöntemlerinden CHAID Kara Ağaçları uygulaması ile portföy performansının arttırılabileceği belirlenmiştir(Koyuncugil ve Özgülbaş,2008).

2009 yılında Ata ve Seyrek'in yapmış oldukları çalışmalarında, 2005 yılında Borsa İstanbul'da yer alan 100 şirketin mali tabloları incelenmiştir. Veri madenciliği tekniklerinden yapay sinir ağları ve karar ağacı modelleri ile hileli finansal tabloların bulunabileceği belirlenmiştir (Ata ve Seyrek, 2009).

2011 yılında Enke ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, 3 aşamalı borsa tahmin sistemi geliştirilmiştir. İlk aşamada çoklu regresyon modeli ile anlamlı olan ekonomik ve finansal veriler tanımlanmıştır. İkinci aşamada differansiyel gelişim tabanlı 2. tip bulanık kümeleme yöntemi ile tahmin yöntemi geliştirilmiştir. Üçüncü aşamada ise yapay sinir ağları ile hisse senedi tahmini yapılmıştır. Çalışma sonucunda bulunan tahminlerin geleneksel modellere göre performanslarının daha iyi olduğu belirlenmiştir (Enke ve diğerleri, 2011).

2011 yılında Joseph ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, 2007-2009 yılları arasında Amerikan Hazine Bonosu verileri ile yapılmış olan analiz sonucunda; ekonomik resesyon dönemlerinde faiz oranı tahminin, yapay sinir ağı modeli ile çoklu regresyon modelinden daha etkili sonuçlar bulduğu görülmüştür (Joseph ve diğerleri, 2011).

2012 yılında Stepanek ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, genetik algoritma simülasyonu ile hisse senedi yatırımcılarının davranışsal hareketleri açıklanmıştır. Çalışmada, yatırımcıların davranışlarını etkileyen farklı psikolojik etkenler simülasyona sokularak güncel veriler ile analiz yapabilen bir model oluşturulmuştur. Bu

model, her yatırımcının davranışlarının hisse senedi yatırımı üzerindeki etkisini her gün güncel veriler ile güncelleyebilmektedir (Stepanek ve diğerleri, 2012).

2013 yılında Chai ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, bulanık zaman serileri ve genetik algoritmaya dayalı bir hibrid model oluşturulmuştur. TAIEX (Taiwan Stock Exchange Weighted index) indeksi veri seti olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda genetik algoritmaya dayalı modelin geleneksel bulanık zaman serileri modeline göre ortalama hata değerinin daha küçük olduğu görülmüştür (Chai ve diğerleri, 2013).

2013 yılında Liao ve Chou tarafından, Tayvan ve Çin hisse senedi piyasaları verileri, veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme analizi ile incelenmiştir. 30 ayrı kategorideki hisse senetleri kümeleme analizi sonucunda gözlemlenmiştir. Gelecekte oluşturulacak portföyler için kümeleme analizinin yol gösterebileceğine karar verilmiştir (Liao ve Chou, 2013).

2014 yılında Sarıkaya tarafından, BİST Ulusal-100 endeksi 2005 -2012 arası aylık kapanış fiyatları kullanılarak hem yapay sinir ağları modeli ile hem de kübik regresyon modeli ile 2013 yılı BİST Ulusal- 100 endeksi Matlab programı yardımı ile tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda yapay sinir ağları modelinin, kübik regresyon modeline göre gerçekleşen fiyatları daha iyi yansıttığı belirlenmiştir (Sarıkaya, 2014).

2015 yılında Falat ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, Ekim 2003-Ekim 2013 yılları arasında EUR/GBP günlük parite verileri kullanılmıştır. Çalışmanın amacı; zaman serileri tahmin modeline alternatif modeller geliştirmektir. Çalışma süresince sırasıyla ARCH, GARCH ve klasik istatistiksel modelleri kullanılmıştır. En sonunda yapay sinir ağları modeli ile daha mantıklı ve kabul edilebilir ekonomik modeller oluşturulmuştur (Falat, 2015).

2015 yılında Sakakibara ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, yatırım fonlarının nasıl gruplanması gerektiği araştırılmıştır. Araştırma sırasında TOPIX endeksi (Tokyo Stock Exchange) ve NIKKEI 225 endeksinden toplam 551 endeks baz alınmıştır. Önceki çalışmalarda yatırım fonlarının tarihsel performanslarına göre kümelenmesi

gerektiği savunulurken bu çalışmada yatırım fonlarının, yatırım benzerliklerine göre kümelenmesi gerektiği savunulmuştur (Sakakibara, 2015).

2015 yılında Zeren ve Bayğın'ın yapmış oldukları çalışmalarında, Ocak 2010-Haziran 2013 tarihleri arasında yer alan 42 adet aylık veri ile Matlab programında analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda oluşturulan portföy, maksimum getiri ve minimum risk durumunda yaklaşık performansı %210 artarken, maksimum risk ve minimum getiri durumunda ise performansı %20 olmaktadır. Ayrıca optimal bir portföy oluşturmak için, portföyde 18 adet hisse senedi olması gerektiği belirtilmiştir (Zeren ve Bayğın,2015).

2016 yılında Azayite ve Archchab'ın yapmış oldukları çalışmalarında, portföy risk tahmini için yapay sinir ağları ve diskriminant analizi karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağları modellerinden geri yayılım ağı tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda yapay sinir ağları modelinin sonuçlarının diskriminant analizine göre hem daha iyi sonuçlar verdiği hem de yatırımcılar açısından firmaların riskini belirleme açısından daha avantajlı olduğu belirlenmiştir (Azayite ve Archchab, 2016).

2016 yılında Bini ve Mathew'in yapmış oldukları çalışmalarında, 2015 yılı National Stock Exchange'in (NSE) 6 aylık günlük verileri kullanılarak farklı veri madenciliği yöntemleri ile karlı yatırımlara karar verilmeye çalışılmıştır. Çalışmada k-ortalama kümeleme yönteminin, hiyerarşik kümeleme yöntemine göre performansı daha iyi bulunmuştur. Ayrıca çalışmadaki kümelenmiş hisse senetlerine çoklu regresyon modeli uygulandığında, gelecek değerlerin tahmin edilebildiği sonucuna varılmıştır (Bini ve Mathew, 2016).

2016 yılında Hejazi ve Jacksen'ın yapmış oldukları çalışmalarında, etkin bir mesafe fonksiyonu bulmak için; yapay sinir ağları metodu ile klasik mekânsal enterpolasyon planı karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda yapay sinir ağları metodunun performansının daha üstün olduğu saptanmıştır (Hejazi ve Jaksen, 2016).

2016 yılında Mishra ve diğerlerinin yapmış oldukları çalışmalarında, yeni bir tahmine dayalı ortalama-varyans (PBMV'nin) modeli, kısıtlı portföy optimizasyon sorununu çözmek için, geleneksel Markowitz ortalama-varyans modellide soruna alternatif

olarak öne sürülmüştür. Önerilen model, gelecekte beklenen getirileri düşük olan karmaşık sezgisel bir fonksiyonel yapay sinir ağı (HFLANN) modeli ve portföy optimizasyonu evrimsel algoritmaları (MOEAs) kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma sonucunda önerilen PBMV modelinin Markowitz modeline oldukça benzediği görülmektedir. Aynı zamanda PBMV modeli daha iyi Pareto çözümleri ve çeşitliliğinin korunmasını sağlamaktadır. Simülasyon sonucunda bakıldığında ise, çok amaçlı parçacık sürüsü optimizasyonun (SR-MOPSO) PBMV modeline dayandığı görülmektedir ve en iyi Pareto çözümlerini sunmaktadır (Mishra,2016).

Literatürde görüldüğü üzere veri madenciliği ile ilgi finansal ve bankacılık alanında yapılmış olan çalışmalar genellikle bankacılık verileri üzerinedir. Optimal bir portföy oluşturmak üzerine çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu tezin temel konusu olan veri madenciliği ile yapılmış akıllı fon portföy optimizasyonu üzerine bir çalışma hem yurt içi hem de yurtdışı literatürde bulunamamıştır.

BÖLÜM IV. METODOLOJİ

4.1. Amaç

Bu tezin amacı veri madenciliğine dayalı akıllı fon portföy optimizasyon modelini oluşturmaktır.

Finansal piyasalar para ve sermaye piyasası sistemi üzerine kurulmuştur. Para piyasasında oluşturulan bankacılık sisteminde, kredi mevduatı veya birikimler değerlendirilirken sermaye piyasasında olduğu kadar, çok fazla bilgiye ihtiyaç yoktur. Sermaye piyasaları etkin piyasalar hipotezinde olduğu gibi rastgeleliğe sahiptir. Ayrıca sermaye piyasası yatırımcıları, yatırımlarını değerlendirirken ve karar verirken çok fazla parametreyi ve bilgiyi analiz etmesi gerekmektedir. Yatırımcıların, bu çok sayıda verinin içerisinden riski ve karı birlikte değerlendirmeleri ya da aralarındaki ilişkiyi analiz etmeleri oldukça zordur. Özellikle ülkemizde olduğu gibi; finansal okur yazarlılığın ya da finansal analizleri yapabilecek kişilerin bilgi birikiminin düşük olduğu ülkelerde, yatırımcıların bu analizleri yapabilecek kapasiteleri bulunmamaktadır. Bunun yanında yatırımcıların portföy optimizasyonunda kullanabilecekleri mevcut akıllı bir model de bulunmamaktadır. Bahsedilen bu sorun alanları bu tezin amacının bir portföy optimizasyonu modeli geliştirilmesi olarak belirlenmesinin temel nedenidir.

Oluşturulan modelin, tahmin ettiği getiri ile gerçekleşen getiri arasında bir ilişkinin varlığı korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Regresyon katsayısı ile de, tahmin edilen getiri değerinin ne kadarlık bir kısmının getiriyi oluşturan bileşenler tarafından açıklandığı kontrol edilmiştir. Geliştirilen modelin doğruluğunu göstermek amacıyla modelin test edilmesi ve getiri ile risk açısından en uygun portföyün tanımladığının gösterilmesi amaçlanmıştır.

Bu tezde geliştirilen modelin akıllı bir sistem olması da hedeflenmiştir. Modelin akıllı bir sistem olması; sistemin birçok veriye anında ulaşabilmesine, değişkenlerin aynı anda birbiri ile ilişki kurup analiz edilebilmesine, yeni veriler kullanıldığında kendi kendini güncelleyebilmesine, kullanım kolaylığına ve erken uyarı özelliklerine sahip olmasını sağlamaktadır.

Ayrıca bu tezde, modelin akıllı bir sistem gereği olarak, sistemin otomatik güncellemeyi içerecek biçimde iş akış diyagramı oluşturulmuştur. Bu sistemin iş akış diyagramı ile bir algoritmaya ve yazılıma dönüştürülmesi durumunda veriler güncelleştikçe, sistemin arkasında çalışan model otomatik olarak güncellenecek ve yeni modele göre tahminler yapılabilecektir. Oluşturulacak olan yazılım ile finansal okur yazarlılığı olmayan yatırımcılar bile, kendileri için en optimal portföyü oluşturabileceklerdir.

Oluşturulan sistem, fon optimizasyon modelini kendi kendine güncelleyebilmektedir. Sistem'in bu özelliğinin, uygulama alanında yaygın kullanıma imkan vermesi beklenmektedir.

4.2. Tezin Önemi

Literatürde akıllı bir fon portföy optimizasyon modeli bulunamamıştır. Bu tezde oluşturulan model ile hem literatürde ve hem de piyasada kullanım alanı açısından bir eksikliği giderecek özgün bir çalışma ortaya konulmuştur.

Oluşturulan optimal sistem; yatırımcıların oluşturacakları fon portföylerinden minimum riskle maksimum getiri elde edebilmektedir. Bu sayede de, optimal sistemin hem literatüre hem de uygulamacılara önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Sermaye piyasalarında optimal modellerin kullanılması ile fon kullanıcılarının sayısının arttırılması ve sermaye piyasasının temel işlevi olan " sermayenin tabana yayılması" ilkesinin sağlanması mümkün olabilmektedir. Bu modelin yaygın kullanılması finansal bilgi düzeyi düşük olan yatırımcıların yatırım yapmasını kolaylaştırabileceğinden dolayı önem taşımaktadır.

Tezin diğer bir önemi ise ülkemizde fon piyasası alanında faaliyet gösteren kuruluşların etkinliğinin arttırabilmesidir. Eğer sistem ileride iş akış diyagramı ile bir algoritmaya dökülebilir ise; hem finansal bilgi düzeyi düşük olan yatırımcılar, hem de finansal analiz yapabilecek seviyedeki kişiler, sistemi rahatlıkla kullanabileceklerdir.

Bu çalışmada hem finansal bilgi düzeyi düşük ve hem de finansal bilgi birikimine sahip olan kişilerin kullanabileceği, kendi kendini güncelleyen bir sistem oluşturulmuştur. Piyasalarda herhangi bir kırılganlık olduğu veya finansal kriz riski çıktığı zaman modelin yapıldığı zamandan daha farklı veriler ile analiz yapılması gerekmektedir. Böyle bir durum oluştuğunda, bu tezde oluşturulan akıllı sistem sayesinde model kendi kendini güncelleyebilecektir. Sistemin akıllı bir sistem olması, ileriki dönemlerde de değişen veriler ile geçerli sonuçlar üretmeye devam etmesini sağlayacak ve kullanım dışı kalmasına engel olacaktır. Bu tezin en önemli kısmı; herhangi bir kriz döneminde de, bu tezde oluşturulan akıllı sistem sayesinde model kendi kendini güncelleyebilecek ve bu dönemde, kullanıcılarına riskten kaçınma veya korunma (hedge) sağlayabilecektir.

4.3. Evren ve Örneklem

Bu çalışmada portföylerin getirilerinin karşılaştırılabilirliliğini sağlamak amacıyla verilerin hepsinin aynı gün başlamasına dikkat edilmiştir. Bu kriter dikkate alındığında, 2001-2014 yıllarından elde edilen veriler arasından 2010-2014 yılları arasındaki günlük fon portföy birim pay değerleri kullanılmıştır. Birim pay değerleri üzerinden fon portföy getirileri hesaplanmıştır. Portföyleri oluşturan bileşenlerin, portföyde yer alan ağırlıklarına göre getirileri bulunmuştur. Yapılan analizler, portföy getirisi ve portföyde yer alan bileşenlerin getirileri ile yapılmıştır. Verilerin karşılaştırılabilirliliğini sağlamak için örneklem çekilmemiş (kitle kullanılmış) 01.01.2010 - 31.12.2014 tarihleri arasındaki tüm veriler kullanılmıştır; çünkü 01.01.2010 - 31.12.2014 tarihinden önceki veriler aynı tarihte başlamamaktadır. Kitle büyüklüğümüz (N) 511.930' dur.

4.4. Veri Kaynakları

Bu tezde kullanılan veriler, günlük yatırım fon portföyü birim pay değerlerinden oluşmaktadır. Tezin analiz kısmında kullanılan veriler Sermaye Piyasası Kurulu web sayfasından elde edilmiştir (www.spk.gov.tr).

4.5. Sınırlılıklar

Fon portföy getirilerinin karşılaştırılabilirliliği için verilerin hepsinin aynı gün başlamasına dikkat edilmiştir. Bu yüzden; 01.01.2010 tarihinden önce başlayan veriler, veri setinden çıkarılmıştır. 01.01.2010-31.12.2014 tarihleri arasındaki günlük fon portföy birim pay değerleri kullanılmıştır. Her bir fonun birim pay değeri üzerinden getirisi

hesaplanmıştır. Getiri hesaplanırken riske göre düzeltilmiş getiri yerine, benzer dönemlerde aynı koşullar olduğu için cari getiri dikkate alınmıştır. Daha sonra her bir fonu oluşturan bileşenlerde (hisse senedi, kamu borçlanma senedi, ters repo, borsa para piyasası, yabancı menkul kıymet, diğer) ağırlıklarına göre ayrıştırılıp, birim pay değerleri üzerinden getirileri bulunmuştur. Böylece günlük fon portföy getiri değerleri ile, bu fonları oluşturan bileşenlerin günlük getirileri hesaplanmıştır. Veri setinde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hepsi günlük getirilerden oluşmaktadır ve analizin bundan sonraki kısmında hesaplamalar getiri üzerinden yapılmıştır.

Bu tezde finansal okuryazarlılığı olmayan yatırımcıların bile rahatlıkla kullanabilecekleri bir model geliştirmek amaçlandığı için, model oluşturulurken makro değişkenler ve fon yöneticisinin davranışsal yaklaşımları modelin kapsamında yer almamıştır. Bu tezin amacı; portföy yöneticisi gibi profesyonellere değil, finansal okur yazarlığı olmayan yatırımcılara kendileri için bir portföy oluşturabilmelerini sağlamaktır. Finansal okuryazarlılığı olmayan yatırımcıların dikkate aldıkları sadece iki değişken vardır. Bu iki değişken de getiri ve risktir. Bireysel yatırımcılar için, hangi değişkenlerin modelde olduğunun veya fon portföy yöneticisinin davranışının nasıl olduğunun hiçbir önemi yoktur. Yatırımcılar, sadece kendi beklentilerini karşılayan bir portföyü dikkate alırlar. Ayrıca model oluşturulurken getirilere dikkate edilmiş, risk durumu ise model oluşturulduktan sonra değerlendirilmeye alınmıştır.

Tezin analiz kısmında kapsama alınmayan diğer iki konu ise stil analizi ve portföy performanslarıdır. Stil analizi, getirileri analiz edilen portföye en fazla yakınlık gösteren pazar endeksleri setinin ağırlıklı ortalamasının bulunması olarak ifade edilmektedir (Lobosco, 1999). Matematiksel olarak ise stil analizi, belirli bir portföyün tarihi getirisi ile portföy içinde yer alan çeşitli yatırım araçlarını temsil eden endeks getirilerinin doğrusal kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır (DiBartolomeo ve Witkowski, 1997). Dolayısıyla bu yöntem, ilgili portföyün tarihsel getiri yapısını olabildiğince açıklayabilecek pazar endekslerinin bir çeşit sınırlandırılmış regresyon ile ağırlıklandırılmasını içermektedir. Analiz sonucunda elde edilen ağırlıklar, portföyün bileşimi ve yönetim davranışı hakkında bilgi verebilmektedir (Gökgöz, 2005). Ancak bu çalışmada pazar endeks verileri modele eklenmediği için, fon yöneticisinin stil analizi de incelenmemiştir. Portföy performanslarının incelenmemesinin sebebi ise; tezin amacı doğrultusunda tasarlanan

sistemin, mevut fon portföy sepetinden getirisi daha yüksek, riski ise daha düşük bir fon portföyü oluşturulmasının amaçlanmasıdır. Bu yüzden tezin analiz kısmında portföy performansları değil, oluşturulan sistemin getirisi ve riski test edilip, mevut fon portföyü ile karşılaştırılmıştır.

Riski incelenirken ise; verilerin kullanıldığı dönem aynı koşullar altında olduğu için, sistematik risklerin de hem fon portföy getirilerine hem de bu portföyleri oluşturan bileşenlere etkisi aynı olduğundan, sistematik riskler ihmal edilmiştir.

4.6. Analiz Yöntemleri

Bu tezin analiz kısmında, ilk olarak fonların birim pay değerleri üzerinden getirileri hesaplanmıştır. Tezin devamında tüm hesaplamalar bu getiriler üzerinden yapılmıştır.

Daha sonra verileri anlamak, bir bütün halinde özetlerini görmek ve veri hakkında fikir sahibi olabilmek için tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır.

Model oluşturulmadan önce veri madenciliği yöntemlerinden K-Ortalamalar kümeleme analizi ile veriler yüksek ve düşük getiri düzeyinde sınıflandırılmıştır. Veri madenciliği; gözlemsel verilerin analizinde umulmadık ilişkileri bulmak ve veri sahibine anlaşılır, kullanışlı hem de yeni yollarla verileri özetlemek olarak tanımlanmaktadır (Hand ve diğerleri, 2004). Bu tezde yer alan kitle sayısı 511.930'dur. 511.930 kitle büyüklüğüne sahip olan bir veri seti ile veri madenciliği tekniklerinin kullanılmasının nedenleri; özellikle büyük veride, veriler arasındaki gözlenemeyen veya gizli kalmış örüntü ve ilişkileri belirleyerek; bunlardan geçerli tahminler yoluyla stratejik karar destek sağlayabilmek içindir. Çok değişkenli ve normal dağılım şartı olmayan bir teknik olduğu için de yüksek ve düşük olarak sınıflandırmada kümeleme analizi tercih edilmiştir. Bunun sebebi ise sınıflandırma yapılmadan önce küme grubunun belirlenebilmesidir.

2 farklı kümede sınıflandırma işleminin aritmetik ortalama yerine kümeleme analizi ile yapılmasının başlıca nedenleri aşağıdaki gibidir;

- Veriler homojen olmadığı için aritmetik ortalama yanıltıcı olabilir.
- Etkin piyasalar hipotezine göre veriler normal dağılmıyor olabilir.

- Aritmetik ortalama tek bir değişkeni dikkate alırken kümeleme analizi yapısı gereği çok değişkenli bir analizdir ve birden fazla değişken için geçerli olan getiriyi dikkate almaktadır.
- Aritmetik ortalamada yüksek ve düşük getiri arasında bir limit olmadığı için kümeleme analizi ile kümeler arasına limit konulabilmektedir.

Analizin son kısmında hem doğrusal olmayan bir yöntem olması, hem de nitel ve nicel verilerin her ikisi ile birlikte çalışabilmesi nedeniyle optimal bir fon portföy modeli oluşturulurken yapay sinir ağları modeli tercih edilmiştir (Berson ve diğerleri,1999).

4.7. Değişkenler

Modelimizde 1 adet bağımlı, 6 adet bağımsız değişken yer almaktadır. Değişkenlerin ve fon türlerinin içerikleri aşağıdaki gibidir;

- Fon Birim Pay Değeri (TL)
- Hisse Senedi (TL)
- Kamu Borçlanma Senedi (TL)
- Ters Repo (TL)
- Borsa Para Piyasası (TL)
- Yabancı Menkul Kıymet (TL)
- Diğer (TL) (Yukarıdaki sermaye araçları dışındaki sermaye araçları)

Tablo 1. Fon Türlerine Göre İçerik

FON TÜRÜNE GÖRE İÇERİK	AÇIKLAMA
Altın Fonu ve Diğer Kıymetli Madenler Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Ulusal ve uluslararası borsalarda işlem gören altın ve diğer kıymetli madenler ile bu madenlere dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırmış fonlar.
Büyüme Amaçlı Fon	Yatırım yapılacak varlıkların, bunlardan elde edilecek sermaye kazancına ağırlık verilerek belirlendiği fonlardır.
Değişken Fon	Portföyünün tamamı, portföy sınırlamaları itibariyle yukarıdaki türlerden herhangi birine girmeyen fonlar,
Diğer Fon	Yukarıdaki fon türlerine girmeyen fonlardır.
Endeks Fon	Portföyünün en az %80'i devamlı olarak, baz alınan ve Kurul tarafından uygun görülen bir endeksin değeri ile fonun birim pay değeri arasındaki korelasyon katsayısı (ilişki/paralellik)en az %90 olacak şekilde, endeks kapsamındaki menkul kıymetlerin tümünden ya da örnekleme yoluyla seçilen bir kısmından oluşan fonlar,

Fon Sepeti	Portföyünün en az %80'i devamlı olarak, diğer yatırım fonlarının ve borsa yatırım fonlarının katılma paylarından oluşan fonlar,
Gelir Amaçlı Fon	Yatırım yapılacak varlıkların, bunlardan elde edilecek temettü ve faiz gelirlerine ağırlık verilerek belirlendiği fonlar.
Hisse Senedi Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Türkiye'de kurulmuş ortaklıkların hisse senetlerine yatırım yapan fonlar.
İhtisaslaşmış Fon	Coğrafi bölge, ülke, sektör ve endeksler bazında yatırım yapan fonlardır.
İştirak Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kurucunun iştiraklerince çıkarılmış menkul kıymetlere yatırım yapan fonlar.
Karma Fon	Portföyünün tamamı, hisse senetleri, borçlanma araçları, altın ve diğer kıymet madenler ile bunlara dayalı sermaye piyasası araçlarından en az ikisinden oluşan ve her birinin değeri fon portföy değerinin %20'sinden az olmayan fonlar,
Kısa Vadeli Tahvil ve Bono Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kamu ve/veya özel sektör borçlanma araçlarına yatırım yapan fonlar. Vadesi 1 yıldan kısa olan fonlardır.
Kıymetli Madenler Fonu	Fon portföyünün en az %80'ini kıymetli madenler ve altına dayalı varlıklardan oluşturmak amacıyla kurulan fonlardır.
Koruma Amaçlı Fon	Yatırımcının başlangıç yatırımının belirli bir bölümünün, tamamının ya da başlangıç yatırımının üzerinde belirli bir getirinin izahnamede belirlenen esaslar çerçevesinde belirli vade ya da vadelerde yatırımcıya geri ödenmesinin, uygun bir yatırım stratejisine dayanılarak en iyi gayret esası çerçevesinde amaçlandığı fonlar,
Likit Fon	Portföyünün tamamı, devamlı olarak, portföyünde vadesine en fazla 180 gün kalmış likiditesi yüksek sermaye piyasası araçları yer alan ve portföyünün ağırlıklı ortalama vadesi en fazla 45 gün olan fonlar,
Özel Fon	Katılma payları önceden belirlenmiş kişi veya kuruluşlara tahsis edilmiş fonlar,
Para Piyasası Fonu	Devamlı olarak portföyünde vadesine en az 180 gün kalmış likiditesi yüksek para ve sermaye piyasası araçları yer alan ve portföyünün ağırlıklı ortalama vadesi en fazla 45 gün olan fonlardır.
Sektör Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, belirli bir sektörü (örneğin, çimento, tekstil gibi) oluşturan şirketlerin menkul kıymetlerine yatırım yapan fonlar.
Tahvil ve Bono Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, kamu ve/veya özel sektör borçlanma araçlarına yatırım yapan fonlar.Hazine bonosu, devlet tahvili.
Yabancı Menkul Kıymetler Fonu	Fon portföyünün en az %51'ini devamlı olarak, Yabancı özel ve kamu sektörü menkul kıymetlerine yatırmış fonlar.

Kaynak: T.C Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu. <http://www.spk.gov.tr/displayfile.aspx?action=displayfile&pageid=78&fn=78.pdf> Erişim Tarihi: 22.05.2015

Analize başlamadan önce elde edilen verilerin hepsinin birim pay değerlerinden yola çıkarak günlük getirileri hesaplanmıştır. Hesaplanan getiriler üzerinden analiz yapılmıştır.

BÖLÜM V. UYGULAMA

5.1. Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Tanımlayıcı istatistikler, verileri anlamak bir bütün halinde özetlerini görmek ve veri hakkında fikir sahibi olabilmek ve modeli oluştururken veri hakkında fikir sahibi olabilmek için hesaplanmıştır.

Korelasyon matrisi; tezin amacını oluşturan yüksek getiri ve düşük risk perspektifi ile, her bir fon bileşeninin getiri üzerinde etkisinin belirlenebilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Ayrıca korelasyon matrisi; fon içerisindeki bileşenlerin oranlarını belirlerken, getiri üzerindeki etkilerine kılavuzluk etmektedir.

Her bir fon tipine göre (A Tipi Fon, B Tipi Fon, Emeklilik Yatırım Fonu) ve fon portföylerinin içeriğinde yer alan menkul kıymetlere göre analizin ilk kısmında R Project paket programı ile tanımlayıcı istatistikler, SPSS 22.0 paket programı ile de korelasyon matrisi hesaplanmıştır. Hesaplama işleminden önce, her bir fonun birim pay değeri üzerinden getirisi bulunmuştur. Her bir fonu oluşturan bileşenler de (hisse senedi, kamu borçlanma senedi, ters repo, borsa para piyasası, yabancı menkul kıymet ve diğer) ağırlıklarına göre ayrıştırılıp, birim pay değerleri üzerinden getirileri hesaplanmıştır. Günlük fon portföy getiri değerleri ile, bu fonları oluşturan bileşenlerin günlük getirileri bulunmuştur. Veri setinde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hepsi günlük getirilerden oluşmaktadır ve analizin bundan sonraki kısmında hesaplamalar getiri üzerinden yapılmıştır.

A tipi fonların tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon matrisi aşağıdaki gibidir;

Tablo 2. A Tipi Fonların Tanımlayıcı İstatistikleri

Tanımlayıcı İstatistik			
	N	ORTALAMA	STANDART SAPMA
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	123213	0.0019803224	0.1363089369
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	123213	0.0017940169	0.7414395612
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	123213	0.0000691979	0.3428708428
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	123213	-0.0001333579	0.6447251902
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	123213	0.0000221153	0.1705910672
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	123213	0.0000842330	0.4085081951
DİĞER GETİRİ (TL)	123213	0.0001441173	0.2320152694
TOPLAM (N)	123213		

Tablo 3. A Tipi Fonların Korelasyon Matrisi

Korelasyon Matrisi

	HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	TERS REPO GETİRİSİ (TL)	BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	DİĞER GETİRİ (TL)	PORTFÖY GETİRİSİ (TL)
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	1	,074	-,649	-,116	,248	,008	,511
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,074	1	-,284	-,112	,000	-,642	,058
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	-,649	-,284	1	-,055	,061	-,004	,124
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	-,116	-,112	-,055	1	,001	-,020	,005
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,248	,000	,061	,001	1	,010	,791
DİĞER GETİRİ (TL)	,008	-,642	-,004	-,020	,010	1	,020
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	,511	,058	,124	,005	,791	,020	1

B tipi fonların tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon matrisi aşağıdaki gibidir;

Tablo 4. B Tipi Fonların Tanımlayıcı İstatistikleri

Tanımlayıcı İstatistik			
	N	ORTALAMA	STANDART SAPMA
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	197269	0.0067327165	0.1961704300
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	197269	0.0000324657	0.7414395612
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	197269	-0.0017922446	0.3428708428
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	197269	0.0002566852	0.6447251902
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	197269	0.0006379234	0.1705910672
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	197269	0.0011786707	0.4085081951
DİĞER GETİRİ (TL)	197269	0.0064192161	0.2320152694
TOPLAM (N)	197269		

Tablo 5. B Tipi Fonların Korelasyon Matrisi

Korelasyon Matrisi

	PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	TERS REPO GETİRİSİ (TL)	BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	DİĞER GETİRİ (TL)
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	1	,050	,236	,106	,045	,000	,197
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,050	1	,032	-,049	-,064	-,016	,025
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,236	,032	1	-,701	-,435	,001	,323
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	,106	-,049	-,701	1	-,035	,001	-,521
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	,045	-,064	-,435	-,035	1	-,001	-,166
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,000	-,016	,001	,001	-,001	1	-,010
DİĞER GETİRİ (TL)	,197	,025	,323	-,521	-,166	-,010	1

Emeklilik fonlarının tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon matrisi aşağıdaki gibidir;

Tablo 6. Emeklilik Fonlarının Tanımlayıcı İstatistikleri

Tanımlayıcı İstatistik			
	N	ORTALAMA	STANDART SAPMA
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	191448	0.0000045468	0.0009177067
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	191448	0.0000015146	0.0012110216
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	191448	0.0000026103	0.0029829668
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	191448	0.0000000172	0.0030868668
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	191448	0.0000000788	0.0016382467
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	191448	0.0000001842	0.0014617937
DİĞER GETİRİ (TL)	191448	0.0000001417	0.0026759255
TOPLAM (N)	191448		

Tablo 7. Emeklilik Fonlarının Korelasyon Matrisi

Korelasyon Matrisi

	PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	TERS REPO GETİRİSİ (TL)	BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	DİĞER GETİRİ (TL)
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	1	,376	,174	,036	,029	,047	,270
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,376	1	,030	-,224	-,121	-,012	,062
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,174	,030	1	-,894	-,107	-,003	,081
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	,036	-,224	-,894	1	-,012	-,034	-,147
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	,029	-,121	-,107	-,012	1	-,073	-,123
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,047	-,012	-,003	-,034	-,073	1	-,094
DİĞER GETİRİ (TL)	,270	,062	,081	-,147	-,123	-,094	1

Tüm yatırım fonlarının tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon matrisi aşağıdaki gibidir;

Tablo 8. Tüm Yatırım Fonlarının Tanımlayıcı İstatistikleri

Tanımlayıcı İstatistik			
	N	ORTALAMA	STANDART SAPMA
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	511930	0.0100948028	0.1770459285
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	511930	0.0004154462	0.3958174327
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	511930	0.0078390500	1.6161255680
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	511930	-0.0002676250	1.7121909460
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	511930	0.0001367970	0.9396106207
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	511930	0.0000233376	0.2185400014
DİĞER GETİRİ (TL)	511930	0.0019477970	0.8360944192
TOPLAM (N)	511930		

Tablo 9. Tüm Yatırım Fonlarının Korelasyon Matrisi

Korelasyon Matrisi

	PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	HİSSE SENEDİ GETİRİSİ(TL)	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	TERS REPO GETİRİSİ (TL)	BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	DİĞER GETİRİ (TL)
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	1	,249	,208	,103	,040	,382	,172
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,249	1	,017	-,138	-,028	,239	,008
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,208	,017	1	-,689	-,431	,000	,306
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	,103	-,138	-,689	1	-,035	,012	-,505
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	,040	-,028	-,431	-,035	1	,000	-,164
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,382	,239	,000	,012	,000	1	,001
DİĞER GETİRİ (TL)	,172	,008	,306	-,505	-,164	,001	1

5.2. Model

5.2.1 Kümeleme Analizi

Modelin oluşturulabilmesi için veriler getiri düzeylerine göre kümeleme analizi ile sınıflandırılmıştır. Kümeleme analizi tekniklerinden ise K-ortalama kümeleme analizi tercih edilmiştir. Analiz SPSS 22.0 paket programı ile yapılmıştır. Burada amaç 2 getiri düzeyinde (Yüksek, Düşük) küme oluşturmaktır. Bu yüzden küme sayısı 2 olarak belirlenmiştir.

K-ortalama kümeleme analizinde, küme sayısı analize başlamadan önce belirlenebildiği için bu tezde tercih edilmiştir. 2 farklı kümede sınıflandırma işleminin aritmetik ortalama yerine kümeleme analizi ile yapılmasının başlıca nedenleri aşağıdaki gibidir;

- Veriler homojen olmadığı için aritmetik ortalama yanıltıcı olabilmektedir.
- Etkin piyasalar hipotezine göre veriler normal dağılmıyor olabilmektedir
- Aritmetik ortalama tek bir değişkeni dikkate alırken kümeleme analizi yapısı gereği çok değişkenli bir analizdir ve birden fazla değişken için geçerli olan getiriyi dikkate alabilmektedir.
- Aritmetik ortalamada yüksek ve düşük getiri arasında bir limit konulamıyor iken kümeleme analizinde kümeler arasına limit konulabilmektedir.

5.2.1.1. A Tipi Fonlarının Kümeleme Analizi

A tipi fon portföy getirisi ve portföyde yer alan her bir menkul kıymete göre K-Ortalama Kümeleme Analizi sonuçları;

Tablo 10. İterasyon Tarihçesi

İterasyon	Küme Merkezindeki Değişim	
	1	2
1	45,530	45,988
2	,835	,012
3	1,358	,012
4	2,573	,011
5	5,614	,009
6	5,956	,006
7	,768	,001
8	,372	,001
9	,119	,000
10	,000	,000

Tablo 10'ya göre 10 tekrar ile 2 küme oluşturulmuştur.

Tablo 11. Küme Ortalamaları

Son Küme Merkezleri

Değişkenler	Küme	
	1	2
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	-12,9866591481481420	,0219716811970064
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	-9,2555688980613660	,0159960783782540
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	-,7071984284204629	,0006442518051720
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	3,4397194213136713	-,0054913632043899
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	-,0195979819823086	,0000542739678070
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	-6,3258589157411700	,0098795734058760
DİĞER GETİRİ (TL)	-,1181309806916296	,0008891651195713

Tablo 11, portföy getirisinin ve portföy de yer alan her bir menkul kıymetin küme içindeki ortalamalarını göstermektedir. Buna göre A tipi fon portföyünün yüksek getirisi 2. kümededir. Bu durumda portföyün yüksek getirili değişkenleri 2. kümede, düşük getirili değişkenler ise 1. kümede yer almaktadır. Ya da 2. küme pozitif getiri, 1. küme ise negatif getiri sağlıyor şeklinde de yorumlanabilmektedir. Portföyü oluşturan menkul kıymetler açısından incelendiğinde örneğin; hisse senedi getirisi yüksek olan küme 2 nolu küme iken, getirisi düşük olan küme ise 1 nolu kümedir. Yukarıdaki tablo detaylı bir şekilde incelendiğinde portföy getirisinin 2. kümede yüksek getiri sağlamasının nedeni; portföyü oluşturan menkul değerlerin içeriklerine bakıldığında hisse senedinden kaynaklandığı görülmektedir. Aynı şekilde 1. kümenin getirisinin düşük olmasında da yine portföyde yer alan hisse senetleri sebep olmaktadır. Küme ortalamalarında bütünsel olarak portföy getirisi değerlendirilmektedir. Ayrıca finans mantığı açısından hisse senedi, kamu borçlanma senedi, borsa para piyasası, yabancı menkul kıymet ve diğer getiriler, faiz oranı ile aynı yönlü çalışırken, ters repo faiz oranı ile ters yönlü çalışmaktadır. Bu yüzden yüksek getirili bir fon portföyünün içerisinde ters reponun bulunduğu küme itibariyle negatif getiriye sahip olması göz ardı edilmektedir.

Tablo 12. Küme Sayıları

Her Bir Kümedeki Veri Sayısı

Küme	1	162,000
	2	104494,000
Veri		104656,000
Kayıp Veri		,000

Tablo 12 her bir kümeye isabet eden birim sayısını göstermektedir. Buna göre daha fazla değer 2 nolu kümede, daha az değer ise 1 nolu kümede yer almaktadır. Bu durum şunu göstermektedir;

- 1 nolu kümenin eleman sayısı azdır ve negatif seviyede getiri bulunmaktadır.
- 2 nolu kümede daha fazla sayıda eleman vardır ve pozitif getirili fonlar bulunmaktadır.

Çıkarılan bu sonuçlar doğrultusunda; 2010-2014 yılları arasında sadece A tipi fon portföyüne yatırım yapılmak istendiği takdirde 2. küme grubunda yer alan bir fon portföyüne veya fon portföylerine yatırım yapıldığı zaman ve bu portföylerdeki menkul kıymet ağırlıkları baz alındığı takdirde, yüksek derecede getiri elde edilebilmektedir.

Tablo 13. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Küme	1	2
1		17,542
2	17,542	

Tablo 13, küme uzaklıklarını göstermektedir. 2 küme olduğu için uzaklıklar aynı olmaktadır (simetri özelliği).

Tablo 14. ANOVA Analiz Sonucu

ANOVA

Değişken	Küme		Hata		F	Anlamlılık Değeri
	Kareler Ortalaması	df	Kareler Ortalaması	df		
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	27371,930	1	,475	104654	57624,813	,000
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	13904,274	1	,462	104654	30084,622	,000
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	81,043	1	,107	104654	753,899	,000
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	1919,879	1	,467	104654	4109,085	,000
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	,062	1	,032	104654	1,961	,161
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	6492,870	1	,134	104654	48500,093	,000
DİĞER GETİRİ (TL)	2,291	1	,033	104654	68,829	,000

ANOVA sonuçlarıyla amaçlanan; değişkenlerin kümeler itibariyle farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesidir. Beklenti, değişkenlerin kümeler itibariyle farklı çıkmasıdır; çünkü kümeleme analizi, bu farklılığı kendi oluşturmaktadır ve kümeler arası farkı (uzaklılığı) maksimum yapmaktadır. Tablo 14 'da yer alan ANOVA tablosu sonuçlarına göre; Borsa Para Piyasası getirisi hariç değişkenlerin hepsinin kümelere göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Fon portföy getirilerine göre; portföy getirisi, hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, yabancı menkul kıymet getirisi ve diğer getirinin, tüm küme oluşumlarında ortak etkili değişkenler olduğu görülmektedir. Ama Borsa Para Piyasası değerleri oluşturulan her iki kümeye de etki etmemektedir.

5.2.1.2. B Tipi Fonlarının Kümeleme Analizi

B tipi fon portföy getirisi ve portföyde yer alan her bir menkul kıymete göre K-ortalama kümeleme analizi sonuçları;

Tablo 15. İterasyon Tarihçesi

İterasyon	Küme Merkezlerindeki Değişim	
	1	2
1	286,388	335,390
2	,001	12,484
3	,000	,000

Tablo 15'e göre 3 tekrarda 2 küme oluşturulmuştur.

Tablo 16. Küme Ortalamaları

Son Küme Ortalamaları

Değişkenler	Küme	
	1	2
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	,0043249059109692	-3,8055200526315820
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,0000547688469042	-,2142772137883685
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,0128732371043207	-1,5161097683863100
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	-,0167378920228865	1,2847033073289100
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	-,0004373021871799	0,8040161119822640
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,0000165724929286	,0000000000000000
DİĞER GETİRİ (TL)	,0098808873755177	-,5691073162781000

Tablo 16, portföy getirisinin ve portföy de yer alan her bir menkul kıymetin küme içindeki ortalamalarını göstermektedir. Buna göre B tipi fon portföyünün yüksek getirisi 1. kümededir. Bu durumda, portföyün yüksek getirili değişkenleri 1. kümede, düşük getirili (negatif getirili) değişkenleri ise 2. kümede yer almaktadır. Ya da 1. küme pozitif getiri, 2. küme ise negatif getiri sağlıyor şeklinde de yorumlanabilmektedir. Portföyü oluşturan menkul kıymetler açısından incelendiğinde örneğin; borsa para piyasası getirisi yüksek olan küme 2 nolu küme iken, getirisi düşük olan küme ise 1 nolu kümedir. Yukarıdaki tablo detaylı bir şekilde incelendiğinde portföy getirisinin 1. kümede yüksek getiri sağlamasının nedeni; portföyü oluşturan menkul değerlerin içeriklerine bakıldığında kamu borçlanma senedinin getirisinin yüksekliğinden kaynaklandığı görülmektedir. Aynı şekilde 2. Kümenin portföy getirisinin düşük olmasında da, yine portföyde yer alan kamu borçlanma senedinin getirisinin düşüklüğü sebep olmaktadır. Küme ortalamalarında

bütünsel olarak portföy getirisi değerlendirilmektedir. Ayrıca finans mantığı açısından hisse senedi, kamu borçlanma senedi, borsa para piyasası, yabancı menkul kıymet ve diğer getiriler, faiz oranı ile aynı yönlü çalışırken, ters repo faiz oranı ile ters yönlü çalışmaktadır. Bu yüzden yüksek getirili bir fon portföyünün içerisinde ters reponun bulunduğu küme itibariyle negatif getiriye sahip olması göz ardı edilmektedir.

Tablo 17. Küme Sayıları

Her bir Kümedeki Veri Sayısı

Küme	1	149198,000
	2	52,000
Veri		149250,000
Kayıp Veri		,000

Tablo 17 her bir kümeye isabet eden birim sayısını göstermektedir. Buna göre daha fazla değer 1 nolu kümede, daha az değer ise 2 nolu kümede yer almaktadır. Bu durum şunu göstermektedir;

- 1 nolu kümenin eleman sayısı fazladır ve pozitif seviyede getiri yer almaktadır.
- 2 nolu kümede az sayıda eleman vardır ve negatif seviyede getiri yer almaktadır.

Çıkarılan bu sonuçlar doğrultusunda; 2010-2014 yılları arasında sadece B tipi fon portföyüne yatırım yapılmak istendiği takdirde 1. küme grubunda yer alan bir fon portföyüne veya fon portföylerine yatırım yapıldığı zaman ve bu portföylerdeki menkul kıymet ağırlıkları baz alındığı takdirde, yüksek derecede getiri elde edilmektedir.

Tablo 18. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Küme	1	2
1		195,924
2	195,924	

Tablo 18, küme uzaklıklarını göstermektedir. 2 küme olduğu için uzaklıklar aynı olmaktadır (Simetri özelliği).

Tablo 19. ANOVA Analiz Sonucu

ANOVA

Değişkenler	Küme		Hata		F	Anlamlılık Değeri
	Kareler Ortalaması	df	Kareler Ortalaması	df		
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	2219,920	1	1,684	149248	1318,135	,000
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,873	1	,034	149248	25,696	,000
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	380530,159	1	4,235	149248	89853,507	,000
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	303050,443	1	6,073	149248	49904,323	,000
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	18027,077	1	1,596	149248	11298,493	,000
YABANCI MENKUL KIYMETGETİRİSİ (TL)	,000	1	,000	149248	,000	,996
DİĞER GETİRİ (TL)	25419,189	1	1,788	149248	14216,174	,000

ANOVA sonuçlarıyla amaçlanan, değişkenlerin kümeler itibariyle farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesidir. Beklenti, değişkenlerin kümeler itibariyle farklı çıkmasıdır; çünkü kümeleme analizi, bu farklılığı kendi oluşturmakta ve kümeler arası farkı (uzaklılığı) maksimum yapmaktadır. Tablo 19'de yer alan ANOVA tablosu sonuçlarına göre Yabancı Menkul Kıymet Getirisi hariç değişkenlerin hepsinin kümelere göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Fon portföy getirilerine göre; portföy getirisi, hisse senedi getirisi, borsa para piyasası getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, ve diğer getirinin tüm küme oluşumlarında ortak etkili değişkenler olduğu görülmektedir. Ama Yabancı Menkul Kıymet getiri değerleri, oluşturulan her iki kümeye de etki etmemektedir.

5.2.1.3. Emeklilik Yatırım Fonlarının Kümeleme Analizi

Emeklilik yatırım fon portföy getirisi ve portföyde yer alan her bir menkul kıymete göre K-ortalama kümeleme analizi sonuçları;

Tablo 20. İterasyon Tarihçesi

İterasyon	Küme Merkezlerindeki Değişim	
	1	2
1	,074	,000
2	,000	,000

Tablo 20'ya göre 2 tekrarda 2 küme oluşturulmuştur.

Tablo 21. Küme Ortalamaları

Son Küme Merkezleri

	Küme	
	1	2
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	,0000020427490807	,0002810000000000
HİSSE SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,0000007680298648	,0000000000000000
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİSİ (TL)	,0000008021794807	-,8149151988600001
TERS REPO GETİRİSİ (TL)	-,0000001951192413	,8151961988600000
BORSA PARA PİYASASI GETİRİSİ (TL)	,0000000640508763	,0000000000000000
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİSİ (TL)	,0000000485809162	,0000000000000000
DİĞER GETİRİ (TL)	,0000005550246190	,0000000000000000

Tablo 21, portföy getirisinin ve portföy de yer alan her bir menkul kıymetin küme içindeki ortalamalarını göstermektedir. Buna göre emeklilik yatırım fon portföyünün yüksek getirisi 2. kümededir. Bu durumda portföyün yüksek getirili değişkenleri 2. kümede, düşük getirili değişkenler ise 1. kümede yer almaktadır. Portföyü oluşturan menkul kıymetler açısından incelendiğinde örneğin; kamu borçlanma senedi getirisi yüksek olan küme 1 nolu küme iken, getirisi düşük olan küme ise 2 nolu kümedir. Ayrıca ters repo, faiz oranı ile ters yönlü çalıştığı için ters repo getirisi 2 nolu kümede pozitif getirili olmasına rağmen 2 nolu küme düşük getirili, 1 nolu küme ise yüksek getirili olarak sınıflandırılır.

Tablo 22. Küme Sayıları

Her bir Kümedeki Veri Sayısı

Küme	1	175937,000
	2	21,000
Veri		175958,000
Kayıp Veri		,000

Tablo 22 her bir kümeye isabet eden birim sayısını göstermektedir. Buna göre daha fazla değer 1 nolu kümede, daha az değer ise 2 nolu kümede yer almaktadır. Bu durum şunu göstermektedir;

- 1 nolu kümenin eleman sayısı fazladır ve düşük seviyede getirisi bulunmaktadır.
- 2 nolu kümede eleman sayısı azdır ve pozitif seviyede getirisi bulunmaktadır.

Çıkarılan bu sonuçlar doğrultusunda; 2010-2014 yılları arasında sadece emeklilik yatırım fon portföyüne yatırım yapılmak istendiği takdirde, 2. küme grubunda yer alan bir fon portföyüne veya fon portföylerine yatırım yapıldığı zaman ve bu portföylerdeki menkul kıymet ağırlıkları baz alındığı takdirde yüksek derecede getiri elde edilebilmektedir.

Tablo 23. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Küme	1	2
1		1,153
2	1,153	

Tablo 23, küme uzaklıklarını göstermektedir.

Tablo 24. ANOVA Analiz Sonucu

ANOVA

	Küme		Hata			
Değişkenler	Kareler Ortalaması	Df	Kareler Ortalaması	Df	F	Anlamlılık Değeri
PORTFÖY GETİRİSİ (TL)	,571	1	,000	175956	175138,673	,000
HİSSE SENEDİ GETİRİ (TL)	,000	1	,000	175956	,000	,999
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)	,664	1	,000	175956	371770,984	,000
TERS REPO GETİRİ (TL)	,665	1	,000	175956	271541,494	,000
BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)	,000	1	,000	175956	,000	1,000
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİ (TL)	,000	1	,000	175956	,000	1,000
DİĞER GETİRİ (TL)	,000	1	,000	175956	,000	,999

ANOVA sonuçlarıyla amaçlanan, değişkenlerin kümeler itibariyle farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesidir. Beklenti; değişkenlerin kümeler itibariyle farklı çıkmasıdır; çünkü kümeleme analizi, bu farklılığı kendi oluşturmakta ve kümeler arası farkı (uzaklılığı) maksimum yapmaktadır. Tablo 24'de yer alan ANOVA tablosu sonuçlarına göre; Hisse Senedi Getirisi, Borsa Para Piyasası Getirisi, Yabancı Menkul Kıymet Getirisi ve Diğer Getiri hariç değişkenlerin hepsinin kümelere göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Fon portföy getirilerine göre; portföy getirisi, kamu borçlanma

senedi getirisi ve ters repo getirisinin tüm küme oluşumlarında ortak etkili değişkenler olduğu görülmektedir.

5.2.1.4. Tüm Yatırım Fonlarının Kümeleme Analizi

A tipi Fon, B tipi Fon ve Emeklilik yatırım fon portföy getirisi ve portföyde yer alan her bir menkul kıymete göre K-ortalama kümeleme analizi sonuçları;

Tablo 25. İterasyon Tarihçesi

İterasyon	Küme Merkezlerindeki Değişim	
	1	2
1	330,970	284,575
2	16,392	,001
3	,000	,000

Tablo 25'e göre 3 tekrarda 2 küme oluşturulmuştur.

Tablo 26. Küme Ortalamaları

Son Küme Ortalamaları

Değişkenler	Küme	
	1	2
TİRİ (TL)	10,8881468947368450	,0009902340414140
HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)	,1187799737039474	,0004196876293618
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)	135,5663137012541300	-,0056360128751956
TERS REPO GETİRİ (TL)	-125,0899225888926500	,0052762283719131
BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)	-24,4063323542194720	-,0001459852961265
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİ (TL)	,0000000000000000	,0000233773341864
DİĞER GETİRİ (TL)	35,1046055952238400	,0005932853084823

Tablo 26, portföy getirisinin ve portföy de yer alan her bir menkul kıymetin küme içindeki ortalamalarını göstermektedir. Buna göre tüm yatırım fonlarını içeren portföyün yüksek getirisi 1. kümededir. Bu durumda; portföyün yüksek getirili değişkenleri 1. kümede, düşük getirili değişkenler ise 2. kümede yer almaktadır. Portföyü oluşturan menkul kıymetler açısından incelendiğinde örneğin; borsa para piyasası getirisi yüksek olan küme 2 nolu küme iken, getirisi düşük olan küme ise 1 nolu kümedir. Yukarıdaki tablo detaylı bir şekilde incelendiğinde, 1. kümenin yüksek getiri sağlamasının nedeni; portföyü oluşturan menkul değerlerin içeriklerine bakıldığında, kamu borçlanma senedi

getirisinin yüksekliğinden kaynaklandığı görülmektedir. Aynı şekilde 2. kümenin portföy getirisinin düşük olmasında, yine portföyde yer alan kamu borçlanma senedi getirisi sebep olmaktadır. Küme ortalamalarında bütünsel olarak portföy getirisi değerlendirilmektedir. Ayrıca finans mantığı açısından hisse senedi, kamu borçlanma senedi, borsa para piyasası, yabancı menkul kıymet ve diğer getiriler, faiz oranı ile aynı yönlü çalışırken, ters repo faiz oranı ile ters yönlü çalışmaktadır. Bu yüzden yüksek getirili bir fon portföyünün içerisinde ters reponun bulunduğu küme itibariyle negatif getiriye sahip olması göz ardı edilmektedir.

Tablo 27. Küme Sayıları

Her bir Kümedeki Veri Sayısı

Küme	1	42,000
	2	429824,000
Veri		429866,000
Kayıp Veri		,000

Tablo 27, her bir kümeye isabet eden birim sayısını göstermektedir. Buna göre daha fazla değer 2 nolu kümede daha az değer ise 1 nolu kümede yer almaktadır. Bu durum şunu göstermektedir;

- 1 nolu kümenin eleman sayısı azdır ve yüksek seviyede getirisi bulunmaktadır.
- 2 nolu kümenin eleman sayısı çoktur ve düşük seviyede getirisi bulunmaktadır.

Çıkarılan bu sonuçlar doğrultusunda; 2010-2014 yılları arasında sadece tüm yatırım fon portföylerine yatırım yapılmak istendiği takdirde 1. küme grubunda yer alan bir fon portföyüne veya fon portföylerine yatırım yapıldığı zaman ve bu portföylerdeki menkul kıymet ağırlıkları baz alındığı takdirde yüksek derecede getiri elde edilmektedir.

Tablo 28. Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Son Küme Merkezleri Arası Uzaklık

Cluster	1	2
1		189,671
2	189,671	

Tablo 28, küme uzaklıklarını göstermektedir.

Tablo 29. ANOVA Analiz Sonucu

ANOVA

Değişkenler	Küme		Hata		F	Anlamlılık Değeri
	Kareler Ortalaması	df	Kareler Ortalaması	df		
GETİRİ (TL)	2251,974	1	,764	429864	2947,702	,000
HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)	,266	1	,157	429864	1,699	,192
KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)	349199,882	1	1,517	429864	230150,453	,000
TERS REPO GETİRİ (TL)	297314,225	1	2,240	429864	132736,758	,000
BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)	11317,076	1	,456	429864	24832,194	,000
YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİ (TL)	,000	1	,048	429864	,000	1,000
DİĞER GETİRİ (TL)	23412,507	1	,636	429864	36800,897	,000

ANOVA sonuçlarıyla amaçlanan, değişkenlerin kümeler itibariyle farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesidir. Beklenti; değişkenlerin kümeler itibariyle farklı çıkmasıdır; çünkü kümeleme analizi, bu farklılığı kendi oluşturmakta ve kümeler arası farkı (uzaklılığı) maksimum yapmaktadır. Tablo 29'de yer alan ANOVA tablosu sonuçlarına göre; Hisse Senedi Getirisi ve Yabancı Menkul Kıymet Getirisi hariç değişkenlerin hepsinin kümelere göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Fon portföy getirilerine göre; portföy getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi ve diğer getirinin tüm küme oluşumlarında ortak etkili değişkenler oldukları görülmektedir.

Kümeleme analizi ile, fon portföy değerleri yüksek ve düşük getirili olmak üzere 2 kümede sınıflandırılmıştır. Bu sayede veri setinden düşük getirili portföyler çıkarılarak sadece yüksek getirili fon portföyleri elde edilmiştir.

5.2.2. Yapay Sinir Ağları Modeli ile Getiri Tahmini

Modelin bu aşamasında ise; yüksek getirili fon portföyleri ile yapay sinir ağları modeli kullanılarak optimal portföyler tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağları modeli, SPSS 22.0 paket programı ile yapılmıştır.

Model oluşturulurken basit istatistiksel modellerden yararlanılmamasının en önemli nedeni, yapay sinir ağlarının çok değişkenli bir model olmasıdır. Basit istatistiksel

modellerinden ileriye dönük tahmin yapabilmek için, klasik regresyon modeli kullanılabilirdi. Ancak, klasik regresyon modeli hem doğrusal bir modeldir hem de normallik şartı aranmaktadır. Ayrıca veri açısından sadece nicel veriler ile çalışılmabilinir. Yapay sinir ağlarında ise; hem doğrusal olmayan hem de ihtiyaç halinde farklı yöntemlerde kullanılabilecek olan nitel veriler ile de modelleme yapmak mümkün olmaktadır. Örneğin, bu çalışmada kullanılan verilerden hisse senetleri incelenecek olur ise; hisse senetleri stokastik bir yapıya sahip olduğu için normal dağılım sergilediği düşünülemez.

Bu çalışmada sadece bu dönem için bir model değil, gelecekteki veriler ile de bir model oluşturmak amaçlandığından ve gelecekteki verilerin durumu bilinmediğinden, yapay sinir ağları modeli tercih edilmiştir.

Analizde tercih edilen Yapay Sinir Ağları modeli (YSA), ileri beslemeli bir sinir ağına sahiptir; çünkü hem doğrusal ve hem de doğrusal olmayan modellerde ileriye dönük tahmin becerisi oldukça yüksektir. Ayrıca modeli kullanmak, yorumlamak, diğer yöntemlere göre hem daha basit hem de daha hızlıdır (Karahan,2015).

5.2.2.1. A Tipi Fonlarının Getiri Tahmini

A tipi fon portföylerinden, kümeleme ile gruplandırılan yüksek getirili fon portföylerinin yapay sinir ağları modeli ile tahmin sonuçları;

Tablo 30. Analiz Özeti

İşlem Özeti

		N	Yüzde
Örnek	Eğitim	83898	80,3%
	Test	20595	19,7%
	Gizli	1	0,0%
Geçerli		104494	100,0%
Dışarda Kalan		0	
Toplam		104494	

A tipi fon portföylerinden toplam 104.494 tanesi yüksek getirili fondur. Bunlardan rastgele olarak 83.898 tanesi eğitim için 20.595 tanesi de test için kullanılmıştır.

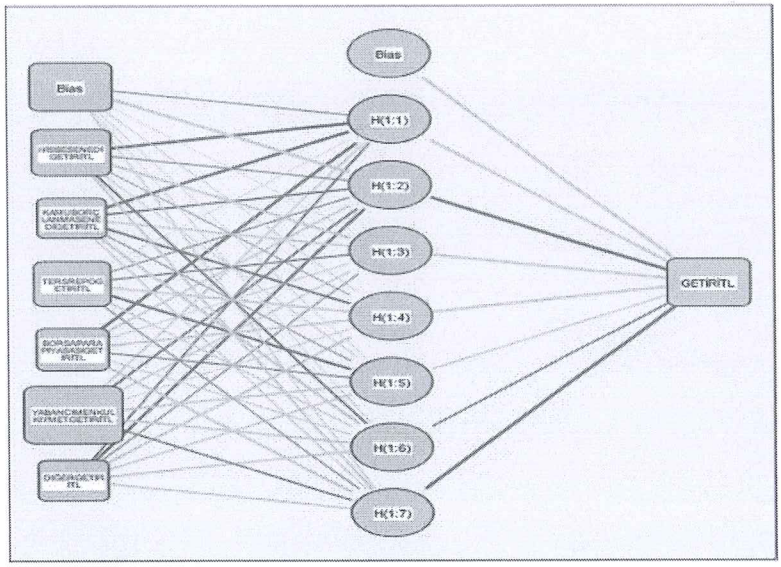
Tablo 31. Ağ Bilgisi

Ağ Bilgisi

Girdi Katmanı	Ko-değişkenler	1	HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)
		2	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)
		3	TERS REPO GETİRİ (TL)
		4	BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)
		5	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİ (TL)
		6	DİĞER GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		6
	Ko-değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
Gizli Katman(lar)	Gizli katman sayıları		1
	Gizli katmandaki birim sayıları		7
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
Çıktı Katmanı	Bağımlı değişken	1	GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		1
	Bağımlı değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
	Hata terimi		Kareler toplamı

YSA modelinin girdi katmanı, gizli katmanı, çıktı katmanı, bu katmanlarda bulunan değişkenlerin sayıları ve modelin nasıl oluşturulduğu ile ilgili detay bilgi Tablo 31'de verilmiştir. Tablo 31 incelendiğinde; modelin çok katmanlı bir model olduğu görülmektedir. Model oluşturulurken aktivasyon fonksiyonu olarak Hiperbolik Tanjant fonksiyonu tercih edilmiştir. Giriş katmanında 6 adet farklı bağımsız değişken (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi, yabancı menkul kıymet getirisi ve diğer getiri) bulunmaktadır. Değişkenlerin yeniden ölçeklendirme metodu ise standartlaştırma olarak belirlenmiştir. Özetle, oluşturulan yapay sinir ağı modelinde; 1 adet gizli katman, bu gizli katmanda bulunan birim sayısı ise 7 olarak bulunmuştur. Son olarak ağda 1 adet çıktı katmanı yani 1 adet bağımlı değişken bulunmaktadır. Modelde tercih edilen hata fonksiyonu kareler toplamıdır.

Şekil 12. A Tipi Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli



Yukarıdaki şekil, YSA modelinin tahmin işlemini yapabilmesi için belirlenen, fon portföy getiri değerini etkileyen 6 adet bağımsız değişkeni (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi, yabancı menkul kıymet getirisi ve diğer getiri) ve gizli katmanda yer alan 7 adet birim sayısını göstermektedir.

Tezin devamında modelin eğitim ve test aşamasına geçilmiştir. Bu tür çalışmalarda veri seti genellikle farklı oranlarda eğitim ve test seti denenerek oluşturulmaktadır. Model sırasıyla; %90 eğitim % 10 test, %80 eğitim %20 test ve son olarak % 70 eğitim %30 test verisi şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Denemeler sonucunda 104.494 adet yüksek getirili A tipi fon portföyünden bilgisayar programı tarafından rastgele seçilen 83.898 değer (%80.3) eğitim seti, 20.595 değer (%19.7) test seti en uygun veri seti olarak belirlenmiştir.

Tablo 32. Model Özeti

Model Özeti

Eğitim	Hata kareler toplamı	15137,417
	Göreli hata	,361
	Durdurma kuralı	Eğitim hata kriterlerine göre başarılan değişiklik (,0001)
	Eğitim süresi	0:00:01.31
Test	Hata kareler toplamı	3387,769
	Göreli hata	,416

Yukarıdaki tabloda, modelin eğitim ve test süreci sonunda bulunan model özeti yer almaktadır. YSA modelinin eğitim sonucunda sinir ağının hata kareleri toplamı 15.137,417 dir. Test aşamasında ise 3.387,769 dur. Hata kareleri toplamındaki bu azalış, bu modelin eski bilgiler ile eğitimini başarabildiğini ve yanlış yapma olasılığının daha az olduğunu göstermektedir (Karahan,2015). Yukarıdaki tablonun sonuçlarına göre; oluşturulan yapay sinir ağlarının modelinde hem eğitim hem de test edilme açısından oldukça iyi sonuçlar gösterdiği söylenebilmektedir.

Tablo 33. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları

Model Özeti

Model	R	R Kare
1	,985	,971

Tablo 33 incelendiğinde, YSA modeli ile yapılan tahmin sonucunda elde edilen getirilerin, SPK'dan elde edilmiş hali hazırda oluşan getiri ile arasında %98,5'lik bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Hesaplanan ilişki derecesine göre modelin açıklanmasındaki başarının oldukça iyi olduğu görülmektedir (Monks,1996). Girdi değerlerinin çıktı değerlerini belirleme oranı olan regresyon değeri 0.971 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar elde edilen değerlerin başarılı olduğunu, yani yapay sinir ağları ile oluşturulan modelin sonuçlarının oldukça başarılı bir şekilde hesaplandığını göstermektedir.

5.2.2.1.1. A Tipi Fonlar ile Oluşan Modelin Testi

Tablo 34. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
GETİRİ (TL)	104494	206,899165	0,00198001	0,609729
GETİRİTL- Tahmini Değer	104494	415,222583	0,00397365	0,233465
Toplam N	104494			

Tablo 34, hem A tipi fon portföyü yüksek getirili değerlerinin toplamını, ortalamasını ve riskini hem de yapay sinir ağları modeli ile yapılan tahmin sonuçlarının toplamını, ortalamasını ve riskini göstermektedir. Bu sonuçlara göre; yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmiş olan değerlerin getirilerinin, hem gerçek değerlerden daha

yüksek olduğu hem de riskinin daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Yani yapay sinir ağları modeli, gerçek değerlerden daha optimal fon portföyleri oluşturabilmektedir.

5.2.2.2. B Tipi Fonlarının Getiri Tahmini

B tipi fon portföylerinden kümeleme ile gruplandırılan yüksek getirili fon portföylerinin, yapay sinir ağları modeli ile tahmin sonuçları;

Tablo 35. Analiz Özeti

İşlem Özeti

		N	Yüzde
Örnek	Eğitim	126945	85,1%
	Test	22252	14,9%
	Gizli	1	0,0%
Geçerli		149198	100,0%
Dışarda Bırakılan		0	
Toplam		149198	

B tipi fon portföylerinden toplam 149.198 tanesi yüksek getirili fondur. Bunlardan rastgele 126.945 tanesi eğitim için 22.252 tanesi test için kullanılmıştır.

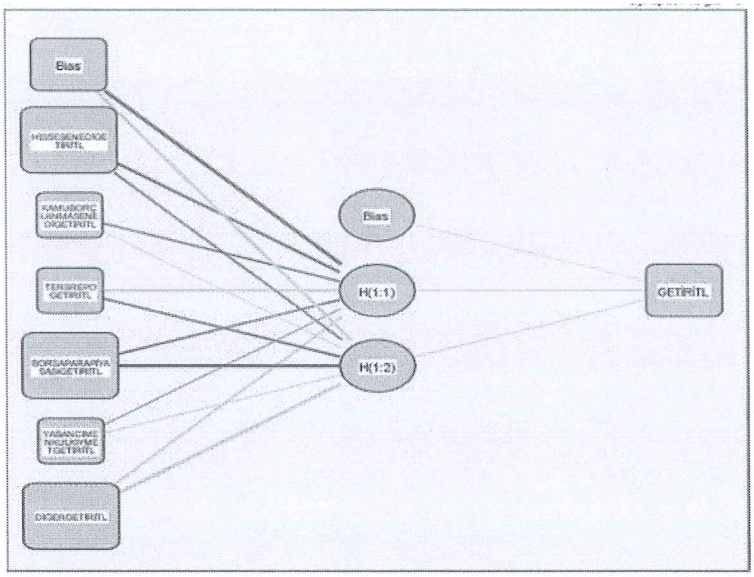
Tablo 36. Ağ Bilgisi

Ağ Bilgisi

Girdi Katmanı	Ko-değişkenler	1	HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)
		2	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)
		3	TERS REPO GETİRİ (TL)
		4	BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)
		5	YABANCI MENKUL KIYMET GETİRİ (TL)
		6	DİĞER GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		6
	Ko-değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
Gizli Katman(lar)	Gizli katman sayıları		1
	Gizli katmandaki birim sayısı		2
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
Çıktı Katmanı	Bağımlı değişkenler	1	GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		1
	Bağımlı değişkenin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
	Hata fonksiyonu		Kareler toplamı

YSA modelinin girdi katmanı, gizli katmanı, çıktı katmanı, bu katmanlarda bulunan değişkenlerin sayıları ve modelin nasıl oluşturulduğu ile ilgili detay bilgi Tablo 36'de verilmiştir. Tablo 36 incelendiğinde; modelin çok katmanlı bir model olduğu görülmektedir. Model oluşturulurken aktivasyon fonksiyonu olarak Hiperbolik Tanjant fonksiyonu tercih edilmiştir. Giriş katmanında 6 adet farklı bağımsız değişken (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi, yabancı menkul kıymet getirisi ve diğer getiri) bulunmaktadır. Değişkenlerin yeniden ölçeklendirme metodu ise standartlaştırma olarak belirlenmiştir. Özetle oluşturulan yapay sinir ağı modelinde 1 adet gizli katman, bu gizli katmanda bulunan birim sayısı ise 2 olarak bulunmuştur. Son olarak ağda 1 adet çıktı katmanı yani 1 adet bağımlı değişken bulunmaktadır. Modelde tercih edilen hata fonksiyonu kareler toplamıdır.

Şekil 13. B Tipi Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli



Yukarıdaki şekil, YSA modelinin tahmin işlemini yapabilmesi için belirlenen, fon portföy getiri değerini etkileyen 6 adet bağımsız değişkeni (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi, yabancı menkul kıymet getirisi ve diğer getiri) ve gizli katmanda yer alan 2 adet birim sayısını göstermektedir.

Tezin devamında modelin eğitim ve test aşamasına geçilmiştir. Bu tür çalışmalarda veri seti genellikle farklı oranlarda eğitim ve test seti denenerek oluşturulmaktadır. Model sırasıyla; %90 eğitim %10 test, %85 eğitim %15 test, %80 eğitim %20 test ve son olarak %70 eğitim %30 test verisi şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Tezde, tahmini yapılacak olan 149.198 adet yüksek getirili B tipi fon portföyünden bilgisayar programı tarafından rastgele seçilen 126.945 değer (%85.1) eğitim seti, 22.252 değer (%14,9) test seti olarak seçilmiştir.

Tablo 37. Model Özeti

Model Özeti

Eğitim	Hata kareler toplamı	63437,991
	Göreli hata	,999
	Durdurma kuralı	-
	Eğitim süresi	0:00:00.33
Test	Hata kareler toplamı	1972,065
	Göreli hata	,996

Yukarıdaki tabloda, modelin eğitim ve test süreci sonunda bulunan model özeti yer almaktadır. YSA modelinin eğitim sonucunda sinir ağının hata kareleri toplamı 63.437,991 dir. Test aşamasında ise 1.972,065 dur. Hata kareleri toplamındaki bu azalış, bu modelin eski bilgiler ile eğitimini başarabildiği ve yanlış yapma olasılığının daha az olduğunu göstermektedir (Karahan,2015). Yukarıdaki tablonun sonuçlarına göre; oluşturulan yapay sinir ağlarının hem eğitim hem de test edilme açısından oldukça iyi sonuçlar gösterdiği söylenebilmektedir.

Tablo 38. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları

Model Özeti

Model	R	R Kare
1	,805	,648

Tablo 38 incelendiğinde, YSA modeli ile yapılan tahmin sonucunda elde edilen getirilerin, SPK'dan elde edilmiş hali hazırda oluşan getiri ile arasında %80,5'lik bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Hesaplanan ilişki derecesine göre modelin açıklanmasındaki başarının iyi olduğu görülmektedir (Monks,1996). Girdi değerlerinin çıktı değerlerini belirleme oranı olan regresyon değeri, 0.648 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç; elde edilen değerin düşük olduğunu, yani yapay sinir ağları ile oluşturulan modelde, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni belirleme başarısının düşük olduğunu gösterir.

5.2.2.2.1. B Tipi Fonlar ile Oluşan Modelin Testi

Tablo 39. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
GETİRİ (TL)	149198	1.097,18866	0,00735391	0,220794
GETİRİTL- Tahmini Getiri	149198	1.362,22996	0,00913035	0,130219
Toplam N	149198			

Tablo 39, hem B tipi fon portföyü yüksek getirili değerlerinin toplamını, ortalamasını ve riskini hem de yapay sinir ağları modeli ile yapılan tahmin sonuçlarının toplamını, ortalamasını ve riskini göstermektedir. Bu sonuçlara göre; yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmiş olan değerlerin getirilerinin, hem gerçek değerlerden daha yüksek olduğu hem de riskinin daha düşük olduğu görülmektedir. Yani yapay sinir ağları modeli, gerçek değerlerden daha optimal fon portföyleri oluşturmaktadır.

5.2.2.3. Emeklilik Yatırım Fonlarının Getiri Tahmini

Emeklilik yatırım fon portföylerinden, kümeleme ile gruplandırılan yüksek getirili fon portföylerinin yapay sinir ağları modeli ile tahmin sonuçları;

Tablo 40. Analiz Özeti

İşlem Özeti

		N	Yüzde
Örnek	Eğitim	20	95,2%
	Test	1	4,8%
Geçerli		21	100,0%
Dışarda Kalan		0	
Toplam		21	

Emeklilik yatırım fon portföylerinden toplam 21 tanesi yüksek getirili fondur. Bunlardan 20 tanesi eğitim için 1 tanesi de rastgele test için kullanılmıştır.

Tablo 41. Ağ Bilgisi

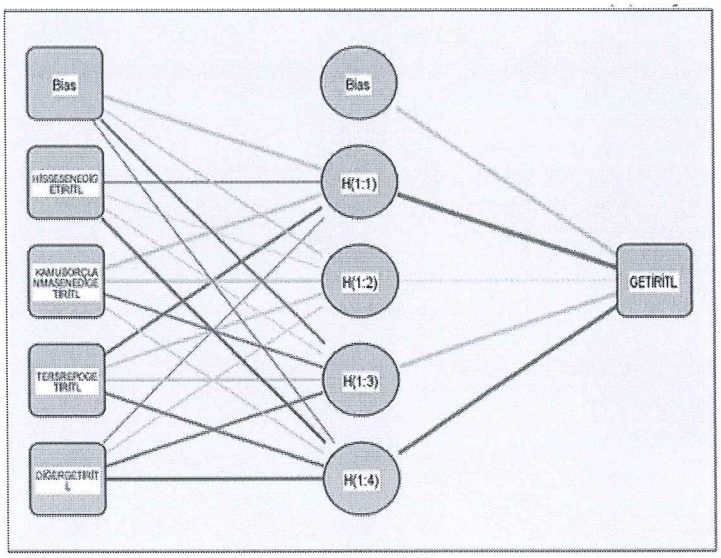
Ağ Bilgisi

Girdi Katmanı	Ko-değişkenler	1	HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)
		2	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)
		3	TERS REPO GETİRİ (TL)
		4	DİĞER GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		4
	Ko-değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
Gizli Katman(lar)	Gizli katman sayısı		1
	Gizli katmandaki birim sayısı		4
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
Çıktı Katmanı	Bağımlı değişken	1	GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		1
	Bağımlı değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
	Aktivasyon fonksiyonu		Hiperbolik tanjant
	Hata fonksiyonu		Kareler toplamı

YSA modelinin girdi katmanı, gizli katmanı, çıktı katmanı, bu katmanlarda bulunan değişkenlerin sayıları ve modelin nasıl oluşturulduğu ile ilgili detay bilgi Tablo 41'de verilmektedir. Tablo 41 incelendiğinde; modelin çok katmanlı bir model olduğu

görülmektedir. Model oluşturulurken aktivasyon fonksiyonu olarak Hiperbolik Tanjant fonksiyonu tercih edilmiştir. Giriş katmanında 4 adet farklı bağımsız değişken (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi ve diğer getiri) bulunmaktadır. Yabancı Menkul Kıymet yatırım aracı ile diğer yatırım araçlarının modelde yer almamasının nedeni; bu yatırım araçlarının getirisinin sıfır olmasıdır. Bu değişkenler modele eklense bile, bir anlamı olmayacağından analize dahil edilmemiştir. Değişkenlerin yeniden ölçeklendirme metodu ise standartlaştırma olarak belirlenmiştir. Özetle; oluşturulan yapay sinir ağı modelinde 1 adet gizli katman, bu gizli katmanda bulunan birim sayısı ise 4 olarak bulunmuştur. Son olarak ağda 1 adet çıktı katmanı yani 1 adet bağımlı değişken bulunmaktadır. Modelde tercih edilen hata fonksiyonu, kareler toplamıdır

Şekil 14. Emeklilik Yatırım Fon Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli



Yukarıdaki şekil, YSA modelinin tahmin işlemini yapabilmesi için belirlenen, fon portföy getiri değerini etkileyen 4 adet bağımsız değişkeni (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi ve diğer getiri)ve gizli katmanda yer alan 4 adet birim sayısını göstermektedir.

Tezin devamında modelin eğitim ve test aşamasına geçilmiştir. Bu tür çalışmalarda veri seti genellikle farklı oranlarda eğitim ve test seti denenerek oluşturulmaktadır. Model sırasıyla; %95 eğitim %5 test, %90 eğitim %10 test, %80 eğitim %20 test ve son olarak %70 eğitim %30 test verisi şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Tezde, tahmini yapılacak olan 21 adet yüksek getirili emeklilik yatırım fon portföyünden bilgisayar programı tarafından rastgele seçilen 20 değer (%95,2) eğitim seti, 1 değer (%4,8) test seti olarak belirlenmiştir.

Tablo 42. Model Özeti

Model Özeti

Eğitim	Hata kareler toplamı	,158
	Göreli hata	,017
	Durdurma kuralı	-
	Eğitim süresi	0:00:00.00
Test	Hata kareler toplamı	,041
	Göreli hata	,014

Yukarıdaki tabloda, modelin eğitim ve test süreci sonunda bulunan model özeti yer almaktadır. YSA modelinin eğitim sonucunda, sinir ağının hata kareleri toplamı 0,158 dir. Test aşamasında ise 0,041 dir. Hata kareleri toplamındaki bu azalış, bu modelin eski bilgiler ile eğitimini başarabildiği ve yanlış yapma olasılığının daha az olduğunu göstermektedir (Karahan,2015). Yukarıdaki tablonun sonuçlarına göre; oluşturulan yapay sinir ağlarının hem eğitim hem de test edilme açısından iyi sonuçlar gösterdiği söylenebilmektedir.

Tablo 43. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları

Model Özeti

Model	R	R Kare
1	,992	,984

Tablo 43 incelendiğinde, YSA modeli ile yapılan tahmin sonucunda elde edilen getirilerin, SPK'dan elde edilmiş hali hazırda oluşan getiri ile arasında %99,2'lik bir ilişki olduğu görülmektedir. Hesaplanan ilişki derecesine göre modelin açıklanmasındaki başarının oldukça iyi-mükemmel olduğu söylenebilmektedir (Monks,1996). Girdi değerlerinin çıktı değerlerini belirleme oranı olan regresyon değeri, 0,98 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar elde edilen değerlerin çok başarılı olduğunu, yapay sinir ağları ile oluşturulan modelin sonuçlarının doğru hesaplandığını göstermektedir.

5.2.2.3.1. Emeklilik Yatırım Fonları ile Oluşan Modelin Testi

Tablo 44. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler

	N	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
GETİRİ (TL)	21	,000270	,0000129	,00006929
GETİRİTL- Tahmini Getiri	21	,000294	,0000140	,00006312
Toplam N	21			

Tablo 44, hem emeklilik yatırım fon portföyü yüksek getirili değerlerinin toplamını, ortalamasını ve riskini hem de yapay sinir ağları modeli ile yapılan tahmin sonuçlarının toplamını, ortalamasını ve riskini göstermektedir. Bu sonuçlara göre; yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmiş olan değerlerin getirilerinin, hem gerçek değerlerden daha yüksek olduğu hem de riskinin daha düşük olduğu görülmektedir. Yani yapay sinir ağları modeli, gerçek değerlerden daha optimal fon portföyleri oluşturmaktadır.

5.2.2.4. Tüm Yatırım Fonlarının Getiri Tahmini

Tüm yatırım fon portföylerinden kümeleme ile gruplandırılan yüksek getirili fon portföylerinin, yapay sinir ağları modeli ile tahmin sonuçları;

Tablo 45. Analiz Özeti

İşlem Özeti

		N	Yüzde
Örnek	Eğitim	37	88,1%
	Test	4	9,5%
	Gizli	1	2,4%
Geçerli		42	100,0%
Dışarda Kalan		0	
Toplam		42	

Tüm yatırım fon portföylerinden (A tipi, B tipi, Emeklilik yatırım fonları) toplam 42 tanesi yüksek getirili fondur. Bunlardan rastgele 37 tanesi eğitim için 4 tanesi de test için kullanılmıştır.

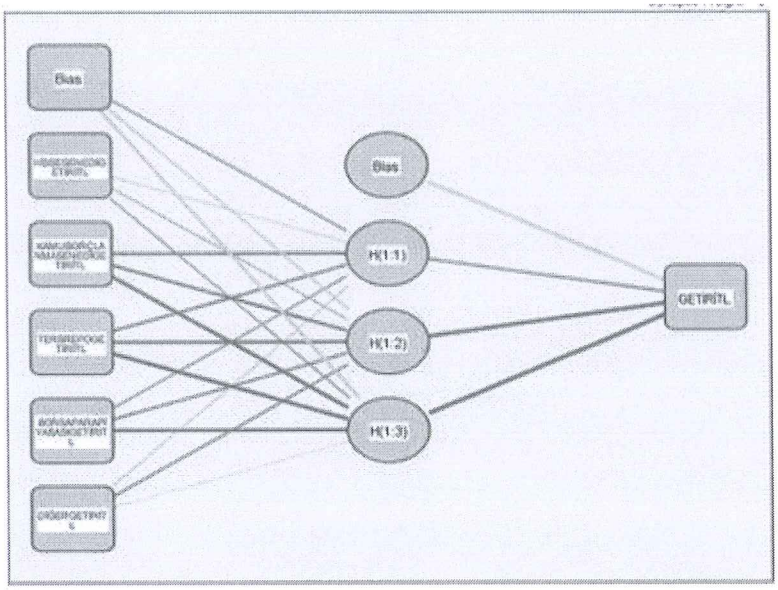
Tablo 46. Ağ Bilgisi

Ağ Bilgisi

Girdi Katmanı	Ko-değişkenler	1	HİSSE SENEDİ GETİRİ(TL)
		2	KAMU BORÇLANMA SENEDİ GETİRİ (TL)
		3	TERS REPO GETİRİ (TL)
		4	BORSA PARA PİYASASI GETİRİ (TL)
		5	DİĞER GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		5
	Ko-değişkenlerin yeniden ölçüm metodu		Standartlaştırma
Gizli	Gizli katman sayısı		1
Katman(lar)	Gizli katmandaki birim sayısı		3
	Aktivasyon fonksiyonu		Sigmoid
Çıktı Katmanı	Bağımlı değişken	1	GETİRİ (TL)
	Birim sayısı		1
	Bağımlı değişkenin yeniden ölçüm metodu		Normalizasyon
	Aktivasyon fonksiyonu		Sigmoid
	Hata fonksiyonu		Kareler toplamı

YSA modelinin girdi katmanı, gizli katmanı, çıktı katmanı, bu katmanlarda bulunan değişken sayıları ve modelin nasıl oluşturulduğu ile ilgili detay bilgi Tablo 46'de verilmektedir. Tablo 46 incelendiğinde; modelin çok katmanlı bir model olduğu görülmektedir. Model oluşturulurken aktivasyon fonksiyonu olarak Sigmoid fonksiyonu tercih edilmiştir. Giriş katmanında 5 adet farklı bağımsız değişken (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi ve diğer getiri) bulunmaktadır. Değişkenlerin yeniden ölçeklendirme metodu ise standartlaştırma olarak belirlenmiştir. Özetle; oluşturulan yapay sinir ağı modelinde 1 adet gizli katman, bu gizli katmanda bulunan birim sayısı ise 3 olarak bulunmuştur. Son olarak ağda 1 adet çıktı katmanı yani 1 adet bağımlı değişken bulunmaktadır. Modelde tercih edilen hata fonksiyonu kareler toplamıdır.

Şekil 15. Tüm Yatırım Fonları Portföyü Yapay Sinir Ağları Modeli



Yukarıdaki şekil, YSA modelinin tahmin işlemini yapabilmesi için belirlenen, fon portföy getiri değerini etkileyen 5 adet bağımsız değişkeni (hisse senedi getirisi, kamu borçlanma senedi getirisi, ters repo getirisi, borsa para piyasası getirisi ve diğer getiri) ve gizli katmanda yer alan 3 adet birim sayısını göstermektedir. Aslında veri setimizde yabancı menkul kıymet getirisi de yer almaktadır ancak yüksek getirili kümede bulunan yabancı menkul kıymet getirilerinin hepsinin getirisi sıfır olduğu için modele alınmasına gerek kalmamıştır.

Tezin devamında modelin eğitim ve test aşamasına geçilmiştir. Bu tür çalışmalarda veri seti genellikle farklı oranlarda eğitim ve test seti denenerek oluşturulmaktadır. Model sırasıyla; %90 eğitim %10 test, %80 eğitim %20 test ve son olarak %70 eğitim %30 test verisi şeklinde ayrılarak oluşturulmuştur. Tezde, tahmini yapılacak olan 42 adet yüksek getirili tüm yatırım fon portföyünden bilgisayar programı tarafından rastgele seçilen 37 değer (%88,1) eğitim seti, 4 değer (%9,5) test seti olarak belirlenmiştir.

Tablo 47. Model Özeti

Model Özeti

Eğitim	Hata kareler toplamı	6,759
	Göreli hata	18,026
	Durdurma kuralı	Eğitim hata kriterlerine göre başarılan değişiklik (,0001)
	Eğitim süresi	0:00:00.00
Test	Hata kareler toplamı	,001
	Göreli hata	,000

Yukarıdaki tabloda, modelin eğitim ve test süreci sonunda bulunan model özeti yer almaktadır. YSA modelinin eğitim sonucunda sinir ağının hata kareleri toplamı 6,759 dir. Test aşamasında ise 0,001 dir. Hata kareleri toplamındaki bu azalış, bu modelin eski bilgiler ile eğitimini başarabildiği ve yanlış yapma olasılığının daha az olduğunu göstermektedir (Karahan,2015). Yukarıdaki tablonun sonuçlarına göre; oluşturulan yapay sinir ağlarının hem eğitim hem de test edilme açısından oldukça iyi sonuçlar gösterdiği söylenebilmektedir.

Tablo 48. Getiri Tahminlerinin Hata ve Güvenilirlik Sonuçları

Model Özeti

Model	R	R Kare
1	,826	,798

Tablo 48 incelendiğinde, YSA modeli ile yapılan tahmin sonucunda elde edilen getirilerin, SPK'dan elde edilmiş hali hazırda oluşan getiri ile arasında %82,6'lik bir ilişki olduğu görülmektedir. Hesaplanan ilişki derecesine göre modelin açıklanmasındaki başarının iyi olduğu anlaşılmaktadır (Monks,1996). Girdi değerlerinin çıktı değerlerini belirleme oranı olan regresyon değeri, 0,79 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, elde edilen değerlerin başarılı olduğunu yani yapay sinir ağları ile oluşturulan modelin sonuçlarının doğru hesaplandığını göstermektedir.

5.2.2.4.1 Tüm Yatırım Fonları ile Oluşan Modelin Testi

Tablo 49. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler

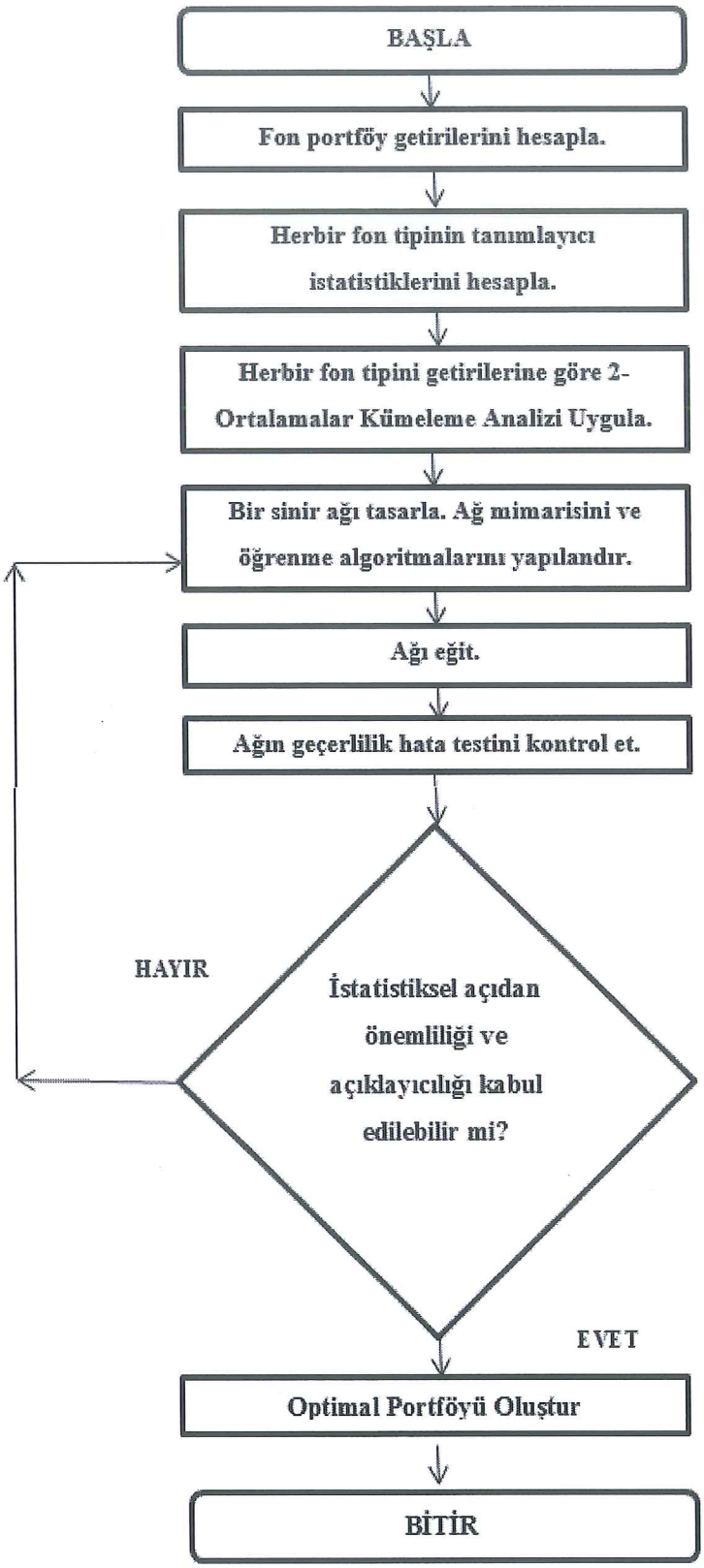
	N	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
GETİRİ (TL)	42	20,78507	0,4948828	21,6451857
GETİRİTL- Tahmini Getiri	42	21,05691	0,5013551	16,4579244
Toplam N	42			

Tablo 49, hem yatırım fon portföyünün yüksek getirili değerlerinin toplamını, ortalamasını ve riskini hem de yapay sinir ağları modeli ile yapılan tahmin sonuçlarının toplamını, ortalamasını ve riskini göstermektedir. Bu sonuçlara göre; yapay sinir ağları modeli ile tahmin edilmiş olan değerlerin getirilerinin, hem gerçek değerlerden daha yüksek olduğu hem de riskinin daha düşük olduğu bulunmuştur. Yani yapay sinir ağları modeli, gerçek değerlerden daha optimal fon portföyleri oluşturmaktadır.

5.3. İş-Akış Diyagramı

Yukarıda yapılan analizler sonucunda sistem kendi kendini güncel veriler ile güncelleyebilen akıllı bir sistem haline getirilmiştir. Bu sistemin iş-akış diyagramı Şekil 16'de verilmektedir. Ayrıca Sistem'de kullanılabilecek yöntem tercihleri, uygulanan yöntemin sebepleri ve diğer yöntemlerin kullanılmama sebepleri Tablo 50' de, yapılan yöntemler, tercih edilen değişkenler ve yöntemin geçekleştirildiği paket programları ise Tablo 51' de verilmektedir.

Şekil 16. İş-Akış Diyagramı



Tablo 50. İş Akışının İşlem ve Yöntem Değerlendirmesi

İŞLEM (1.ETAP)	Fon portföy birim pay değerlerini toplama, birim pay değerleri üzerinden getiri hesabı ve tanımlayıcı istatistiklerin hesaplanması, düşük ve yüksek getiri olarak sınıflama.
YÖNTEM ALTERNATİFLERİ	K-en Yakın komşuluk yöntemi Hiyerarşik Kümeleme Analizi K-Ortalama Kümeleme Analizi
TERCİH EDİLEN YÖNTEM VE TERCİH NEDENİ	K-Ortalamalar Kümeleme Analizi, en başta kaç kümeye ayrılabileceği bilindiği ve istenen sayıda kümeye ayrılabildiği, belirli bir benzeşmezliğe göre gruplanmakta olduğu için bu sistemde kullanılmıştır. Diğer bir sebep ise; veri sayısının çok büyük olması.
DİĞER YÖNTEMLERİN TERCİH EDİLMEME NEDENİ	Hiyerarşik kümeleme analizi, küme sayısının en başta bilinmediği durumlarda kullanılmaktadır. Ama bu sistemde küme sayısı en başta bilinmektedir. Ayrıca genelde Hiyerarşik kümeleme analizi daha az sayıda veri setinde kullanılması tercih edilmektedir. K-en yakın komşuluk yönteminin tercih edilmemesinin sebebi ise; test edilecek, irdelenebilecek bir amaç noktası teyit etmek neredeyse imkansız oluğu içindir.
İŞLEM (1.ETAP)	Yüksek ve düşük getirili olarak kümelenmiş 2 gruptan yüksek getirili portföylerin ileriye dönük getiri tahmin modelinin oluşturulması.
YÖNTEM ALTERNATİFLERİ	Regresyon Analizi Genetik Algoritmalar Diskriminant Analizi Yapay Sinir Ağları
TERCİH EDİLEN YÖNTEM VE TERCİH NEDENİ	Yapay Sinir Ağlarının çok değişkenli ve değişkenler arasında karmaşık, karşılıklı etkileşimin bulunduğu veya tek bir çözüm kümesinin bulunmadığı durumlarda başarılı sonuçlar verir. Ayrıca doğrusal olmayan bir modelleme aracı olduğu için ve normallik şartı taşımadığı için tercih edilmektedir. İleri beslemeli bir sinir ağının kullanılmasının sebebi ise; hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerdeki ileriye dönük tahmin değerlerinin doğruluk payının yüksek bulunması, diğer modellere göre daha basit kullanımı ve hızıdır.
DİĞER YÖNTEMLERİN TERCİH EDİLMEME NEDENİ	Regresyon Analizinde çoklu bağlantı, farklı varyans ve oto korelasyon sorunu yaşanabilir. Ayrıca karmaşık ve büyük verileri optimize etme hızı düşüktür ve sadece doğrusal bir modelleme aracıdır. Genetik Algoritmalar çaprazlama, seleksiyon ve mutasyon işlemleri teker teker yapıldığı için süreç oldukça uzun sürebilmektedir. Diskriminant analizinde ise; gruplar arası farklılık test edildiği için bu sistemde tercih edilmemiştir.

Tablo 51. Uygulanan Analizler ve Kullanılan Yazılımlar

SÜREÇ	DEĞİŞKENLER	İŞLENEN DEĞİŞKENLER	ANALİZ YÖNTEMİ	KULLANILAN YAZILIM
1.ETAP	Birim Pay Değeri, Portföy Getirisi, Hisse Senedi Getirisi, Kamu Borçlanma Senedi Getirisi, Ters Repo Getirisi, Borsa Para Piyasası Getirisi, Yabancı Menkul Kıymet Getirisi, Diğer Getiri.	Portföy Getirisi	K-Ortalamalar Kümeleme Analizi	SPSS 22.0
2.ETAP	Portföy Getirisi, Hisse Senedi Getirisi, Kamu Borçlanma Senedi Getirisi, Ters Repo Getirisi, Borsa Para Piyasası Getirisi, Yabancı Menkul Kıymet Getirisi, Diğer Getiri.	Portföy Getirisi	Yapay Sinir Ağları	SPSS 22.0

BÖLÜM VI. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yatırımcıların, ellerinde bulundurdukları belli bir birikim ile daha fazlasını kazanma isteği, hem getiri hem de risk kavramını ortaya çıkarmaktadır. Belli bir risk düzeyinde, belli bir getiri sağlamak için farklı yatırımlar yapılabilmektedir. Bu durumda en dikkat çekici nokta, yatırımcının beklediği kazancı sağlamak için ne kadarlık bir riske toleransının olduğunun ve hangi yatırım araçlarına yatırım yapılması gerektiğinin bilinmesidir. İşte bu durum portföy yönetimi, portföy optimizasyonu ve veri madenciliği kavramlarını gündeme getirmektedir.

Portföy yönetimi yaklaşımı ilk olarak "Geleneksel Portföy" kavramı ile uygulanmaya başlanmıştır. 1950'li yıllara kadar geniş ölçüde uygulama alanı bulan geleneksel portföy yaklaşımı, 1952'de H. Markowitz tarafından geliştirilen modern portföy yaklaşımı ile yeni bir boyut kazanmıştır (Markowitz,1952). 1952 yılında "Portföy Seçimi" adı altında H. Markowitz'in yayınladığı makalesinde beklenen getiri ve getiri varyansı kısıtı üzerine çalışmış ve bu kısıtlar altında optimal portföyün oluşturulabileceğini savunmuştur (Markowitz,1952).

Yatırımcıların, yatırım tercihlerini tahvil, hisse senedi, vs. yerine sadece fon alım satımı ile gerçekleştirmek istedikleri takdirde, oluşturulan portföy, fon portföyü olmaktadır.

Portföy yönetiminde getiri ve riski optimize ederken, bu amaçla yatırım yapılacak olan menkul kıymetlere hangi oranda yatırım yapılacağına karar verilir (Sarıkaya ve Tatlıdil,2013). Portföy yöneticisinin yapmaya çalıştığı bu durum portföy optimizasyonu olarak adlandırılmaktadır.

Portföy optimizasyonunda hedef çeşitlendirme olduğu için, uzun yıllar taki Markowitz'in "Modern Portföy" kavramı kabul edilene kadar, portföyün çeşitlendirilmesi sadece portföyde yer alan menkul kıymetlerin sayısının artması ile yapılmaktaydı. Ancak Markowitz'in ortalama-varyans modeli ile sadece portföyde yer alan menkul kıymetlerin sayısı değil, portföyde yer alan menkul kıymetlerin, birbiriyle olan ilişkisi de dikkate alınmaya başlanmıştır. Hatta sadece menkul kıymet sayısı arttırılarak iyi bir çeşitlendirme

yapılamayacağı ispatlanmıştır. İyi bir çeşitlendirme için menkul kıymetlerin ilişkilerinin yönlerine bakılması gerektiği belirlenmiştir (Markowitz,1952).

Bir yatırımı optimize etmeye başlamadan önce hangi yatırım araçlarının seçileceği de diğer bir önemli konudur. Bu tezde incelenen yatırım araçları A tipi, B tipi ve Emeklilik Yatırım fonlarıdır. Tezin amacı doğrultusunda, elde edilen fonlar ile optimal portföy/ portföyler elde edilmiştir.

Portföy yöneticileri yaptıkları çalışmalarda, elde etmek istedikleri portföye ulaşmaya çalışırken aslında ihtiyaçları olmayan veya ileride gerek duymayacakları verileri de elde etmektedirler. Elde edilen bu veriler ile bilgisayarlarda gereksiz veri depolanmaktadır. Bu veriler arasından ihtiyaca uygun olanları seçmek hem vakit hem de para kaybıdır. Veri tabanlarının içerisinde çok büyük miktarda veri depolama, çalışanların gerekli olan verileri bulmada zorluk çekmesine sebep olmuştur. Yaşanan bu zorluklar, finansal analizcileri yeni yöntemler ve teknikler kullanmaya yönlendirmiştir. İhtiyaç olmayan verilerin ayrıştırılması için analizlerde veri madenciliği teknikleri kullanılmaya başlanmıştır.

Veri madenciliği; (genellikle büyük) gözlemsel verilerin analizinde umulmadık ilişkileri bulmak ve veri sahibine anlaşılır, kullanışlı hem de yeni yollarla verileri özetlemek olarak tanımlanmaktadır (Hand ve diğerleri, 2004).

Toplanan veriler, veri ambarlarında saklanmaktadır. Veri ambarı, işletme yöneticilerinin verileri organize edebilmesi, anlayabilmesi ve stratejik kararlar için kullanabilmesi anlamına gelmektedir. Veri ambarı sistemleri günümüzün rekabetçi, hızla gelişen dünyada çok değerli araçlardır. Ayrıca veri ambarı sistemleri, uygulama sistemleri için çeşitli entegrasyona izin vermektedir (Han ve Kamber,2001).

Bu tezde veri madenciliği yöntemi/yöntemleri kullanılmasının temel nedeni; 2001-2014 yılları arasında yer alan büyük ve karmaşık bir veri setinden tüm yatırım fonları ile çalışabilmek ve model için gerekli olan veriyi seçebilmektir.

Tezin analiz kısmında 04.04.2001-31.12.2014 tarihleri arasındaki günlük fon portföy birim pay değerleri ve portföyü oluşturan bileşenlerin, ağırlıklarına göre birim pay değerleri ele alınmıştır. Fon değerlerinin karşılaştırılabilirliliği esas alınmış ve bu yüzden veri setinden aynı gün başlamayan veriler veri indirgeme tekniklerinden boyut indirgeme ile çıkarılmıştır. Analizde kullanılan veriler 01.01.2010-31.12.2014 tarihleri arasındaki portföy ve portföyü oluşturan bileşenlerin getirileridir. Veri setinde 1 adet bağımlı değişken 6 adet bağımsız değişken bulunmaktadır. Kitle boyutu (N) 511.930 dur.

Bu tezde veri madenciliği tekniklerinden Kümeleme Analizi kullanılmıştır. Kümele analizinde ise; veri sayısının çokluğundan dolayı ve küme sayısının önceden belirlenebilmesinden dolayı K-Ortalama Kümeleme Analizi seçilmiştir. Yalnız gözlem sayısının veya veri hacminin büyüklüğünden ve küme sayısının bilinmesinden dolayı değil; aynı zamanda kazanç ve kayıp veren veya az riskli ve çok riskli gözlemlerin/kayıtların ayrımı için net bir sınır tanımlamak mümkün olmadığından, verinin kendi içerisindeki dağılımından yola çıkarak 2 gruba ayırmak için kümeleme analizi kullanılmıştır.

2 farklı kümede sınıflandırma işleminin aritmetik ortalama yerine kümeleme analizi ile yapılmasının başlıca nedenleri aşağıdaki gibidir;

- Veriler homojen olmadığı için aritmetik ortalama yanıltıcı olabilmektedir.
- Etkin piyasalar hipotezine göre veriler normal dağılmıyor olabilmektedir.
- Aritmetik ortalama tek bir değişkeni dikkate alırken kümeleme analizi yapısı gereği çok değişkenli bir analizdir ve birden fazla değişken için geçerli olan getiriyi dikkate almaktadır.
- Aritmetik ortalamada yüksek ve düşük getiri arasında bir limit olmadığı için kümeleme analizi ile kümeler arasına limit konulabilmektedir.

Yapılan analiz sonucunda; A tipi fon portföy getirileri 2 farklı kümeye ayrılmıştır. Bunlarda 1 nolu küme negatif getiriye, 2 nolu küme ise pozitif getiriye sahiptir. 1 nolu kümede 162 portföy yer alırken, 2 nolu kümede 104.494 portföy yer almaktadır. Bu durum, A tipi fon portföylerinin büyük bir kısmının pozitif bir getiriye sahip olduğunu göstermektedir.

Analizin devamında B tipi fon portföy getirileri de 2 farklı kümeye ayrılmıştır. Bunlarda 1. nolu küme pozitif getiriye 2 nolu küme ise negatif getiriye sahiptir. 1 nolu kümede 149198 portföy yer alırken, 2 nolu kümede 52 portföy yer almaktadır. Bu durum, B tipi fon portföylerinin büyük bir kısmının da pozitif bir getiriye sahip olduğunu göstermektedir.

Emeklilik Yatırım fon portföy getirilerine K-Ortalama Kümeleme Analizi uygulandığında 2 farklı kümeye ayrılmıştır. Bunlardan 1. nolu küme düşük getiriye 2 nolu küme ise yüksek getiriye sahip olduğu görülmüştür. 1 nolu kümede 175937 portföy yer alırken, 2 nolu kümede 21 portföy yer almaktadır. Bu durum, Emeklilik Yatırım fon portföylerinin büyük bir kısmının düşük bir getiriye sahip olduğunu göstermektedir.

Analizde tüm yatırım fonları içinden yüksek getirili bir portföy seçilmek istendiği zaman; 1 nolu küme yüksek getiriye, 2 nolu küme ise düşük getiriye sahip olduğu görülmüştür. 1 nolu kümede 42 portföy yer alırken, 2 nolu kümede 429824 portföy yer almaktadır. Bu durum, tüm fon portföylerinin içinden büyük bir kısmının düşük getiriye sahip olduğunu göstermektedir.

Yatırımcılar yatırımlarınını tüm yatırım fon portföylerine karışık olarak yapmaya karar verdikleri durumda, K-Ortalama Kümeleme Analizi sonucuna göre yüksek getirili bir portföy elde etmek için analiz sonucunda elde edilen 1 nolu kümeden bir veya birçok portföye yatırım yapmalıdırlar.

Oluşturulan model sonucunda, her bir fon grubu birbiriyle karşılaştırıldığı zaman; Emeklilik Yatırım fonlarının A tipi fon grubundan, A tipi fon grubunun da B tipi fon grubundan daha yüksek portföy getirisine ve daha düşük portföy riskine sahip olduğu görülmektedir. A tipi fonların portföy dağılımına bakıldığında ağırlıklı olarak hisse senedi yatırımına, B tipi fonların portföy dağılımına bakıldığında ağırlıklı olarak kamu borçlanma senedi yatırımına ve emeklilik yatırım fonlarının portföy dağılımına bakıldığında ise ağırlıklı olarak ters repo yatırımına yatırım yapıldığı görülmektedir.

A tipi, B tipi ve Emeklilik Yatırım fonları ayrı ayrı analiz edildiğinde elde edilen yüksek getirili portföyler 2012 yılı içinde gerçekleşmiştir. 2008 yılında gerçekleşen küresel

finansal krizden sonra 2012 yılına kadar yüksek getirili bir fon portföyünün oluşamaması beklenmeyen bir durum değildir; çünkü 2008 yılından itibaren tüm dünyayı etkisi altına alan küresel finansal kriz sebebiyle, azalan küresel doğrudan yatırım akımlarından Türkiye'de etkilenmiş ve 2009 yılından itibaren daha dalgalı bir seyir izlenmiştir. 2008 küresel finansal krizinin etkileri ile azalan fon portföy getirileri, ilerleyen yıllar içinde artışa geçmiştir ancak 2012 yılında doğrudan yabancı sermaye artışı gözlemlenmiştir.

Kümeleme analizi ile elde edilen portföy getiri değerlerini yüksek ve düşük getiri başlığı altında sınıflayarak, analizin üçüncü kısmında kullanılan yapay sinir ağları modelinde, sadece elde edilen yüksek getirili kümenin elemanları kullanılmıştır. Bunun nedeni; bu tezin amacı olan optimal portföy tahmininde düşük getirili portföylerin bir katkısının olmadığının düşünülmesidir.

Model oluşturulurken basit istatistiksel modellerden yararlanılmamasının en önemli nedeni yapay sinir ağlarının çok değişkenli bir model olmasıdır. Basit istatistik modellerinden ileriye dönük tahminler yapabilmek için klasik regresyon modelleri kullanılabilirdi. Ancak klasik regresyon modeli, hem doğrusal bir modeldir hem de normallik şartı aranmaktadır. Ayrıca veri açısından sadece nicel veriler ile çalışılabilinir. Yapay sinir ağlarında ise; hem doğrusal olmayan hem de ihtiyaç halinde farklı yöntemlerde kullanılabilecek olan nitel veriler ile de modelleme yapmak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan verilerin örneğin hisse senetleri, stokastik bir yapıya sahip olduğu için normal dağılım sergilediği düşünülemez.

Bu tezde sadece bu dönem için bir model değil gelecekteki veriler ile de akıllı bir model oluşturmak amaçlandığı için ve gelecekteki verilerin durumu bilinmediğinden dolayı yapay sinir ağları modeli tercih edilmiştir.

Yapay sinir ağları ile yapılan tahmin sonucunda her bir fon portföy tipi için (A tipi, B tipi, Emeklilik, Tüm yatırım fon portföyleri) bulunan sonuçlar gerçekleşen sonuçlardan daha başarılıdır. Yani tahmin edilen getiriler daha yüksek, risk ise daha düşüktür. Bu durum modelin anlamlı ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Veri madenciliği yöntemlerinden kümeleme analizi ile verileri sınıflayarak, daha sonra da yapay sinir ağları

ile ileriye dönük tahminler yapılarak anlamı değerler elde edildiği, bu tezin uygulama kısmının sonucunda görülmüştür.

Bulgular ışında; günümüzde yatırımcılar kendileri için en avantajlı yatırımı seçmektedirler veya seçmeye çalışmaktadırlar. Özellikle finansal okur yazarlılığı düşük olan yatırımcılar, oluşturulan portföyler hakkında detaylı bilgiye sahip olmadıkları için fon tercihlerini finans kuruluşlarının önerilerine göre veya kendilerinin finansal bilgi birikimine dayanmayan görüşleriyle belirlemektedirler.

Bu tezde oluşturulan model yukarıda tespit edilen sorunlara çözüm üretmek amacıyla geliştirilmiştir. Yatırımcılar, geliştirilen model ile istedikleri fon tipi içinden optimal (yüksek getirili ve düşük riskli) portföye veya hangi fon tipine yatırım yapmaları gerektiğine karar verebilmektedirler.

Kurumsal yatırımcıların ve bireysel yatırımcıların kolay kullanımı için bu sistem, bir yazılıma dönüştürülebilir ve kendi kendini güncel veriler ile güncelleyebilen akıllı bir sistem olur ise; kullanıcılarda, bankaların internet sayfasında kredi hesaplama programları gibi, optimal fon portföy hesaplama programı ile optimal olan bir fon porföyü belirleyebilir.

Tezin adını taşıyan akıllı sistem bu tezin ana amaçlarındandır. Oluşturulan sistemin akıllı bir sistem olması; birçok veriye anında ulaşabilmesine, değişkenleri anında ilişkilendirip analiz edebilmesine, kullanım kolaylığına ve erken uyarı özelliğine sahip olmasına imkan vermiştir. Önce kümeleme analizi ile sınıflandırılan daha sonra yapay sinir ağları ile oluşturulan model; kendi kendine oluşan, gerekli model güncellemelerini yapan ve otomatik karar veren bir sistem olduğu için akıllı sistem olarak adlandırılmıştır.

Tezin diğer bir amacı ise oluşturulan sistemi, iş akış akış diyagramında göstermektir; çünkü model akıllı bir sistem olduğundan dolayı ileride bu sistem iş akış diyagramı ile bir algoritmaya dökülebilir ise, yeni veri girişi yapıldığında geleceğe yönelik tahminler yapılabilmesi için sistemin akıllı olması gerekmektedir. Oluşturulabilecek olan yazılım ile finansal bilgi düzeyi düşük yatırımcılar bile kendileri için en optimal portföyü oluşturabileceklerdir.

Hem finansal bilgi düzeyi düşük kişilerin hemde finansal bilgi birikimine sahip olan kişilerin kullanabileceği kendi kendini güncelleyen bir sistem oluşturulmuştur. Piyasalarda herhangi bir kırılganlık olduğu veya finansal kriz riski çıktığı zaman modelin geliştirildiği zamandan daha farklı model ile hareket etmek gerekir. İşte böyle durumlarda bu tezde oluşturulan akıllı sistem sayesinde model kendi kendini güncelleyebilecektir. Eğer akıllı bir sistem olmasaydı, böyle durumlarda sistem kullanım dışı kalırdı. Bu tezde geliştirilen sistem'in en önemli özelliği, arkasında çalışan modeli değişen koşullara göre sürekli güncelleyebilmesi ve geliştirilen sistem'in ileriki zamanlarda aktif kalabilmesidir. Dolayısıyla, tezin özgün yanı da tez kapsamında geliştirilen bu sistemdir.

Geliştirilen sistem, ülkemizde en çok fon kullanıcısı olan hane halkının; oluşturacakları fon portföylerinden minimum riskle maksimum getiri elde etmelerini sağlayacaktır. Bu sayede, geliştirilen sistemin hem literatüre hem de uygulamacılara önemli ölçüde katkısı olması beklenmektedir.

Sermaye piyasalarında optimal sistem'in kullanılması ile fon kullanıcılarının sayısının arttırılması ile sermaye piyasasının temel işlevi olan " sermayenin tabana yayılması" ilkesini sağlanması mümkün olabilmektedir. Bu modelin yaygın kullanılması, finansal bilgi düzeyi düşük olan yatırımcıların yatırım yapmasını kolaylaştırabileceğinden dolayı önem taşımaktadır.

Bu tezin literatüre ve uygulama alanına katkı sağlamasının yanı sıra, ileride farklı veri madenciliği yöntemleri ile yeni sistemlerin geliştirilmesine öncülük etmektedir. Yapılabilecek diğer bir çalışma ise; K-Ortalamalar Kümeleme analizi ve Yapay Sinir Ağları yöntemi ile siyasi, sosyal vb. nitel veriler ile veri seti zenginleştirilerek nicel olmayan değişkenler de sistemde yapılandırılarak, siyasal, sosyal olaylara daha duyarlı optimal portföy/portföyler bulan bir Sistem üzerinde çalışılabilinir. Bu tezde oluşturulan Sistem ve akış şeması, modelin farklı verilerle otomasyona dayalı olarak çalışılmasına da izin vermektedir. Zenginleştirilmiş bir veri setiyle de sistem sorunsuz çalışması beklenmektedir; çünkü Sistem'de kullanılan yöntemler, özellikle her türlü değişkeni kullanmaya uygun olan yöntemlerden seçilmiştir.

KAYNAKÇA

Ak, S. 2006. Ticari bankalarda fon yönetimi. ***TC Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı***, Ankara.

Alan, M.A., 2014. Karar ağaçlarıyla öğrenci verilerinin sınıflandırılması. **Ataturk University Journal of Economics &Admisnistrative Sciences.**

Albayrak, S. A., ve Yılmaz, Ş. K. 2009. Veri madenciliği: Karar ağacı algoritmaları ve İMKB verileri üzerine bir uygulama. ***Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi***, 14(1): 31-52.

Altaylıgil, B. 2008. Portföy seçimi ve ortalama-varyans-çarpıklık modeli. ***İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi***, 2: 65-78.

Anderson, S., ve Ahmed, P. 2005. Mutual funds: Fifty years of research findings (Vol. 16). ***Springer Science & Business Media.***

Apoteker, T., ve Barthelemy, S. 2005. Predicting financial crises in emerging markets using a composite non-parametric model. ***Emerging Markets Review,*** 6(4): 363-375.

Ata, H. A., ve Seyrek, İ. H. 2009. The use of data mining techniques in detecting fraudulent financial statements: an application on manufacturing firms. ***Süleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences,*** 14(2): 157-170.

Atan, M., ve Duman, S. 2007. Konno-yamazaki portföy modelinin doğrusal programlama yardımıyla çözümlenmesi. ***YA/EM 2007 Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği – XXVII. Ulusal Kongresi***, İzmir: 1-5.

Atan, S., Özdemir, Z. A., ve Atan, M. 2009. Hisse senedi piyasasında zayıf formda etkinlik: imkb üzerine ampirik bir çalışma. ***Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi***, 24(2): 33-48.

Aygören, H., Sarıtaş, H., ve Moralı, T. 2012. İMKB 100 endeksinin yapay sinir ağları ve newton nümerik arama modelleri ile tahmini, ***Uluslararası Alanya İşletme Fakultesi Dergisi,*** 4: 73-88.

Aygören, H., ve Akyer, H. 2013. Etkin portföylerin belirlenmesinde veri-aralığı, hisse senedi sayısı ve risk düzeyi faktörlerinin etkisi. ***International Journal of Alanya Faculty of Business,*** 5(2): 9-17.

Azayite, F. Z., ve Achchab, S. 2016. Hybrid discriminant neural networks for bankruptcy prediction and risk scoring. ***Procedia Computer Science***, 83: 670-674.

Bekçi, İ., 2001. Optimal portföy oluşturulmasında bulanık doğrusal programlama modeli ve İMKB'de bir uygulama. ***T.C Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı***, Doktora Tezi.

Bekçi, İ., Eroğlu, A., ve Usul, H. 2001. Portföy seçimi problemine bulanık mantık yaklaşımı. ***Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi***, 6(2): 89-107.

Bera, A. K., ve Park, S. Y. 2008. Optimal portfolio optimization using maximum entropy. ***Econometric Review,*** 27(4-6): 484-512.

Berk, J. B., ve DeMarzo, P. M. 2007. ***Corporate finance***. Pearson Education.

Berson, A., Smith, S., ve Thearling, K. 1999. ***Building data mining applications for crm.*** McGraw-Hill.

Białkowski, J., ve Otten, R. 2011. Emerging market mutual fund performance: Evidence for Poland. ***The North American Journal of Economics and Finance***, 22(2): 118-130.

Bilal Zorić, A. 2016. Predicting customer churn in banking industry using neural networks. ***Interdisciplinary Description of Complex Systems***, 14(2): 116-124.

Bilgen, O. 2009. Uluslararası hisse senedi piyasalarından fon temini ve uygulama örneği. ***T.C Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı***, Ankara.

Bini, B. S., ve Mathew, T. 2016. Clustering and regression techniques for stock prediction. ***Procedia Technology***, 24: 1248-1255.

Black, K. H. 2004. ***Managing a hedge fund: a complete guide to trading, business strategies, risk management, and regulations***. McGraw Hill Professional.

Brachman, R. J., ve Anand, T. 1996. The process of knowledge discovery in databases. **Advances in knowledge discovery and data mining**: 37-57. American Association for Artificial Intelligence.

Büyükağaoğlu, Ş. I. 2011. Ticari bankalarda fon yönetimi ve fon yönetiminde karşılaşılan finansal riskler. ***T.C Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Programı***, Doktora Tezi.

Cai, Q., Zhang, D., Wu, B., ve Leung, S. C. 2013. A novel stock forecasting model based on fuzzy time series and genetic algorithm. ***Procedia Computer Science***, 18: 1155-1162.

Campbell, J. Y., Lettau, M., Malkiel, M. G., ve Xu, Y. 2001. Have individual stocks become more volatile? an empirical exploration of idiosyncratic risk. ***Journal of Finance***, 56: 1-43.

Ceylan, A., ve Korkmaz, T. 1995. ***Borsada uygulamalı portföy yönetimi***. 2. Baskı. Bursa: Ekin Yayınları.

Ceylan, A., ve Korkmaz, T. 1998. ***Borsada uygulamalı portföy yönetimi.*** 3. Baskı. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.

Ceylan, A., ve Korkmaz, T. 2006. ***Sermaye piyasası ve menkul değerler analizi***. 3. Baskı. İstanbul: Ekin Kitabevi,

Chang, P. C., Jia, C., ve Wang, Z. 2010. Bank fund reallocation and economic growth: Evidence from China. ***Journal of Banking & Finance***, 34(11): 2753-2766.

Chen, A. T., Mark, L., ve Dauk, H. 2003. Application of neural networks to an emergining financial market: Forecasting and trading the taiwan stock index. ***Pergamon Computers & Operations Research***, 30: 901-923.

Chen, G., Luo, Z., Liau, X., ve diğerleri, 2011. Mean-variance-skewness fuzzy portfolio selection model based on intuitionistic fuzzy optmization. ***Procedia Engineering***, 15: 2062-2066.

Chitra, K., ve Subashini, B. 2013. Data mining techniques and its applications in banking sector. ***International Journal of Emergining Technology and Advanced Engineering,*** 3(8).

Christensen, M. 2013. Danish mutual fund performance. ***Applied Economics Letters***, 20(8): 818-820.

Chung, H. K. 2000. How many securities make a well-diversified portfolio: KLSE Stocks. ***Universiti Sains Malaysia***, PhD Thesis.

Copeland, T. E., Weston, J. F., ve Shastri, K. 1983. ***Financial theory and corporate policy*** (Vol. 4). Massachusetts: Addison-Wesley.

Crezee, D. P. ve Swinkles, L. A. P. 2010. Create Better Diversified High-Conviction Equity Portfolios Using the Portfolio Diversification Index. ***Erim Report Series Research In Management.*** <http://repub.eur.nl/pub/21037/> Erişim Tarihi: 21/03/2015.

Çalış, A., Kayapınar, S., ve Çetinyokuş, T. 2014. Veri madenciliğinde karar ağacı algoritmaları ile bilgisayar ve internet güvenliği üzerine bir uygulama. ***Endüstri Mühendisliği Dergisi***, 25(3-4), 2-19.

Çelik, A. E., ve Karatepe, Y. 2007. Evaluating and forecsting banking crises through neural networks models: an application for Turkish banking sector. ***Expert Systems with Applications,*** 33: 809-815.

Damodaran, A. 2002. ***Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset.*** 2nd Edition. John Wiley & Sons

Demir, Y., ve Derer, E. 2012. Optimal portföy kapsamında tanjant portföyü imkb-100'de örnek uygulama. ***Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi***, 4(2): 13-25.

Demir, Y., ve Yavuz, A. 2004. Bireysel emeklilik sisteminin sermaye piyasalarına etkisi ve sistemin geliştirilmesinde vergisel teşviklerin önemi. ***Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi***, 9(1): 284-286.

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

DiBartolomeo, D. ve Witkowski, E. 1997. Mutual Fund Misclassification: Evidence Based on Style Analysis. ***Financial Analyst Journal*** 53(5): 32-43.

Dondurmacı, G., 2011. Veri madenciliği`nde regresyon ağaçları ile sınıflandırma ve bir uygulama. **T.C Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı**, Doktora Tezi, İstanbul.

Elton, E. J., ve Gruber, M. J. 1977. Risk reduction and portfolio size: an analytic solution. ***Journal of Business,*** 50: 415-437.

Enke, D., Grauer, M., ve Mehdiyev, N. 2011. Stock market prediction with multiple regression, fuzzy type-2 clustering and neural networks. ***Procedia Computer Science***, 6: 201-206.

Erdoğan, Ş. Z., ve Timor, M. 2005. A data mining application in a student database, ***Journal of Aeronautics and Space Technologies***, 2(2): 53.

Esfahani, N. E., Sobhiyah, M. H., ve Yousefi,Y. V. 2016. Project portfolio selection via harmony search algorithm and modern portfolio theory. ***Social and Behavior Science***, 226: 51-58.

Evans, L. J., ve Archer, H. S. 1968. Diversification and the reduction of dispersion: an empirical analysis. 23(5): 761-767.

Falat, L., Stanikova, Z., Durisova, M., Holkova, B., ve Potkanova, T. 2015. Application of neural network models in modelling economic time series with non-constant volatility. ***Procedia Economics and Finance***, 34: 600-607.

Fama, E. F., ve French, K. R. 2004. The capital asset pricing model: Theory and evidence. ***The Journal of Economic Perspectives***, 18(3): 25-46.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., ve Smyth, P. 1996. From data mining to knowledge discovery in databases. ***AI magazine***, 17(3): 37.

Fein, M. L. 2008. **Securities activities of bank**. 3rd Edition. USA: Apsen Publishers.

Fielitz, B. D. 1974. Indirect versus direct diversification. ***Financial Management***, 13: 54-62.

Fisher, L., ve James H. L. 1970. Some studies of variability of returns on investments in common stocks. ***Journal of Busines,*** 43: 99-134.

Francis, J. C. 1991. ***Investment-analysis and management.*** Mc Grow Hill.

Giudici, P., & Figini, S. 2009. ***Front matter*** (pp. i-viii). John Wiley & Sons, Ltd.

Glasserman, P. 2007. Calculating portfolio credit risk. ***Handbooks in Operations Research and Management Science***, 15: 437-470.

Gökçe, G. A., ve Cura, T. 2003. İMKB hisse senedi piyasalarında iyi çeşitlendirilmiş portföy büyüklüğünün araştırılması. ***Yönetim Dergisi***, 14: 63-81.

Gökgöz, F. 2005. A Tipi Karma Yatırım Fonlarının Stil Analizi ve Performans Değerlendirmesi. ***SPK Yayınları***, Ankara.

Gündoğdu, A. E., 2010. Menkul kıymet yatırım fonları ve bireysel emeklilik atırım fonlarının kıyaslamalı getiri analizi. ***T.C Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Sermaye Piyasası ve Borsa Anabilim Dalı***, Doktora Tezi, İstanbul.

Han J., ve Kamber, M. 2001. ***Concepts and techniques***. 2nd Edition. Elsevier.

Hand, D., Mannila, H., ve Smyth, P. 2001. ***Principle of data mining***. The MIT Press.

Hastie, T., Tibshirani, R., ve Friedman, J. 2008. ***The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction.*** Springer Series in Statistics.

Hayat, R., ve Kraeussl, R. 2011. Risk and return characteristics of Islamic equity funds. ***Emerging Markets Review***, 12(2): 189-203.

Hejazia, S. A., ve Jacksona, K. R. 2016. A neural network approach to efficient valuation of large portfolios of variable annuities. ***Insurance: Mathematics and Economics***, 70: 169-181.

Hicks, J. R. 1935. A suggestion for simplifying the theory of Money. ***Economica***, 2(5): 1-19.

Horasanlı, M., 2005. Sürekli zamanlı portföy seçimi ve imkb'de bir uygulama. ***İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Hosseini, S., ve Hamidi, N. 2016. Common funds investment portfolio optimization with fuzzy approach. ***Procedia Economics and Finance***, 36: 96-107.

Huij, J., ve Post, T. 2011. On the performance of emerging market equity mutual funds. ***Emerging Markets Review***, 12(3): 238-249.

Hübner, G. 2005. The generalized Treynor ratio. ***Review of Finance***, 9(3): 415-435.

İnce, A. R., ve Alan, M. A. 2014. Ürün portföy planlamasında veri madenciliğinden yararlanılması üzerine bir çalışma. ***EUL Journal of Science. LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi***, II: 64-77.

İskenderoğlu, Ö., ve Karadeniz, E. 2011. Optimum portföyün seçimi: İMKB 30 üzerinde bir uygulama. ***C.U. İkitsadi ve İdari Bilimler Dergisi***, 12(2).

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası. 2010 Aralık. ISBN: 978-975-6450-34-5. <http://www.yatirimyapiyorum.gov.tr/media/9647/borsa%20yat%C4%B1r%C4%B1m%20fonlari.pd> Erişim Tarihi: 31.10.2016.

Jacobson, T., ve Roszbach, K. 2003. Bank lending policy, credit scoring and value at risk. ***Journal of Banking and Finance,*** 27: 178.

Jansen, D. W., Keodijk, K. G., ve Casper, G. V. 2000. Portfolio selection with limited downside risk. 7(3–4): 247-269.

Jarrow, R. A., ve Protter, P. 2007. Liquidity risk and option pricing theory. ***Handbooks in Operations Research and Management Science***, 15: 727-762.

Jaynes, E.T. 1957. Information theory and statistical mechanics. ***Repeat From The Physical Rewiev***, 106(4): 620-630.

Jorion, P. 1985. International portfolio diversification with estimation risk. ***J. Business***, 58: 259–278.

Joseph, A., Larrain, M., ve Singh, E. 2011. Predictive ability of the interest rate spread using neural networks. ***Procedia Computer Science***, 6: 207-212.

Karahan, M. 2015. Turizm talebinin yapay sinir ağları yöntemiyle tahmin edilmesi. ***Süleyman Demirel Üniversitesi, İkitsadi ve İdari Bilimler Dergisi,*** 20(2): 195-209.

Karan, M. B. 2004. ***Yatırım analizi ve portföy yönetimi***. 2. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi.

Kaya, H., ve Köymen, H. 2008. Veri madenciliği kavramı ve uygulama alanları. ***Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.***

Keler, Ş. A. 2008. Portföy yönetiminde yeni açılımlar ve dinamik portföy yönetimi olarak hedge fon yönetimi. ***T.C Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Bankacılık Anabilimdalı***, Doktora Tezi, İstanbul.

Kocabaş, Ş. 1998. ***Yapay zeka ders notları***. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Konuralp, G. 2005. ***Sermaye piyasaları, analizler kuramlar ve portföy yönetimi***. İstanbul: Alfa Basım Yayın.

Korkmaz, T., ve Uygurtürk, H. 2008. Türkiye'deki emeklilik fonları ile yatırım fonlarının performans karşılaştırması ve fon yöneticilerinin zamanlama yetenekleri. ***Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,*** 15(1).

Kovalerchuck, B., ve Vityaev, E. 2000. ***Data mining in finance: advances in relational and hybrid method.*** Kluwer Acad. Publ, ISBN:0-7923-7804-0

Koyuncugil, A. S. 2006. Bulanık veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması. ***Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı***, Doktora Tezi, Ankara.

Koyuncugil, A.S. 2007. ***Borsa şirketlerinin sektörel risk profillrinin veri madenciliğiyle belirlenmesi.*** Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu (Kamuya Açık).ASK/4.

Koyuncugil, A.S. 2007. ***Veri madenciliği ve sermaye piyasalarına uygulanması.*** Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu (Kamuya Açık).ASK/1.

Koyuncugil, A.S., ve Ozgulbas, N. 2008. İMKB'de işlem gören kobi'lerin güçlü ve zayıf yönleri: chaıd karar ağacı uygulaması. ***Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,*** 23(1): 1-21.

Koyuncugil, A. S., ve Ozgulbas, N. 2009. An intelligent financial early warning system model based on data mining for SMEs. ***International Conference on Future Computer and Communication***, 662-666, DOI:10.1109/ICFCC.2009.118 , IEEE Computer Society Press.

Koyuncugil, A. S., ve Ozgulbas, N. 2009. Veri madeciliği: Tıpta ve sağlık hizmetlerindeki kullanımı ve uygulamaları. ***Bilişim Teknolojileri Dergisi***, 2(2): 21-32.

Koyuncugil, A.S., ve Ozgulbas, N. 2012. Financial early warning system model and data mining application for risk detection. ***Expert Systems with Applications***, 39(6): 6238-6252.

Kullback, S. 1959. ***Information theory and statistics.*** 2nd Edition. Wiley. Chapter 11.

Kurup, P. U., ve Dudani, N. K. 2002. Neural networks for profiling stress history of clays from PCPT data. ***Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering***, 128(7): 569-579.

Küçükkocaoğlu, G. 2014. Optimal portföyün seçimi ve İMKB Ulusal-30 endeksi üzerine bir uygulama. Kasım 2014. <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/kisiseloptimization.pdf> Erişim tarihi: 17.04.2015

Küçükkocaoğlu, G. Portföy ve fon performans ölçümleri. <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/investendeksmodelleri.pdf> Erişim tarihi: 19.08.2016

Küçüksille, E. 2009. Veri madenciliği süreci kullanılarak portföy performansının değerlendirilmesi ve İMKB hisse senetleri piyasasında bir uygulama. ***T.C Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı***, Doktora Tezi, Isparta.

Lai, K. K., Yu, L., Wang, S., ve Zhou, C. 2006. A double-stage genetic optimization algorithm for portfolio selection. ***Lecture Notes in Computer Science***, 42(34): 928-937

Latane, A., ve Young, E. W. 1969. Test of portfolio building rules. ***The Journal of Finance,*** 4: 595-612. 18.04.2015. http://www.jstor.org/stable/2326218

Leavens, D. H. 1945. Diversification of investments. ***Trusts and Estates***, 80(5): 469-473.

Ledoit, O., ve Wolf, M. 2003. Improved estimation of the covariance matrix of stock returns with an application to portfolio selection. ***J. Empirical Finance***, 10: 603-621.

Lee, S. L., ve Byrne P. J. 2000. Risk Reduction and real estate portfolio size. ***6th PRRES Conference Sydney***, Australia. <http://www.prres.net/Papers/Lee_Risk_Reduction_and_Real_Estate_Portfolio_Size.pdf> Erişim Tarihi: 18.04.2015

Liao, S. H., ve Chou, S. Y. 2013. Data mining investigation of co-movements on the Taiwan and China stock markets for future investment portfolio. ***Expert Systems with Applications***, 40(5): 1542-1554.

Lin, C. C., ve Liu, Y. T. 2006. Genetic algorithms for portfolio selection problems with minimum transaction Lots. ***European Journal of Operational Research***, (185): 393-404

Lintner, J. 1965. The valuation of risk assets and selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. ***Review of Economics and Statistics,*** 9: 13-37.

Lobosco, A. ve DiBartolomeo, D. 1997. Approximating the Confidence Intervals for Sharpe Style Weights. ***Financial Analysts Journal July/August:*** 80-85.

Ma, X., Gao, Y., ve Wang, B. 2012. Portfolio optimization with cardinality constraints based on hybrid differential evolution. ***AASRI Procedia***, 1: 311-317.

Mackinnon, M. J., ve Glick, N. 1999. Data mining and knowlede discovery in databases an overview. ***J. Statistics***, 41(3): 255-275.

Maillet, B., Tokpavi, S., ve Vaucher, B. 2015. Global minimum variance portfolio optimisation under some model risk: A robust regression-based approach. ***European Journal of Operational Research***, 244(1): 289-299.

Malkiel, B. G., ve Fama, E. F. 1970. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. ***The journal of Finance***, 25(2): 383-417

Markowitz, H. 1952. Portfolio selection. ***The journal of finance***, 7(1): 77-91.

Markowitz, H. M. 1999. The early history of portfolio theory: 1600-1960. ***Financial Analysts Journal***, 55(4): 5-16.

Marschak, J. 1938. Money and the theory of assets. ***Econometrica,*** 6: 311-325.

Martínez-Sánchez, J. F., Martínez-Palacios, M. T. V., ve Venegas-Martínez, F. 2016. An analysis on operational risk in international banking: A Bayesian approach (2007–2011). ***Estudios Gerenciales***, 32(140): 208-220.

Meriç, O. A. 2004. Veri madenciliği aracı olarak genetik algoritmalar ile yapay sinir ağları ve genetik algoritma-yapay sinir ağı melez modelinin müşteri değerlendirilmesinde kullanılması. ***T.C İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı***, Doktora Tezi, İstanbul.

Mishra, S. K., Panda, G., ve Majhi, B. 2016. Prediction based mean-variance model for constrained portfolio assets selection using multiobjective evolutionary algorithms. ***Swarm and Evolutionary Computation***, 28: 117-130.

Monks, J.G. 1996. ***İşletmeler yönetimi teori ve problemler***. (Çeviren: Sevinç Üreten). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım,

Nowak, M. 2013. Project portfolio selection using intractive approach. ***Procedia Engineering***, 57: 814-822.

Oğuzlar, A. 2004. Cart analizi ile hane halkı işgücü anketi sonuçlarının özetlenmesi. ***Atatürk Üniversitesi, İİBF Dergisi***, (18): 79-80.

Oh, K. J., Kim, T. J., Min, S. H., ve Lee, H. Y. 2006. Portfolio algorithm based on portfolio beta using genetic algorithm. ***Expert Systems with Applications***, (30): 527–534.

Otten, R., ve Bams, D. 2002. European mutual fund performance. ***European Financial Management***, 8(1): 75-101.

Özgülbaş, N., ve Koyuncugil, A. S. 2006. Application of data mining method for financial profiling. ***Journal of Social Responsibility***, 2(3/4): 328-335.

Özkan, Y. 2013. ***Veri madenciliği yöntemleri.*** İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.

Özmen, Ş. 2003. ***Ağ ekonomisinde yeni ticaret yolu: e-ticaret.*** İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Pareto, V. R. V. 1991. Manuale di economia politica con una itroduzione alla scienza sociale. Manual de economía política: con una introducción a la ciencia social y compendio de econometría. ***Economía política y ciencias sociales.***

Parman, D. 2003. Bankacılık sektöründe müşteri ilişkileri yönetimi açısından veri madenciliği yöntemi: özel bir bankada gerçekleştirilen uygulama. ***Marmara Üniversitesi, Bankacılık Ve Sigortacılık Enstitüsü,*** Doktora Tezi, İstanbul.

Parsons, S. 2004. ***Principles of data mining***. David J. Hand, Heikki Mannila and Padhraic Smyth, MIT Press: 546

Pekel, I. Ö. 2008. Yapay sinir ağları. ***Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilgisayar Topluluğu Elektronik Dergisi***, Şubat.

Pereıra, R. 2000. Genetic algorithm optimisation for finance and investment. ***Latrobe University School of BussinessDiscussion Papers***.

Ranković, V., Drenovak, M., Urosevic, B., ve Jelic, R. 2016. Mean-univariate GARCH VaR portfolio optimization: Actual portfolio ***approach***. ***Computers & Operations Research***, 72: 83-92.

Ross, S. A. 1976. The arbitrage theory of capital asset pricing. ***Journal of economic theory***, 13(3): 341-360.

Rygielski, C., Wang, J.-C., ve Yen, D. C. 2002. Data mining techniques for customer relationship management. ***Technology in Society***, 24.

Sadati, M. E. H., ve Nematian, J. 2013. Two-level linear programming for fuzzy random portfolio optimization through possibility and necessity-based model. ***Procedia Economics and Finance***, 5: 657-666.

Sakakibara, T., Matsui, T., Mutoh, A., ve Inuzuka, N. 2015. Clustering mutual funds based on investment similarity. ***Procedia Computer Science***, 60: 881-890.

Sarıaslan, H., ve Erol, C. 2008. ***Finansal yönetim kavramlar, kurumlar ve ilkeler.*** Ankara: Siyasal Kitabevi.

Sarıkaya, G. 2014. Forecasting Bist national-100 index by using artificial neural network and regression models. ***15th International Symposium on Economics, Operations Research an Statistics. Suleyman Demirel University***, 22-25 May, Isparta.

Sarıkaya, G., ve Tatlıdil, H. 2013. A study on optimal portfolio selection via entropy optimization method and application with Bist national-30 index data. ***Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi***, EYİ 2013 Özel Sayısı, 381-402, Kütahya.

Savaş, S., Topaloğlu, N., ve Yılmaz, M. 2012. Veri madenciliği ve Türkiye'deki uygulama örnekleri. ***İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,*** 11(21): 1-23.

Sermaye Piyasası Kurulu. 2010. ***Yatırım fonları. Spk yatırımcı bilgilendirme kitapçıkları, 3***. Ankara.

Sermaye Piyasası Kurulu. 2012. ***Yatırım fonlarına ilişkin esaslar tebliği, Spk yatırımcı bilgilendirme kitapçıkları 3***, Ankara.

Sharp, W. F., Alexander, G. J., ve Bailey, J. V. 1993. ***Fundamentals of Investments.***

Sharpe, F. W., 1963. A simplified model for portfolio analysis, ***Management Science,*** 9: 277-293.

Sharpe, W. F. 1984. Factor models, CAPMs, and the ABT. ***The Journal of Portfolio Management***, 11(1): 21-25.

Sharpe, W. F. 1994. The sharpe ratio. ***The journal of portfolio management***, 21(1): 49-58.

Shawyk, H. A., ve Smith, D. M. 2005. Optimal number of stock holdings in mutual funds portfolio based on market performance. ***Financial Review,*** 40: 481-495.

Shen, Y. 2015. Mean–variance portfolio selection in a complete market with unbounded random coefficients. ***Automatica***, 55: 165-175.

Siew, L. W., Jaaman, S.W., ve Ismail, H. 2015. The impact of human behaviour towards portfolio selection in malaysia. ***Global Conference on Business&Social Science***, 172: 674-678.

Solnik, B. H. 1974. Why not diversify internationally rather than domestically?. ***Financial Analysts Journal***, January-Febuary: 48-53.

Statman, M. 1987. How many stocks make a diversified portfolio?. ***Journal of Financial and Quantitative Analysis,*** 22: 353-363.

Stefansowski, J., ve Wilk, S. 1997. Evaluating business credit risk by means of approach integrating decision rules and case based learning. ***International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management,*** 10: 97.

Štěpánek, J., Šťovíček, J., ve Cimler, R. 2012. Application of genetic algorithms in stock market simulation. ***Procedia-Social and Behavioral Sciences***, 47: 93-97.

Stigler, S. M. 1989. Francis Galton's account of the invention of correlation. ***Statistical Science***, 73-79.

Suryani, A., ve Herianti, E. 2015. The analysis of risk adjusted return portfolio, 634-643. Performance Share for LQ 45 Index in Indonesia Stock Exchange in 2010-2014 Periods. ***Procedia-Social and Behavioral Sciences***, 211.

Swinkels, L., ve Rzezniczak, P. 2009. Performance evaluation of Polish mutual fund managers. ***International Journal of Emerging Markets***, 4(1): 26-42.

Şentürk, A. 2006. ***Veri madenciliği kavram ve teknikler.*** Bursa: Ekin Yayıncılık.

T.C Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu. 2015. <http://www.spk.gov.tr> Erişim tarihi: 22.05.2015.

Tahakur, G. S. M., Bahattacharyya, R., ve Sarkar, S., 2016. Stock portfolio selection using dempster-shafer evidence theory. ***Journal of King South University-Computer and İnformation Science***, July.

Tandelilin, E. 2010. ***Portofolio dan Investasi (Edisi Pertama)***. Yogyakarta: Kanisius.

Tang, G. Y. N. 2004. How efficient is naive portfolio diversification? an educational note. ***Omega***, 32: 155-160.

Tatlıdil, H. 2002. ***Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz.*** Ankara: Ziraat Matbaacılık.

Tevfik, G. 1995. ***Dünyada ve Türkiye'de yatırım fonları.*** Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Tobin, J. 1958. Liquidity preference as behavior towards risk. ***Review of Economic Studies,*** 25(1): 65-86.

Topal, Y., ve İlarslan, K. 2009. Optimal portföy kapsamında tanjant portföyleri: imkb 30 işletmelerinden bir örnek. ***Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi***, 1(1).

Tosun, A. 2010. Türkiye'de fon sistemi ve ekonomik etkileri (1980-2008). ***T.C Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Uluslararası İktisat Bölümü***, Doktora Tezi. Ankara.

Tuna, G. 2011. Portföy seçimi için kovaryans matrisi tahmini: imkb'de minimum varyanslı portföy uygulaması. ***T.C Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Doktora Tezi. İstanbul.

Tural, A. 1988. Fon uygulamaları. ***Maliye Dergisi,*** Eylül: 65-81.

Tutal, E. 2011. Veri madenciliği teknikleri ile döviz kuru tahmini. ***T.C Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Doktora Tezi, Gebze

Türkiye Mevduat Sigortalar Fonu. 2012. ***Çat, Sayı: 22 Temmuz- Ağustos-Eylül***. Ankara.

Uyar, U., ve Kangallı, S. G. 2012. Markowitz modeline dayalı optimal portföy seçiminde işlem hacmi kısıtı. ***Ege Akademik Bakış***, 12(2): 183-192.

Vojinovic, Z., Kecman, V., ve Seidel, R. 2001. A data mining approach to financial series modelling and forecasting. ***International Journal of Intelligent Systems in Accounting Finance and Management,*** 10: 226.

Wagner, W. H., ve Lau, S. C. 1971. The effect of diversification on risk. ***Financial Analysts Journal***, 27: 48-53.

Wang, G. Y., ve Yang, Y. 2007. Portfolio diversification and optimal stock Holdings – A Study of Taiwan Equity Funds. ***International Conference on Business and Information***, Tokyo, Japonya.

Wang, J. 2009. ***Encyclopedia of data warehousing and mining***. USA: Montclair State University Press.

Wasserman, L. 2004. All of statistics: A concise course in statistical inference brief contents. ***Simulation***.

Williams, J. B. 1938. ***The theory of ınvestment value.*** Cambridge: Harvard University Press.

Zeren, F., ve Bayğın, M., 2015. Genetik algoritmalar ile optimal portgöy seçimi: bist-30 örneği. ***Journal of Business Research Turk. İAD işletme Araştırmaları Dergisi,*** ISSN:1309-0712.

Zhang, M., Nan, J., ve Yuan, G. 2012. The geometric portfolio optimization with semivariance in financial engineering. ***Systems Engineering Procedia***, 3: 217-221.