

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
2020-DR-063

ÖZDÜZENLEYİCİ HARİTALAR İLE PORTFÖY SEÇİMİ:
BİST-100'DE BİR UYGULAMA

HAZIRLAYAN
Sami EŞMEN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Muhsin ÖZDEMİR

AYDIN - 2020

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Sami EŞMEN tarafından hazırlanan **Özdüzenleyici Haritalar ile Portföy Seçimi: BİST 100’de Bir Uygulama** başlıklı tez, 23.06.2020 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.



Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulununtarih.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ahmet Can BAKKALCI

Enstitü Müdür

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

23 / 06 / 2020

İmza

Sami EŞMEN

ÖZET

ÖZDÜZENLEYİCİ HARİTALAR İLE PORTFÖY SEÇİMİ: BİST 100'DE BİR UYGULAMA

Sami EŞMEN

Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muhsin ÖZDEMİR

2020, XIX + 207 sayfa

Portföy yönetimin en önemli aşaması çeşitlendirmedir. İyi bir çeşitlendirme ile portföyün riski en aza indirebilmekte ve yatırımcı için en uygun olan portföy elde edilebilmektedir. Etkin bir çeşitlendirmenin yapılabilmesi için, hisse senetlerinin risk ve getirileri yanında, risk ve getiriye etki eden; fiyat/kazanç oranı, piyasa değeri/defter değeri, hisse başına kar, öz kaynak/yabancı kaynak oranı gibi bazı finansal göstergeler büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerine ait belirli karakteristik özellikleri yansıtan finansal göstergeler girdi olarak kullanılarak, birbirine benzeyen ve benzemeyen hisse senetlerinin ortaya çıkartılması ve etkin bir kümelemenin yapılmasıdır. Kümeleme analiziyle birbirlerine benzer özelliklere sahip olan hisse senetleri bir arada toplanmış, böylelikle etkin portföyler oluşturulması sağlanmıştır.

Çalışmanın ilk iki bölümünde, portföy, portföy yönetimi, portföy getiri ve riski, portföy yönetim yaklaşımları, özdüzenleyici haritalar, kümeleme analizi gibi kavramlara yer verilmiştir. Çalışmanın uygulama bölümünde 2014-2018 yılları arasında BİST-100 Endeksinde işlem gören 94 adet hisse senedinin, 5 yıllık dönemdeki 11 adet finansal göstergeleri, değişken olarak dikkate alınarak, özdüzenleyici haritalar (self-organizing maps) yöntemi kullanılarak hisse senetleri homojen kümeler ayrılmıştır. Küme içerisindeki getiri/risk oranına göre en iyi performansa sahip olan hisse senetleri belirlenerek, riskten kaçınan ve riske karşı kayıtsız yatırımcı tipine uygun optimal portföylerin oluşturulması sağlanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Özdüzenleyici Haritalar (Self-Organizing Maps), Kümeleme Analizi, Portföy Yönetimi, Portföy Optimizasyonu, BIST-100 Endeksi

ABSTRACT

PORTFOLIO SELECTION WITH SELF-ORGANIZING MAPS: AN APPLICATION IN BIST 100

Sami EŞMEN

Phd Thesis at Business Administration

Supervisor: Prof. Dr. Muhsin ÖZDEMİR

2020, XIX + 207 pages

The most important stage of portfolio management is diversification. With a good diversification, the risk of the portfolio can be minimized and the most suitable portfolio can be obtained for the investor. Not only the risks and returns of the stocks but also some financial indicators that affect the risks and returns of stocks (price/earnings ratio, market value/book value, earnings per share, equity/debt ratio etc.) are of great importance in order to make an effective diversification.

The purpose of this study is to find out similar and dissimilar stocks and to make effective clustering of the stocks included in BIST-100 index by employing their financial indicators that reflect their specific characteristics as the inputs. With clustering analysis, stocks with similar characteristics are gathered together to construct the effective portfolios.

In the first two sections of the study, there are concepts such as portfolio, portfolio management, portfolio return and risk, portfolio management approaches, self-organizing maps, cluster analysis. In the application section of the study, 94 stocks which are traded in the BIST-100 Index between 2014 and 2018, were divided into homogeneous clusters by using the self-organizing maps method by using 11 financial indicators as a variable about stocks. The best-performing stocks are determined according to their return/risk ratios in the cluster and optimum portfolios are constructed to take into consideration of the risk-averse and risk-neutral investors.

KEYWORDS: Self-Organizing Maps, Cluster Analysis, Portfolio Management, Portfolio Optimization, BIST-100 Index

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim ve tezimi hazırlamam süresince tecrübelerini ve birikimlerini sürekli olarak benimle paylaşan, durakladığım zamanlarda değerlendirmeleri ile yeniden harekete geçmem konusunda beni destekleyerek bana güç veren, çok kıymetli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Muhsin ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Ayrıca, kıymetli bilgilerini ve zamanını benimle paylaşan ve pozitif yaklaşımı ile beni motive eden değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS'a; çok önemli aşamalarda tezime büyük katkılar sağlayarak, tezime yön vermem konusunda büyük desteğini hissettiğim, kıymetli bilgilerini ve zamanını benimle paylaşan değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Algın OKURSOY'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Desteğini, sevgisini ve fedakarlığını her zaman hissettiğim ve bu zorlu süreçte bana katlandığı için canım eşim Fadime ŞİMŞEK EŞMEN'e, eğitim sürecim boyunca bazen ihmal etmek zorunda kaldığım canım kızım Elif ve canım oğlum Egemen'e ve son olarak da hayatım boyunca her zaman yanımda olan, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aile büyüklerime sonsuz teşekkür ederim.

Sami EŞMEN

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ	xviii
KISALTMALAR DİZİNİ	xix
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	5
1. PORTFÖY VE PORTFÖY YÖNETİMİ.....	5
1.1. Portföy ve Portföy Yönetimi Kavramı.....	5
1.2. Portföy Çeşitleri	7
1.2.1. Tamamı Tahvillerden Oluşan Portföyler.....	8
1.2.2. Tamamı Hisse Senetlerinden Oluşan Portföyler	8
1.2.3. Hisse Senedi ve Tahvillerden Oluşan Portföyler	9
1.2.4. Diğer Yatırım Araçlarından Oluşan Portföyler	9
1.3. Portföy Yönetim Süreci	10
1.3.1. Portföy Planlaması	11
1.3.2. Portföy Analizi	11
1.3.3. Portföy Seçimi.....	12
1.3.4. Portföy Değerlendirmesi	13
1.3.5. Portföy Revizyonu.....	13
1.4. Portföy Yatırımları ile İlgili Riskler ve Toplam Risk Kaynakları	15

1.4.1. Sistematik Risk Kaynakları	17
1.4.1.1 Satın alma gücü riski	17
1.4.1.2. Faiz oranı riski	18
1.4.1.3. Piyasa riski	18
1.4.1.4. Politik risk	18
1.4.1.5. Kur riski	19
1.4.2. Sistematik Olmayan Risk Kaynakları	19
1.4.2.1. Finansal risk	19
1.4.2.2. İş ve endüstri riski	20
1.4.2.3. Yönetim riski	20
1.5. Portföy Riskinin ve Getirisinin Ölçülmesi	20
1.5.1. Portföyün Beklenen Getirisi	21
1.5.2. Portföyün Riski	24
1.5.3. Beta Katsayısı	27
1.6. Portföy Yönetimi Yaklaşımları	28
1.6.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı	28
1.6.2. Modern Portföy Yaklaşımı	29
1.6.2.1. Portföyün beklenen getirisi ve riski	32
1.6.2.2. Markowitz Ortalama-Varyans modeli	33
1.6.2.3. Optimal portföyün belirlenmesi	36
1.7. Markowitz'den Sonraki Portföy Yaklaşımları	40
1.7.1. Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli	41
1.7.2. Tek ve Çok İndeksli Modeller	45
1.7.3. Arbitraj Fiyatlama Teorisi	46
1.7.4. Etkin Piyasa Modeli	47
1.8. Portföy Performans Ölçümleri	47
1.8.1. Sharpe Portföy Performans Ölçütü	48

1.8.2. Treynor Portföy Performans Ölçütü.....	49
1.8.3. Jensen Portföy Performans Ölçütü	49
2. BÖLÜM	51
2. ÖZDÜZENLEYİCİ HARİTALAR (SELF-ORGANIZING MAPS- SOM).....	51
2.1 Yapay Sinir Ağları	51
2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Elemanları.....	52
2.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri.....	53
2.1.3. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması.....	54
2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi	55
2.1.5. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Algoritmaları	56
2.1.6. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları	58
2.2. Kümeleme Analizi	59
2.2.1. Kümeleme Yöntemleri	60
2.2.2. Kümeleme Analizinin Aşamaları	63
2.2.3. Ölçek Tipine Göre Benzerlik Ölçülerinin Belirlenmesi.....	65
2.2.4. Kümeleme Analizinin Kullanım Amaçları.....	67
2.3. Özdüzenleyici Haritalar (Self-Organizing Maps)	67
2.3.1. ÖDH Ağ Yapısı ve Özellikleri	69
2.3.2. ÖDH Mimarisi.....	70
2.3.3. ÖDH Algoritması	73
2.3.4. ÖDH Eğitim Süreci (Rekabet, İş birliği, Uyarlanma)	76
2.3.5. ÖDH’da Kümelemeyi Etkileyen Faktörler.....	80
2.3.6. Özdüzenleyici Haritaların Görselleştirilmesi	82
2.4. Literatürde Özdüzenleyici Haritalar ile İlgili Yapılan Çalışmalar	84
3. BÖLÜM	105
3. UYGULAMA	105
3.1. Yöntem.....	106

3.1.1. Araştırma Modeli	106
3.1.2. Evren ve Örneklem.....	107
3.2. Materyal	108
3.2.1. Değişkenlerin Tanımlanması.....	108
3.2.2. Veri Setinin Tanımlanması.....	111
3.2.3. Veri Setinin Düzenlenmesi.....	112
3.2.4. Veri Setinin Normalleştirilmesi.....	115
3.3. Analiz	117
3.3.1. Veri Setinin Yazılıma Girilmesi ve Düzenlenmesi	119
3.3.2. Özdüzenleyici Haritaların Oluşturulması	121
3.3.3. Kümelenendirme ve Kümelerin Görüntülenmesi	123
3.3.4. Değişkenler ve Kümelerin İncelenmesi	134
3.3.5. Kümelerden Portföy Seçimi	150
3.3.5.1. Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı portföyler	150
3.3.5.2. Eşit ağırlıklı olarak oluşturulan alternatif portföyler	159
3.3.5.3. Kümelerde Markowitz'in ortalama varyans modeline göre oluşturulan portföyler	163
3.3.5.4. Markowitz'in ortalama varyans modeline göre oluşturulan alternatif portföyler	177
3.3.5.5. Kümeleme sonuçlarına göre optimal portföyün oluşturulması.....	185
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	190
5. KAYNAKLAR	194
6. EKLER.....	202
ÖZGEÇMİŞ	207

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Toplam Riskin Kaynakları	15
Şekil 1.2. Portföy Riski.....	16
Şekil 1.3. Kayıtsızlık Eğrileri	37
Şekil 1.4. Yatırımcıların Riski Kabullenme Durumları)	38
Şekil 1.5. Etkin Sınır Eğrisi	39
Şekil 1.6. Etkin Sınır ve Kayıtsızlık Eğrilerinin Birlikte Gösterimi	40
Şekil 1.7. Risksiz Varlığın Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri Üzerindeki Etkileri	43
Şekil 1.8. Sermaye Piyasası Doğrusu	44
Şekil 2.1. Yapay Sinir Ağı Katmanları	53
Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağının Yapısı	56
Şekil 2.3. ÖDH Ağ Modeli	69
Şekil 2.4. ÖDH Ağ Modelinde Bağlantılar	70
Şekil 2.5. 9X7 Boyutlu ÖDH'in Temel Yapısı.....	71
Şekil 2.6. (a) 6X6 Boyutlu Dikdörtgen Latis ve (b) Altıgen (Hexagonal) Latis	72
Şekil 2.7. (a) 4X4 Boyutlu Dikdörtgen Latis ve (b) Altıgen (Hexagonal) Latis	72
Şekil 2.8. ÖDH Ağında En İyi Eşleşen Birim (BMU-Best Matching Unit) Komşuları	79
Şekil 2.9. ÖDH Komşuluk Ağırlıkları ve Hit Rate Şekli	83
Şekil 2.10. Küme Yerlerinin Belirlenmesi	83
Şekil 3.1. Etkin Portföyün Oluşturulması	105
Şekil 3.2. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Veri Düzenleme Modülü	115
Şekil 3.3. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Önışlem Aşaması	117
Şekil 3.4. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Kümeleme Aşaması	118
Şekil 3.5. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Kümeleme Sonuçlarının Raporlanması	119
Şekil 3.6. Veri Tablosunun Microsoft Office Excel 2019 Yazılımında Düzenlenmesi	119
Şekil 3.7. Veri Tablosunun Yazılıma Girilmesi	120
Şekil 3.8. Harita Parametrelerinin Tanımlanması.....	121

Şekil 3.9. Flat Clusters (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Düz Gösterimi)	124
Şekil 3.10. Shaded Clusters (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Gölge Gösterimi)	124
Şekil 3.11. Global Shading (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Genel Gölge Gösterimi) ..	125
Şekil 3.12. U-Matris Çıktısı (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin U-Matris Gösterimi)	126
Şekil 3.13. Değişken Haritaları.....	133
Şekil 3.13. Değişken Haritaları (Devamı)	134
Şekil 3.14. Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) Değişkeni Haritası	135
Şekil 3.15. Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) Değişkeni Haritası	136
Şekil 3.16. Hisse Başına Kar Değişkeni Haritası	138
Şekil 3.17. Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) Değişkeni Haritası	139
Şekil 3.18. En Yüksek Fiyat Değişkeni Haritası	140
Şekil 3.19. En Düşük Fiyat Değişkeni Haritası	142
Şekil 3.20. Artış Gün Sayısı Değişkeni Haritası.....	143
Şekil 3.21. Azalış Gün Sayısı Değişkeni Haritası	145
Şekil 3.22. Sabit Gün Sayısı Değişkeni Haritası	146
Şekil 3.23. Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Haritası	147
Şekil 3.24. Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Haritası.....	149
Şekil 3.25. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföylerin Getiri – Risk Haritası.....	157
Şekil 3.26. P1 Portföyünün Getiri – Risk Haritası.....	159
Şekil 3.27. Oluşturulan Portföylerin Getiri – Risk Haritası.....	184

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Biyolojik Sinir Ağı ve Yapay Sinir Ağı	52
Tablo 2.2. ÖDH Literatür Taraması	89
Tablo 2.2. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)	90
Tablo 2.2. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)	91
Tablo 2.2. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)	92
Tablo 2.3. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması.....	99
Tablo 2.3. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)	100
Tablo 2.3. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)	101
Tablo 2.3. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)	102
Tablo 2.3. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)	103
Tablo 3.1. Veri Setinde Değişkenleri Kullanılan BİST 100 Endeksi Hisse Senetleri	108
Tablo 3.2. Veri Setindeki Değişkenler ve Kodları	110
Tablo 3.3. Veri Tablosu Örnek Gösterimi	112
Tablo 3.4. Veri Setinde Eksik Gözlem Olan Hisse Senetlerinin Belirlenmesi.....	113
Tablo 3.5. Veri Setinde Eksik Gözlem Olan Değişkenlerin Belirlenmesi	114
Tablo 3.6. Hisse Senetlerinin Kümelere Dağılımı	127
Tablo 3.7. Kümeler ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	128
Tablo 3.7. Kümeler ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler (Devamı).....	129
Tablo 3.8. Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler	136
Tablo 3.9. Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler	137
Tablo 3.10. Hisse Başına Kar Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	139
Tablo 3.11. Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler	140
Tablo 3.12. En Yüksek Fiyat Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	141
Tablo 3.13. En Düşük Fiyat Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler	143
Tablo 3.14. Artış Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	144
Tablo 3.15. Azalış Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	146

Tablo 3.16. Sabit Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	147
Tablo 3.17. Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler	148
Tablo 3.18. Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler.....	150
Tablo 3.19. C1 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	151
Tablo 3.20. C2 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	152
Tablo 3.21. C3 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	152
Tablo 3.22. C4 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	153
Tablo 3.23. C5 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	153
Tablo 3.24. C6 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	154
Tablo 3.25. C7 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	154
Tablo 3.26. C8 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	155
Tablo 3.27. C9 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	155
Tablo 3.28. C10 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	155
Tablo 3.29. C11 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski	156
Tablo 3.30. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföylerin Getirisi ve Riski.....	156
Tablo 3.31. Kümelerde En İyi Hisse Senetleri İçin Oluşturulan Portföy Getirisi ve Riski .	158
Tablo 3.32. P2 Portföyü Getirisi ve Riski.....	160
Tablo 3.33. P3 Portföyü Getirisi ve Riski.....	160
Tablo 3.34. P4 Portföyü Getirisi ve Riski.....	161
Tablo 3.35. P5 Portföyü Getirisi ve Riski.....	161
Tablo 3.36. P6 Portföyü Getirisi ve Riski.....	162
Tablo 3.37. P7 Portföyü Getirisi ve Riski.....	162
Tablo 3.38. PT Portföyü Getirisi ve Riski	163
Tablo 3.39. C1 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	164
Tablo 3.40. C1 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	165
Tablo 3.41. C2 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	166
Tablo 3.42. C2 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	167

Tablo 3.43. C3 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	168
Tablo 3.44. C3 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	168
Tablo 3.45. C4 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	169
Tablo 3.46. C4 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	169
Tablo 3.47. C5 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	170
Tablo 3.48. C5 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	170
Tablo 3.49. C6 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	171
Tablo 3.50. C6 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	171
Tablo 3.51. C7 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	172
Tablo 3.52. C7 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	172
Tablo 3.53. C8 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	173
Tablo 3.54. C8 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	173
Tablo 3.55. C9 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	173
Tablo 3.56. C9 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	174
Tablo 3.57. C10 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	174
Tablo 3.58. C10 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	174
Tablo 3.59. C11 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski	175
Tablo 3.60. C11 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi	175
Tablo 3.61. Kümelerde Oluşturulan Optimal Portföylerin Getirisi ve Riski	175
Tablo 3.62. Kümelerde En İyi Hisse Senetleriyle Oluşturulan Portföyün Getirisi ve Riski	176
Tablo 3.63. P2-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	177
Tablo 3.64. P3-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	178
Tablo 3.65. P4-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	178
Tablo 3.66. P5-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	179
Tablo 3.67. P6-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	179
Tablo 3.68. P7-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	180
Tablo 3.69. PT-OPT Portföyü Getirisi ve Riski	181

Tablo 3.70. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı ve Optimal Portföylerin Karşılaştırılması	182
Tablo 3.71. Eşit Ağırlıklı ve Optimal Olarak Oluşturulan Alternatif Portföylerin Karşılaştırılması	183
Tablo 3.72. Optimal Olarak Oluşturulan Alternatif Portföylerin Karşılaştırılması	186
Tablo 3.73. P8 Portföyü Getirisi ve Riski	187
Tablo 3.74. P9 Portföyü Getirisi ve Riski	187
Tablo 3.75. P10 Portföyü Getirisi ve Riski	188
Tablo 3.76. P11-A Portföyü Getirisi ve Riski	188
Tablo 3.77. P11-B Portföyü Getirisi ve Riski	189

EKLER DİZİNİ

EK 1. Veri Setindeki Değişkenleri Kullanılan BİST-100 Şirketleri.....	202
EK 2. Çalışmada Kullanılan Yazılımlara İlişkin Lisans Bilgileri	206



KISALTMALAR DİZİNİ

AFT	: Arbitraj Fiyatlama Teorisi
BİST	: Borsa İstanbul A.Ş.
BİST-100	: Borsa İstanbul A.Ş. Ulusal 100 Endeksi
ÖDH	: Özdüzenleyici Haritalar
SOM	: Self-Organizing Maps
SPD	: Sermaye Piyasası Doğrusu
SVFM	: Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli
YSA	: Yapay Sinir Ağları
HBK	: Hisse Başına Kar
F/K	: Fiyat/Kazanç Oranı
PD/DD	: Piyasa Değeri / Defter Değeri

GİRİŞ

Tasarruflarını finansal yatırım araçlarına yatırım yaparak değerlendirmek isteyen yatırımcılar için finansal piyasalarda birçok yatırım seçeneği bulunmaktadır. Yatırımcılar, sahip oldukları fonları mevduat faizi, repo, tahvil ve benzeri ürünler gibi risksiz yatırım araçlarının yanında hisse senedi gibi riskli yatırım araçlarına da yatırım yapabilmektedirler.

Günümüz rekabet koşulları ve finansal belirsizlik ortamında yatırımcıların en temel amacı, yatırım yaptıkları yatırım araçlarının (hisse senedi, tahvil ve benzeri ürünler gibi menkul kıymetlerin) toplam getirilerini, risk faktörünü de dikkate alarak mümkün olan en yüksek seviyeye ulaştırmaktır (Akay vd., 2002, 126). Bu amaca ulaşabilmek ise, menkul kıymetlerin bulunduğu portföyün etkin bir şekilde oluşturulması ve yönetilmesine bağlıdır. Portföy oluşturma ve yönetme sürecinde ana hedef, hangi menkul kıymetlerin hangi oranlarda portföyde yer alacağının belirlenmesi ve getiri-risk dengesinin ne şekilde kurulacağına karar verilmesidir (Abay, 2013, 176). Geleneksel yatırım araçlarından olan hisse senetleri, portföy yatırımlarında en çok tercih edilen yatırım araçlarıdır. Özellikle yatırımlarını hisse senedi ile değerlendirmek isteyen yatırımcılar, çeşitli seçenekler karşısında varlıklarını ne şekilde değerlendirecekleri konusunda karar vermeye çalışırlar. Bu kararlardan en önemlileri ise portföy için hisse senedi seçimi ve portföyün yönetilmesidir (Uğurlu vd., 2016: 2).

Finansal piyasalardaki yatırımcılar, birbirlerinden farklı yatırım profillerine ve risk alma eğilimlerine (riski seven, riskten kaçınan, riske karşı kayıtsız v.b.) sahiptir. Bu nedenle yatırımcı profilleri, portföye seçilecek menkul kıymetlerin belirlenmesinde en temel ölçüt olmaktadır. Çünkü riski seven, riskten kaçınan veya riske karşı kayıtsız olan yatırımcıların oluşturdukları portföy bileşimleri birbirinden farklı olacaktır.

Ancak rasyonel bir yatırımcı için önemli kriter şu olmalıdır; oluşturulan portföy minimum risk seviyesinde maksimum getiriyi sunmalıdır. Bu durum, portföy optimizasyonu olarak bilinmektedir. Portföy optimizasyonu ile yatırımcılar, belirli bir getiri düzeyinde minimum risk düzeyine sahip portföyü veya belirli bir risk düzeyinde maksimum getiriyi sağlayan portföyü elde etmeye çalışmaktadırlar.

Her menkul kıymet, getirileriyle birlikte kendi içerisinde belli riskleri de içermektedir. Menkul kıymetlerin içerdiği bu risk ile beklenen getirisi arasında doğru yönlü bir ilişki

bulunmaktadır. Portföy optimizasyonu ile amaçlanan, portföyün içerdiği risk düzeyini azaltmaktır. Böylece belli bir risk düzeyinde daha yüksek düzeyde getiriler elde edilebilecektir. Portföyün içerdiği risk düzeyini azaltmanın yolu, portföyün çeşitlendirilmesidir. İyi bir çeşitlendirme, portföyün riskini en aza indirebilecektir. Portföyün çeşitlendirilerek, riskin azaltılması ve bu suretle optimal portföyün elde edilmesi konusunda, bilinen çalışmaların temelini, Modern Portföy Yaklaşımının kurucusu olan Harry Markowitz'in ortaya attığı "Ortalama-Varyans Modeli" oluşturmaktadır. Bu modele göre yatırımcı, en düşük risk ile birlikte en yüksek getirili portföyü oluşturmuş olacaktır. Finansal yatırımlarda amaç, getirilerin maksimum yapılarak, çeşitlendirme yoluyla riskin minimum yapılmasıdır. Ortalama-varyans modeli ile hedeflenen ise, belirli menkul kıymetlere yönelip sadece getirinin maksimum yapılması değil, öncelikli olarak riski çeşitlendirilerek azaltılmış bir portföyden maksimum getirinin sağlanmasıdır.

Portföyde yapılacak çeşitlendirme ile riskin azaltılabileceği varsayılır. Sistemik riskin dışındaki sistematik olmayan riski iyi bir çeşitlendirme ile düşürmek olasıdır ancak, her portföy için mutlaka bir sistematik risk düzeyi olacaktır. Çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyün sistematik olmayan riski, ancak sistematik risk düzeyine kadar indirilebilir. İyi bir çeşitlenmenin sağlanabilmesi için, hisse senetlerinin risk ve getirileri yanında, risk ve getiriye etki eden; fiyat/kazanç oranı, piyasa değeri/defter değeri, hisse başına kar, öz kaynak/yabancı kaynak oranı, firmaların pazardaki durumları, yönetim kalitesi ve talep gibi göstergeler önem taşımaktadır. Hisse senetlerinin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi ve buna uygun olarak kümelendirilmesi etkin bir yatırım stratejisi, yani etkin bir çeşitlendirme için gereklidir.

Portföyün çeşitlendirilmesi ve portföy yönetimi konusunda, günümüzde yatırımcılara doğru karar vermelerine yardımcı olabilecek birçok analiz tekniği kullanılarak farklı yöntemler ortaya atılmaya devam etmektedir. Bunlardan biri de çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan kümeleme analizi tekniğidir. Kümeleme analizi ile yatırımcılar, hisse senetleri ile ilgili birçok göstergeyi baz alarak, hisse senetlerini alt kümelere ayırabilecektir. Bunun sonucunda yatırımcılar, portföylerine en uygun hisse senetlerini seçebilme şansı elde edebilecek ve optimal portföye ulaşabilecektir.

Bu bağlamda çalışmada, yöntem olarak yapay sinir ağlarının bir türü olan, danışmansız öğrenme yöntemi algoritmasına sahip, karmaşık ve çok boyutlu girdi

verilerinin indirgenerek görselleştirilmesinde ve kümeleme analizlerinde yaygın olarak kullanılan Özdüzenleyici Haritalar (Self-Organizing Maps) yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada, BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerine ait belirli karakteristik özellikleri yansıtan finansal göstergeler girdi olarak kullanılarak, birbirine benzeyen ve benzemeyen hisse senetlerinin ortaya çıkartılması ve etkin bir kümelendirme yapılması amaçlanmaktadır. Hisse senetlerinin bu şekilde kümelenecek benzerlik veya farklılıklarına ilişkin bilgilerin ortaya çıkartılması, etkin portföylerin oluşturulmasında yol gösterici bir rol oynayacaktır. Bu bilgi sayesinde yatırımcıların yüksek getiri sağlayan hisse senetlerini belirleyip, benzer özellik sergileyen diğer hisse senetlerini portföy seçimi yaparken göz önünde bulundurmalarına olanak sağlayacaktır. Kümeleme analizi ile birlikte birbirlerine benzer özelliklere sahip olan hisse senetleri bir araya toplanacak ve kümeler arası farklılıklar tespit edilecek, böylelikle portföye hisse senedi seçimi için yoğun çaba harcamak yerine kümelerden en iyi performans gösteren hisse senetleri veya en etkin kümeler, etkin portföy oluşturmak için seçilebilecektir.

Bu çalışma ile özdüzenleyici haritalar yönteminin, portföy yönetim sürecinin etkinliğini artırmak amacıyla kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın *birinci* bölümünde, ilk olarak portföy kavramı, portföy yönetimi kavramı, portföy çeşitleri, portföy yönetim sürecinin aşamaları açıklanmıştır. Portföy yönetimi için önemli bir kavram olan, risk kavramı ve risk kaynaklarına ayrıntılı bir biçimde yer verilmiştir. Ayrıca, menkul kıymetlerin bireysel olarak getiri ve risklerinin, portföy getirisi ve riskinin matematiksel olarak nasıl ölçüldüğü ifade edilmiştir. Geleneksel portföy yaklaşımı ve H. Markowitz tarafından ortaya atılan modern portföy yaklaşımı ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Modern portföy yaklaşımının, geleneksel portföy yaklaşımına yaptığı katkılar, Markowitz'in ortalama-varyans modeli, modele göre portföy getiri ve riskinin hesaplanması ve ilişkisi, ortalama-varyans modelinden sonrasında geliştirilen modeller ve portföy performans ölçütleri açıklanmıştır.

Çalışmanın *ikinci* bölümünde, özdüzenleyici haritalar, hakkında açıklayıcı bilgilere yer verilmiştir. İlk olarak, yapay sinir ağları kavramı, yapay sinir ağlarının yapısı ve elemanları, genel özellikleri, sınıflandırılması, eğitilmesi, öğrenme algoritmaları ve yapay sinir ağlarının kullanım alanları açıklanmıştır. Daha sonra, kümeleme analizi kavramı,

kümeleme yöntemleri, kümeleme analizinin aşamaları, ölçek tipine göre benzerlik ölçülerinin belirlenmesi, kümeleme analizinin kullanım amaçları açıklanmıştır. Bu bölümde son olarak, özdüzenleyici haritaların yapısal özellikleri, mimarisi, algoritması, eğitim süreci (rekabet, iş birliği, uyarlanma), özdüzenleyici haritaların görselleştirilmesi süreçleri açıklanmıştır. Ayrıca, literatürde özdüzenleyici haritalar ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın *üçüncü* bölümünde ise uygulamaya yer verilmiştir. Bu bölümde, 2014-2018 yılları arasında BİST-100 Endeksinde işlem gören 94 adet hisse senedinin, 5 yıllık dönemdeki 11 adet finansal göstergeleri değişken olarak dikkate alınarak, özdüzenleyici haritalar (self-organizing maps) yöntemi kullanılarak hisse senetleri kümelerine ayrılmıştır. Kümeleme sonucunda, hisse senetleri homojen kümelerine ayrılmış, küme içerisindeki getiri/risk oranına göre en iyi performansa sahip olan hisse senetleri belirlenerek, yatırımcı tipine uygun optimal portföylerin oluşturulması sağlanmıştır.

Çalışma sonucunda, özdüzenleyici haritalar (self-organizing maps) yönteminin optimal portföy oluşturma sürecinde yatırımcılar için önemli bilgiler sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

1. BÖLÜM

1. PORTFÖY VE PORTFÖY YÖNETİMİ

1.1. Portföy ve Portföy Yönetimi Kavramı

Portföy, kelime anlamı olarak cüzdan demektir. Menkul kıymetler açısından portföy, menkul kıymetlerden oluşan bir topluluğu ifade etmektedir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 103). Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen finansal nitelikteki kıymetlerdir. Genel olarak hisse senedi, tahvil, hazine bonosu, döviz, mevduat hesabı ve türev ürünlerden oluşur (Uğurlu vd., 2016: 2). Portföy, her ne kadar belirli menkul kıymetlerden oluşsa da menkul kıymetler arasında bir ilişki olduğundan, kendine öz ölçülebilir nitelikleri olan ayrı bir varlıktır. Portföylerin ölçülebilir nitelikteki bu değerleri; portföyün beklenen ve gerçekleşen getirileri, sistematik riski ve sistematik olmayan riskidir. Bu nedenle portföy, içerdiği menkul kıymetlerin basit bir toplamından ibaret değildir (Korkmaz vd., 2019: 4).

Portföy oluşturma süreci, çeşitlendirmedir. Menkul kıymetlerin bir portföy içinde birleştirilerek riskin dağıtılmasına çeşitlendirme denir. Portföy çeşitlendirmesinin temel amacı, portföyün riskini azaltmaktır (İskenderoğlu ve Karadeniz, 2011: 236). Finansal piyasalarda belirsizlik altında karar verilmesi söz konusu olduğundan, hangi finansal varlığın, hangi zamanda, hangi fiyattan alınıp satılacağı önceden kesin olarak bilinemediği için, olası kayıpları en aza indirebilmek amacıyla çeşitlendirme yapılmaktadır.

Portföye varlık seçimi yapılırken iyi bir çeşitlenmenin sağlanabilmesi için, hisse senetleri alınacak olan firmaların hisse senedi piyasasındaki durumları, finansal göstergeleri, yönetim kalitesi, rekabet düzeyi vb. durumları hakkında bilgi edinilmelidir. Firmanın öz kaynak-yabancı kaynak yapısının oransal dağılımı, öz kaynaklarının yerli veya yabancı sermayeli oluşu büyük önem arz etmektedir. Ağırlıklı olarak yerli yatırıma yönelmiş firmaların, enflasyonist ortamda hisse senedi değerlerinin düşmesi, buna bağlı olarak hisse başına karlılığın azalması beklenmektedir. Bu yapıdaki firmaların hisse senetleri, enflasyonun düşmekte olduğu dönemlerde portföye alınmalı, enflasyonun yükselmekte olduğu dönemlerde ise portföydeki ağırlığı azaltılmalı ya da tamamen çıkartılmalıdır (Yücel, 2016: 110). Ekonominin enflasyonist dönemlerinde ise yabancı yatırım ağırlıklı firmaların hisse senetlerini portföyde bulundurmamak, enflasyonun getiri üzerindeki aşındırıcı ve değer kaybettirici etkisini ortadan kaldırabilecektir. Görüldüğü gibi, portföyün sistematik

olmayan riski, bilinçli varlık seçimi ile büyük ölçüde ortadan kaldırılabilir. Bunun yanında, portföyün maruz kaldığı bir diğer risk türü olan sistematik risk, portföy yönetimindeki tek belirsizlik kaynağı olduğundan, portföy yöneticisinin bu riski yönetmesi ve yok etmesi mümkün değildir (Yücel, 2016: 110).

Sistematik olmayan risk, mikro risk; sistematik risk ise makro risk olarak da bilinmektedir. Sistematik riskin kaynakları; enflasyon, piyasa faiz oranlarındaki değişimler, küresel etkileşimler ve döviz riskidir. Sistematik olmayan risk, özellikle işletmeye veya işletmenin içinde bulunduğu endüstri koluna bağlı olarak ortaya çıkan risk türüdür. Portföyün toplam riskini azaltabilmek amacıyla, finansal piyasaları birbiriyle ters yönde hareket eden ülkeleri, endüstrileri veya hisse senetlerini portföye dahil etmek gerekmektedir. Böylece, ortaya çıkabilecek maddi kayıp ihtimali tamamen ortadan kaldırılamasa bile, daha aşağı düzeylere indirilebilecektir (Yücel, 2016: 110).

Portföyde çeşitlendirme yaparak toplam risk, en fazla pazarın barındırdığı sistematik riski düzeyine kadar indirilebilmektedir. Riski azaltmak amacıyla portföye 10-20 hisse senedi dahil etmek ile 100-150 hisse senedi dahil etmek arasında çok fazla bir fark olmamaktadır. Aksine çok fazla sayıda hisse senedini portföye dahil etmek, karmaşık ve işlem maliyeti yüksek bir portföy yönetim sürecini gerektirmektedir. Burada önemli olan, hisse senedi sayısını artırmaktan çok, riski azaltacak en uygun çeşitlendirmeyi sağlamaktır. Geleneksel portföy yaklaşımı, farklı endüstri kollarından hisse senedi seçimi yaparak basit bir çeşitlendirme (yalın çeşitlendirme) ile bunun yapılabileceğini savunur (Yücel, 2016: 110).

Ancak, ekonomik koşulların dinamik bir yapıda olması nedeniyle, bir süre sonra ekonominin içinde bulunduğu durum tüm endüstrileri etkisi altına alabilecektir. Bu durumda farklı endüstri kollarından hisse senedi seçerek portföy oluşturulması portföy riskini azaltıcı etkisini bir süre sonra kaybedecektir. Bu nedenle, değişen koşullara uyum sağlayabilmeleri için portföylerin bir süre sonra içeriğinin değiştirilerek iyileştirilmesi gerekmektedir. Portföylerdeki bu iyileştirme çalışmalarına “portföy yönetimi” denmektedir. Portföy oluşturma'nın amacı, tek bir menkul kıymete yatırım yaparak büyük bir risk almak yerine, riskin dağıtılması ve çeşitlendirme yoluyla azaltılmasıdır. Portföye dâhil edilen menkul kıymet sayısı arttıkça, toplam riskin pazar riskine kadar düşebileceği düşünülmektedir (Yücel, 2016: 111).

Portföyün riskinin, tek bir menkul kıymetin riskinden daha az olacağı düşünülmektedir. Bu yaklaşım, “bütün yumurtaları aynı sepete koymamak” şeklinde ifade edilebilir. Bu ifade, yatırımcının bir yatırım aracından maddi kayba uğrayabileceği, buna karşılık diğer bir yatırım aracından maddi kayba uğramayarak, bu kaybını dengeleyebileceği anlamını taşımaktadır. Çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyün riski bile ancak portföydeki varlıkların sistematik riski düzeyine kadar azaltılabilir (Yücel, 2016: 111).

Portföy yönetimi, portföy oluşturmak ve oluşturulan bu portföylerden hangi menkul kıymetlerin ne zaman çıkarılacağına ve çıkarılan menkul kıymetlerin yerine ne zaman, hangi menkul kıymetlerin ne miktarda alınacağına karar vermektir (Yörük, 2000: 3). Bu işlemde ana hedef; hangi menkul kıymetlerin hangi oranlarda portföyde yer alacağının saptanması ve getiri-risk dengesinin ne şekilde yapılandırılacağına karar verilmesidir (Abay, 2013: 176). Portföy yönetimi, oluşturulan portföyün performansının belli aralıklarla test edilmesi ve gerektiğinde içeriğinin değiştirilmesini kapsayan dinamik bir süreçtir (Uğurlu vd., 2016: 2).

1.2. Portföy Çeşitleri

Yatırımcılar, değişik menkul kıymetlerden veya yatırım araçlarından çok sayıda portföyler oluşturabilirler. Ancak olaya, hisse senedi ve tahvil gibi geleneksel menkul kıymetler açısından bakıldığında üç farklı portföyden söz edilebilir. Bunlar; tamamı tahvillerden oluşan portföyler, hisse senedi ve tahvillerden oluşan karma portföyler ve tamamı hisse senetlerinden oluşan portföyler olarak ifade edilebilir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 103).

Bir portföy, hisse senedi ve tahvil gibi temel menkul kıymetler dışındaki diğer yatırım araçlarıyla da oluşturulabilir. Bu tür portföyler oluşturulurken, yatırım araçları arasında karşılaştırma yapılarak, yatırım süresi boyunca hangi yatırım araçlarının daha verimli olacağı çeşitli istatistiksel tekniklerle tespit edilir. Yatırımcının yatırım beklentilerine uygun yatırım araçları seçilerek portföye dahil edilir. Hisse senedi ve tahvil dışındaki diğer yatırım araçları şu şekilde sıralanabilir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 104):

- Varlığa Dayalı Menkul Kıymet
- Finansman Bonoları
- Hazine Bonosu
- Gelir Ortaklığı Senetleri

- Banka Bonoları veya Banka Garantili Bonolar
- Metrekare Konut Sertifikaları
- Mevduat ve Mevduat Sertifikaları
- Repo
- Döviz ve Döviz Tevdiat Hesapları
- Altın

Dolayısıyla, değişik yatırım araçları veya menkul kıymetlerle portföy oluşturulduğu dikkate alınırsa dört farklı portföy çeşidinden söz edilebilir. Bunlar;

- ✓ Tamamı tahvillerden oluşan portföyler,
- ✓ Tamamı hisse senetlerinden oluşan portföyler,
- ✓ Hisse senedi ve tahvillerden oluşan karma portföyler,
- ✓ Diğer yatırım araçlarından oluşan portföyler.

Yatırımcılar, riski sevme veya riskten kaçınma tutumlarına, beklenti ve tercihlerine göre en ideal portföy bileşimini oluşturacaklardır.

1.2.1. Tamamı Tahvillerden Oluşan Portföyler

Bu tür portföyler, yatırımını güvende tutmak isteyen, başka bir ifadeyle risk almayı sevmeyen, piyasayı izlemekte güçlük çeken yatırımcıların tercih ettiği portföy çeşididir. Değişik şirket ve devlet tahvilleri ile birlikte hazine bonolarından oluşturulan bir portföy, sahip olduğu düşük risk düzeyine karşın, yatırımcısına kısıtlı bir getiri sağlar (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 24).

Ekonominin durgunluk dönemlerinde ve ekonominin yönünün bilinemediği dönemlerde tercih edilirler (Civan, 2007: 305). Ayrıca değişik vadeli tahvillerden oluşan portföy oluşturularak, yatırımcı kendini faiz oranı riski, finansal risk gibi risklerden koruyabilmektedir.

1.2.2. Tamamı Hisse Senetlerinden Oluşan Portföyler

Tamamı hisse senetlerinden oluşan portföylerde her türlü risk seviyesine göre yatırım yapılabilir. Riski seven yatırımcılar, risk düzeyi yüksek olan firmaların hisse senetlerine

yatırım yapabilmektedir. Riskten kaçınan, riski sevmeyen yatırımcılar ise nispeten risk düzeyi daha düşük olan hisse senetlerine yatırım yapmayı tercih etmektedirler.

Portföy oluşturulurken hisse senetleri piyasası çok iyi bir şekilde izlenmeli ve uygun zamanda alım-satım yapılmalıdır. Ekonominin istikrarlı olduğu dönemlerde hisse senedinden oluşan portföyler başarılı bir şekilde oluşturulabilir.

Tamamı hisse senetlerinden oluşacak portföylerin seçiminde dikkat edilecek en önemli unsur, endüstri kolu çeşitlendirmesi yapmak ve hisse senetleri getirileri arasındaki düşük korelasyona sahip olanları tespit edebilmektir (Korkmaz vd., 2019: 11).

1.2.3. Hisse Senedi ve Tahvillerden Oluşan Portföyler

Ekonominin içinde bulunduğu duruma göre yatırım tutarı, belli oranlarda hisse senedi ve tahvil arasında paylaştırılarak bir portföy oluşturulabilir. Bu şekilde emniyet ve karlılık unsurlarının birleştirilmesiyle, dengeli bir portföy oluşturulmaya çalışılır.

Ekonominin durgun olduğu dönemlerde, tahvil piyasasında bir canlanma, ekonominin canlandığı dönemlerde ise, hisse senetleri piyasasında hareketlilik söz konusu olur (Civan, 2007: 305). Bu özelliklerinden dolayı bu tür portföy sahipleri, portföylerinin hisse senedi ve tahvil ağırlığını değiştirerek ve ekonomiye kolayca uydurarak zarar etmemeye çaba gösterirler (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 25).

1.2.4. Diğer Yatırım Araçlarından Oluşan Portföyler

Hisse senedi ve tahvil dışında kalan diğer yatırım araçları ile de portföy oluşturulabilir. Örneğin, varlığa dayalı menkul kıymetler, finansman bonoları, gelir ortaklığı senetleri, banka bonoları, mevduat ve mevduat sertifikaları, repo, döviz, altın gibi kıymetlerle de portföy oluşturulur.

Her bir yatırım aracı; getirisi, riski, yatırım süresi, sağladığı haklar ve hukuki yapısı bakımından farklılıklar göstermektedir. Yatırımcı, bu kadar çok alternatif karşısında risk kabul durumuna göre, yatırım tercihlerini yapmak zorunda kalmaktadır. Dolayısıyla, yatırımcının öncelikle finansal piyasaları ve bu piyasalarda alım satıma konu olan yatırım araçlarının özelliklerini bilmesi gerekir. Böyle detaylı bir süreci yönetmek ve uygun portföyleri oluşturabilmek, her yatırımcının kolay bir şekilde yapabileceği bir süreç değildir.

Piyasada yatırımcıların bu ihtiyacını karşılayan portföy yönetimi yapma yetkisine sahip çok sayıda finansal kurum bulunmaktadır (Korkmaz vd., 2019: 12).

1.3. Portföy Yönetim Süreci

Portföy yönetimi, sürekli değişen finansal göstergelerin etkisi altında olup, yatırımcısına hedeflediği getirinin sağlanabilmesi için sürekli takip edilerek değerlendirilmesi ve denetlenmesi gereken dinamik bir süreçtir. Portföy yönetiminde ana hedef, katlanılan belli bir risk düzeyinde maksimum getiriye sağlamaktır. Bunu sağlayabilmek için portföyün etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Genel olarak finansal yatırım yönetim süreci aşağıdaki beş adımda gerçekleşmektedir (Focardi ve Fabozzi, 2004: 2):

1. adım: Yatırım amaçlarının oluşturulması
2. adım: Yatırım politikasının belirlenmesi
3. adım: Yatırım stratejisinin seçilmesi
4. adım: Spesifik varlıkların seçimi
5. adım: Yatırım performansının değerlendirilmesi ve ölçümü

Sürecin ilk adımı, yatırımcının bireysel yatırımcı veya kurumsal yatırımcı olmasına bağlı olarak yatırım amaçlarının ortaya konulmasıyla başlar. Sürecin ikinci adımı olan yatırım politikasının belirlenmesi ise yatırım araçlarına karar verilmesini içeren bir süreçtir. Başka bir ifadeyle, yatırım tutarının, yatırım araçları arasında nasıl dağıtılması gerektiğiyle ilgili olarak alınması gereken kararları kapsar. Bireysel yatırımcıların ya da kurumsal yatırımcıların yatırım amaçları ve politikalarıyla uyumlu yatırım stratejisinin seçimi sürecin üçüncü adımını oluşturmaktadır (Kayalidere ve Aktaş, 2008: 293). Sonraki adım olan portföyü oluşturacak spesifik varlıkların seçimi aşamasında yatırımcı, etkin portföy oluşturmaya çalışmaktadır. Etkin bir portföy oluşturmak için yatırımcı, risk düzeyini belirlemeli ve beklenen getiri, varlık getirilerinin varyansı ve varlık getirilerinin korelasyonu (veya kovaryans) gibi gerekli olan üç önemli girdiyi elde etmelidir. Finansal yatırım yönetimi sürecinde yatırım performansının ölçümü ve değerlendirilmesi son adımdır. Bu adım, portföy performansının ölçülmesini ve daha sonra bazı ölçütlerle performansın değerlendirilmesini içermektedir (Kayalidere ve Aktaş, 2008: 293). Performans değerlendirilmesi aşaması, portföy yönetiminin sonuçlarını incelemek için kullanılan tüm teknikleri kapsamaktadır. Bu teknikler, basit performans ölçümünden performans değerlemeye kadar

uzanabilmektedir. Performans ölçümü ise, değerlendirme periyodunu başlangıcından bitişine kadar olan sürede, portföyün değerindeki değişimlerin ölçülmesini kapsamaktadır.

Portföy yönetimi; portföyün yatırımcılara göre planlanması, yatırım araçlarının analizi, portföye dahil edilecek kıymetlerin seçimi, portföy performansının değerlendirilmesi, portföyün belirli aralıklarla gözden geçirilerek revize edilmesi sonucunda risk düzeyinin en aza indirgenmesi ve getirinin maksimum düzeye ulaşmasını sağlamak için yatırımcı adına bir vekil tarafından yönetilmesidir (Taner ve Akkaya, 2012: 161-162). Bu bağlamda portföy yönetim süreci de birbirini takip eden 5 aşamadan oluşmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 15):

1. Portföy planlaması,
2. Yatırım analizi,
3. Portföy seçimi,
4. Portföy değerlendirmesi,
5. Portföy revizyonu.

1.3.1. Portföy Planlaması

Yatırımcının veya yatırımcı adına portföy yöneticisinin isteklerine göre portföyün oluşturulmaya başlandığı ilk aşamadır (Civan, 2007: 329). Portföy yönetiminin ilk ve en önemli aşamasıdır. İyi bir planlama yapılmasını gerektirmektedir. Bu aşamada yatırımcının risk, getiri ve vade beklentileri doğrultusunda yatırım ölçütleri belirlenir. Ayrıca, mevcut finansal durum ve finansal piyasalardaki koşullar dikkatli bir şekilde gözden geçirilir (Korkmaz vd., 2019: 8).

Portföy planlama aşamasında portföyün stratejik varlık dağılımına ilişkin karar verilerek, her yatırım kategorisine yapılacak yatırım tutarı belirlenir (hisse senedi oranı, sabit getirili menkul kıymet oranı, repo oranı, nakit oranı vb.).

1.3.2. Portföy Analizi

Portföy yönetiminin ikinci aşamasını yatırım analizi oluşturmaktadır. Yatırım analizi, portföye alınacak menkul kıymetlerin niteliklerinin incelenmesi, ölçülmesi, belirli bir süre içinde değişik menkul kıymetlerin performanslarının ne olabileceğinin nicel olarak tahmin edilmesidir (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 17).

Yatırım için ulusal veya uluslararası ekonomik, sosyal ve politik şartların uygun olup olmadığı ortaya konulabilir. Ekonomik durumla ilgili olarak, hükümetin para ve mali politikaları, enflasyon, faiz oranları, ekonomi ve sektörel büyüme oranları, gayri safi milli hasıla, ödemeler dengesi ve uluslararası gelişmeler dikkate alınmalıdır. Ekonomik, sosyal ve politik durum, yatırım için elverişli bulunması durumunda hangi endüstri kolunun daha iyi bir gelecek vaat ettiğine yönelik analizler yapılmalıdır (Korkmaz vd., 2019: 8).

Ekonomik durum analizinde, genel ekonomik konjonktür, enflasyon oranı, nüfus artışı, işsizlik oranı, faiz oranları gibi göstergeler baz alınarak, bu göstergelerin menkul kıymetler üzerindeki etkisinin olup olmadığı ortaya konulmalıdır. Endüstri veya sektör analizinde, menkul kıymetlerin ait olduğu endüstri kolu değerlendirilmekte olup, ilgili endüstri kolundaki gelişmeler, büyüme oranı, ürün ve ürüne olan talep, rekabet koşulları gibi göstergelerden faydalanılarak, endüstri kolunun genel ekonomi içindeki konumu belirlenebilir.

Daha sonraki aşamada ise, belirlenen endüstri kolunda hangi işletmelerin menkul kıymetlerine yatırım yapılacağına tespit edilmesi gerekmektedir. Yatırım yapılacak işletmelerin seçiminde temel analiz ve teknik analiz yöntemlerinden yararlanılabilir (Korkmaz vd., 2019: 9). Temel analiz ve teknik analiz ile menkul kıymetlerin ait olduğu işletmelerin dönem kârları, kâr payı ve faiz ödemeleri, menkul kıymetlerin piyasa değeri gibi geçmiş dönem göstergelerinden yararlanılarak ve bunlardaki değişimler ortaya konularak menkul kıymetler arasındaki ilişkiler belirlenir.

1.3.3. Portföy Seçimi

Portföy seçimi, portföy yatırımını hisse senedi, tahvil, hazine bonosu, finansman bonosu, varlığa dayalı menkul kıymet, repo, altın, döviz gibi değişik menkul kıymet yatırım araçlarına bölmeyi ifade eder (Korkmaz vd., 2019: 9). Diğer bir ifadeyle, hangi menkul kıymete ne tutarda yatırım yapılacağı saptanır.

Bu aşama ilk olarak, her yatırım aracına yapılacak yatırım tutarının (veya yatırım oranının) belirlenmesini içerir. Daha sonra bu grup içinde farklı menkul kıymetlere yapılacak yatırım tutarının belirlenmesi gerekir.

Bu aşama, portföy planlama sürecinde belirlenen kriterler doğrultusunda portföyün içeriğinin belirlendiği süreçtir. Daha önceki aşamalarda portföyün genel yatırım stratejisine

karar verilir. Artık bu aşamada, yatırım tercihleri ve piyasa beklentileri göz önüne alınarak, yüzde kaçının sabit getirili menkul kıymetlerden, yüzde kaçının hisse senetlerinden oluşan bir portföy tasarlanacağı veya ne kadar likit tutulacağı belirlenmektedir.

1.3.4. Portföy Değerlendirmesi

Portföy oluşturulduktan sonra belli zaman aralıklarında portföyün değerlendirilmesi ve başarısının ölçülmesi gerekir. Portföy değerlendirmesi, iki aşamada uygulanabilir. Bu aşamalar, performans ölçütlerinin hesaplanması ve performans karşılaştırmalarının yapılmasıdır (Korkmaz vd., 2019: 9).

Performansın ölçülmesi, gerçekleşen veriler kullanılarak tek tek varlıkların performanslarının ölçülmesi veya portföyün bir bütün olarak, belirli bir süre içinde varlıkların getirilerinde ve değerinde olan değişikliklerin hesaplanmasıdır. Bu hesaplamalar sonucunda portföyün mevcut getirisi, büyümesi ve riski ile ilgili veriler elde edilmiş olur.

Performansın karşılaştırılmasında ise, yatırım sürecinin başında belirlenen amaçlar, belirlenen kriterler kullanılarak ortaya çıkan sonuçlar ile karşılaştırılmaktadır. Alınan yatırım kararlarının bu belirlenen hedeflere ulaşp ulaşmadığı ve beklentileri ne ölçüde karşıladığı belirlenir. Bu değerlendirmelere bağlı olarak, portföyde yapılması gereken menkul kıymet değişimleri öngörülebilecektir.

1.3.5. Portföy Revizyonu

Portföy revizyonuna, portföyün gözden geçirilmesi de denmektedir. Portföyün gözden geçirilmesi veya revizyonu, yatırım amaçlarının, portföyün performans hedefinin, elde edilen gerçek sonuçların ve analizlerin dikkatli bir şekilde incelenmesini içerir (Korkmaz vd., 2019: 10).

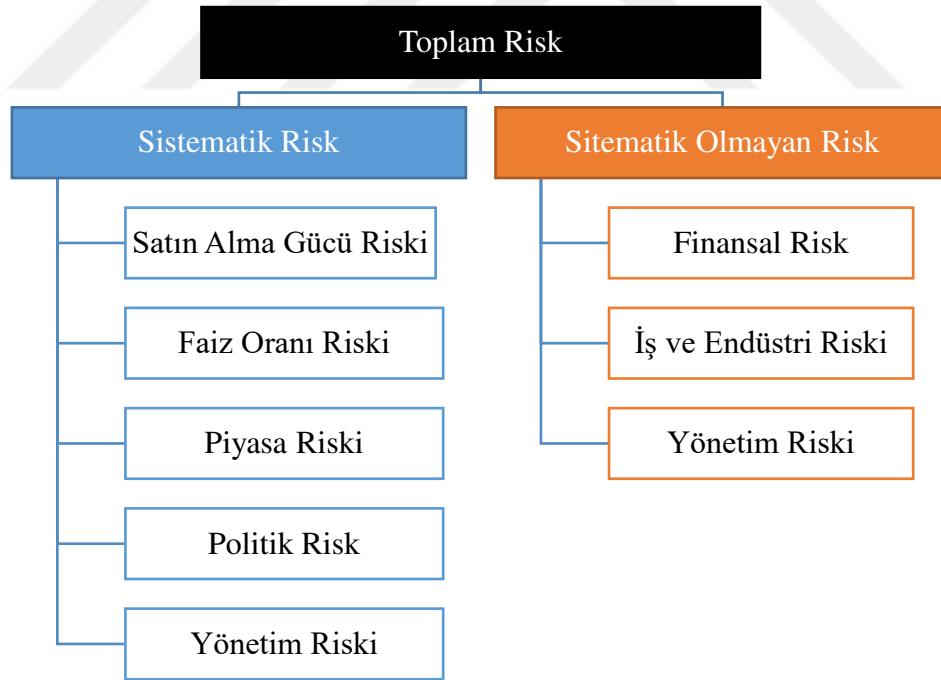
Portföy yönetiminde temel amaç, belirli bir risk seviyesinde maksimum getiriyi sağlamaktır. Bunu sağlamak için portföydeki bazı varlıklar bir süre sonra portföyden çıkartılıp yeni varlıklar portföye dahil edilerek portföyün verimi artırılabilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 23). Burada yatırımcının risk ve getiri beklentileri, hedeflere ulaşmaktaki başarı durumu, ekonomik durum ve piyasa koşulları takip edilerek, portföy daha dinamik bir şekilde yönetilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca zaman içinde yatırımcının beklentilerinin ve öngörülerinin değişmesi sonucu, yatırım hedefleri, stratejileri ve sınırlamaları da zaman

içerisinde değişebilir, sonuç olarak portföyde kapsamlı bir revizyona gidilmesine yol açılabilir.



1.4. Portföy Yatırımları ile İlgili Riskler ve Toplam Risk Kaynakları

Portföy yönetiminin en önemli fonksiyonlarından biri, risk ve getiri arasında ilişki kurmaktır (Demirtaş ve Güngör, 2004: 104). Yatırımcıların bir menkul kıymete yatırım yaparken dikkate almaları gereken en önemli unsur, söz konusu menkul kıymete ait risk ve getiri arasında ilişki kurabilmesidir (Topal ve İlarıslan, 2009: 221; Uğurlu vd., 2016: 2). Portföye yatırım araçları seçilirken bu iki unsur karşılaştırılmalı ve bunlar arasında uygun değişimin yapılması gerekmektedir. Genellikle yatırımcılar, getiri oranı hakkında oldukça fazla bilgiye sahip oldukları halde, risk kavramı hakkında yeterli bir bilgiye sahip değildirler (Korkmaz vd., 2019: 20). Finansal açıdan risk, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma olasılığıdır. Yatırımcının yaptığı yatırımdan sağlayacağı getirinin, beklenen getirinin altına düşme veya üstüne çıkma olasılığı söz konusudur. İşte bu olasılık, yatırımcı açısından yapmış olduğu yatırımın riski olarak ifade edilmektedir (Korkmaz vd., 2019: 13). Portföy yönetiminde yatırımcının riski kontrol altına alabilme veya sınırlayabilme olanağının olup olmamasına göre, toplam risk; Şekil 1.1.'de gösterildiği gibi sistematik ve sistematik olmayan risk olarak iki ana gruba ayrılabilir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 488).



Şekil 1.1. Toplam Riskin Kaynakları

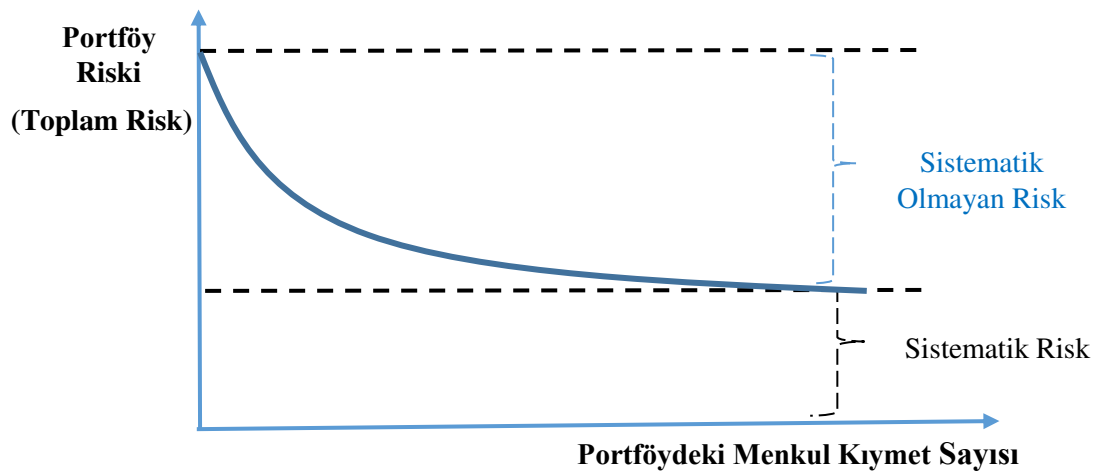
Sistematik ve sistematik olmayan risk bileşimi ile oluşan toplam risk, menkul kıymet getirilerinin varyansı olarak ifade edilmektedir. Varyans (σ^2), her bir olası sonuç için, olası

sonuç ile beklenen getiri arasında oluşan farkların karelerinin, olasılıklarla çarpımlarının toplanması ile bulunmaktadır. Buna göre, olası getiri ile beklenen getiri arasındaki fark ne kadar büyükse, portföyün riski de o ölçüde artacaktır. Dolayısıyla, varyansın değerinin yükselmesi, portföy riskinin yükseldiği anlamına gelir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 593).

Portföydeki menkul kıymet sayısı, toplam riskin azaltılmasında etkili olmaktadır. Portföydeki menkul kıymetlerin sayısının biraz arttırılmasıyla, risk düzeyinde belli oranda düşme sağlanmasına rağmen, artan menkul kıymet sayısının risk düzeyini azaltıcı etkisi gittikçe zayıflayacaktır (Akgüç, 1998: 873).

Portföyde yapılacak çeşitlendirme ile riskin azaltılabileceği varsayılır. Sistematik olmayan riski iyi bir çeşitlendirme ile düşürmek olasıdır. Çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyün toplam riski, ancak sistematik risk düzeyine kadar indirilebilir.

Şekil 1.2.'de, portföye daha fazla finansal varlığın eklenmesiyle yapılan portföy çeşitlendirmesinin; portföyün toplam riski, sistematik riski ve sistematik olmayan riski üzerindeki etkileri açıklanmaktadır.



Şekil 1.2. Portföy Riski

Şekilde 1.2.'de kolay bir şekilde görülebileceği üzere portföydeki menkul kıymet sayısı arttıkça portföy riski azalmaktadır. Ancak, portföydeki menkul kıymet sayısının artması belli bir sayıdan sonra toplam riski azaltmamaktadır. Yatırımcının çeşitlendirme ile azaltamayacağı bu risk sistematik risktir.

Sistematik olmayan risk ise, iyi bir çeşitlendirme ile azaltılabilir. Hatta çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyde sistematik olmayan risk, ortadan kaldırılırsa portföy riski sistematik risk seviyesine kadar düşürülebilir.

1.4.1. Sistematik Risk Kaynakları

Sistematik risk, piyasadaki bütün menkul kıymetlerin fiyatlarını aynı anda etkileyen faktörlerin neden olduğu risktir. Tüm finansal piyasalar ile bu piyasalarda işlem gören menkul kıymetlerin tümünü etkileyen sistematik risk, finansal varlıkların kendi dinamikleri dışında sosyal, ekonomik, politik çevrenin yapısından kaynaklanmaktadır. Sistematik riskler, tüm ekonomiyi ilgilendiren ve işletme yönetiminin müdahale edemeyeceği risklerdir (Usta ve Demireli, 2012: 26). Bu açıdan sistematik risk, portföyün çeşitlendirilmesi ile ortadan kaldırılamayan risk olarak tanımlanabilir.

Portföy yönetimi açısından sistematik risk, tek belirsizlik kaynağıdır ve yatırımcılar açısından kontrol edilebilme olanağı yoktur. Sistematik riskin başlıca kaynakları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

1.4.1.1 Satın alma gücü riski

Satın alma gücü riski, enflasyon riski olarak da ifade edilmektedir. Yatırıma tahsis edilen fonun, enflasyonun etkisi ile satın alma gücünün azalması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Satın alma gücü riski, fiyat düzeylerindeki değişimler nedeniyle satın alma gücündeki potansiyel kayıplar olarak da tanımlanabilir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 492).

Fiyatların genel seviyesindeki artış nedeniyle paranın satın alma gücünde meydana gelen düşüş, menkul kıymet yatırımlarının verimliliğini de etkilemektedir. Enflasyon oranı, bir belirsizliktir ve yatırımları olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, enflasyon oranı yatırımcılar için bir risk unsurudur ve yatırım kararı alınırken dikkate alınması gereken bir kriterdir. Yatırımdan elde edilen getirinin ancak enflasyonun üzerinde olması durumunda reel bir getiriden söz etmek mümkündür. Sabit getiri sağlayan yatırım araçları, (tahvil, repo vs.) enflasyondan daha fazla etkilenirken; hisse senetleri, satın alma gücün riskinden en az etkilenen finansal varlıklardır (Usta ve Demireli, 2012: 27).

1.4.1.2. Faiz oranı riski

Faiz oranı riski, yatırım yapılan menkul kıymetin fiyatının piyasadaki faiz oranlarından olumsuz olarak etkilenmesi durumunu ifade eder. Genelde faiz oranları ile menkul kıymetlerin fiyatları arasında ters yönlü bir etkileşim söz konusudur. Faiz oranlarındaki yükselme menkul kıymetlerin fiyatlarında düşüşe, faiz oranlarındaki düşme eğilimi ise menkul kıymetlerin fiyatlarında hissedilir artışlara neden olmaktadır (Korkmaz vd., 2019: 26). Bu negatif ilişki, yatırımcıların yatırım kararlarını etkilemektedir.

Faiz oranı riski, piyasada uygulanan faiz oranlarının değişme olasılığını ifade ettiği için belirli faiz getirisine sahip yatırımlar verimlilik farklarına yol açmaktadır. Özellikle tahvil gibi sabit getirili yatırım araçları, piyasa faiz oranının yükselmesi durumunda kaybedilmiş birer fırsat olarak görülebilir. Hisse senetleri ise piyasa faiz oranından daha yüksek kazanç sağlama olasılığı sağladığı için daha riskli sayılabilirler (Usta ve Demireli, 2012: 29).

1.4.1.3. Piyasa riski

Piyasalarda meydana gelen dalgalanmalar sonucunda yatırım getirilerinde meydana gelen değişimler piyasa riski olarak ifade edilebilir (Usta ve Demireli, 2012: 27). Sermaye piyasasında, bazen belirli bir neden veya nedenlerle, bazen de hiçbir geçerli neden olmadan, finansal varlıkların pazar fiyatlarında büyük düşüşler meydana gelebilir. Böyle bir fiyat düşüşünün yatırımcının getirisi üzerindeki olumsuz etkisi, piyasa riskini oluşturmaktadır. (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 498).

Piyasa riski, hisse senetlerini tahvillerden daha fazla etkilemektedir. Çünkü tahvil ve benzeri borçlanma senetlerinin gerçek değerleri, hisse senetlerinin değerlerinden daha hassas tahmin edilebilir. Bu özellik, tahvil piyasa fiyatının, hisse senedi fiyatına göre piyasa riski ile daha az dalgalanmasına neden olmaktadır. (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 498).

1.4.1.4. Politik risk

Ulusal veya uluslararası politik olayların, menkul kıymet getirileri üzerinde yaratacağı değişiklikler politik risk olarak adlandırılmaktadır.

Dünyada meydana gelen siyasi ve ekonomik krizler, savaşlar gibi belirsizlikler, yatırımcıların davranışları üzerinde oldukça etkilidir. Ayrıca uluslararası ticaret hacmini

etkileyen, koruma girişimleri, kotalar, döviz kurundaki dalgalanmalar veya yabancı sermaye yatırımları gibi faktörler bu riskin unsurlarını oluşturmaktadır (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 499).

1.4.1.5. Kur riski

Döviz riski olarak da adlandırılan kur riski, yabancı para ile yapılan yatırımlarda, paranın değerinin düşmesi sonucu ortaya çıkan bir risk türüdür. Kur riski, döviz kurlarında meydana gelen beklenmedik değişmelerin, kur etkisine açık olan kişi ve kuruluşların nakit akımlarında olumsuz bir değişmeye yol açması durumudur. Başka bir ifadeyle, işletmelerin kontrolü dışında gerçekleşen döviz kurlarındaki dalgalanmalar ve dövizin ulusal paraya çevrilmesi nedeniyle işletmelerin finansal yapısında meydana gelebilecek olası kayıplardır (Usta ve Demireli, 2012: 28).

1.4.2. Sistematik Olmayan Risk Kaynakları

Toplam riskin diğer bir bileşeni olan sistematik olmayan risk, özellikle işletmeye veya işletmenin içinde bulunduğu endüstri koluna bağlı olarak ortaya çıkan bir risktir. Grevler, teknolojik gelişmeler, yasal düzenlemeler, tüketici tercihlerinin değişmesi, hammadde fiyatlarındaki artış, yönetim hataları gibi durumlar sistematik olmayan risk unsurları olup, işletmelerin karlarında dalgalanmalara sebep olurlar. Bu risk unsurları sadece işletmeler ve içinde bulunduğu endüstri kolu için söz konusu olduğundan, diğer işletmeleri, endüstri kollarını ve sermaye piyasasını etkilemezler.

Sistematik olmayan risk; bir firmayı veya sektörü etkileyebilirken, diğer firmalar veya sektörler bu riske maruz kalmayabilir (Taner ve Akkaya, 2012: 170). Bu nedenle sistematik riskin aksine, sistematik olmayan risk, çok iyi çeşitlendirilmiş bir portföyle azaltılabilir ya da tamamen ortadan kaldırılabilir. Sistematik olmayan riskin kaynakları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

1.4.2.1. Finansal risk

Finansal risk, işletmenin borç ödeme yeterliliğinin azalması, gelirlerinin borçlanma sonucu sürekliliğini kaybetmesi ve başta ekonomik olmak üzere, çevresel koşullarda özel ya da genel bir değişikliğe ayak uyduramayarak, faiz ve kar payı ödemelerini gerçekleştirecek gelir düzeyinin altına düşmesi tehlikesidir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 500).

Finansal risk, firmanın varlıklarını öz kaynaklarla veya yabancı kaynaklarla finanse etmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Finansal risk, finansal kaldıraç derecesi ile belirlenmektedir. Hisse senedi, tahvil ile karşılaştırıldığında hisse senedinin finansal riskinin daha yüksek olduğu görülebilir. Ayrıca, işletmenin faiz borcunun büyüklüğü, hisse senedi sahiplerine dağıtmak için ayrılacak kar payı tutarında büyük dalgalanmalara yol açabilir (Usta ve Demireli, 2012: 28).

1.4.2.2. İş ve endüstri riski

İş ve endüstri riski, bir işletmenin içinde bulunduğu endüstri kolu ve buna bağlı olarak işletmenin o endüstri kolu içindeki konumundan kaynaklanan risktir. İşletmenin kazancının veya büyümesinin geçici veya sürekli olarak durması veya gerilemesi şeklinde tanımlanabilir.

İşletmenin endüstri içinde tekel konumunda olması veya piyasada tam rekabet şartlarının olması, endüstri kolundaki para-mal dönüşümü, yatırımcıların kararını etkiler. İşletmenin durumu finansal açıdan iyi olsa bile içinde bulunduğu endüstri kolunda bir daralma varsa bu durum söz konusu işletmeyi de etkileyecektir (Usta ve Demireli, 2012:28).

Tüketici zevklerindeki değişimler, şiddetli dış rekabet, grevler, hammadde teminindeki zorluklar, teknolojik gelişmeler, iş ve endüstri riskini oluşturan faktörlerdendir (Akgüç, 1998: 868).

1.4.2.3. Yönetim riski

Yönetim riski, işletmelerin yönetim kademesindeki hatalar nedeniyle kötü yönetilmeleri durumunda ortaya çıkan bir risk türüdür. Yönetim kademesinde yapılan hatalar, işletmelerin başarısızlıklarında temel rol oynar. Bu hatalar, hisse senetlerinin değerlerini etkileyen değişkenleri de olumsuz yönde etkilemektedir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 502). Yönetim hataları ile işletmelerin büyümesi, satışları ve dolayısıyla kârları da azaltacaktır. Dolayısıyla bu durum, o işletmeyi daha riskli hale getirecektir (Akgüç, 1998: 868).

1.5. Portföy Riskinin ve Getirisinin Ölçülmesi

Yatırımcıların yatırım kararı vermelerindeki en temel amaç, bu yatırımlardan getiri elde etmektir. Ancak bu getiri beklentisinin istenildiği gibi gerçekleşmemesi durumu da risk

olarak ifade edilebilir. Yatırımlardan elde edilecek getirinin mümkün olduğunca yüksek, riskin de oldukça düşük olması amaçlanır. Diğer bir ifade ile belirli bir risk düzeyinde en yüksek getirinin sağlanması ya da belirli bir getirinin en düşük risk düzeyinde elde edilmesi amaçlanır. Ancak yatırım kararlarının geleceğe yönelik olması ve gelecekteki belirsizliğin de bugünden tam olarak kestirilememesi nedeniyle, az ya da çok riskle karşılaşılması kaçınılmaz olmaktadır (Korkmaz vd., 2019: 37). Portföyün riskinin ve getirisinin hesaplanabilmesi için, portföyden beklenen getirinin, portföyün varyansının ve beta katsayısının bilinmesinin veya hesaplanabilmesinin çok büyük önemi vardır. Bir portföyün getirisi, esasında onu oluşturan menkul kıymetlerin getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Portföyün riski ise, portföyden beklenen getirilerin ortalamadan ne kadar saptığını gösteren varyans ve standart sapmayla ölçülür.

1.5.1. Portföyün Beklenen Getirisi

Portföy yönetimi açısından getiri, bir yatırım aracının fiyatında meydana gelen değişimler olarak ifade edilebilir. Bu değişim oranının pozitif yönde olması yatırımdan getiri elde edildiğini, negatif yönde olması ise bu yatırımdan zarar edildiği sonucunu ortaya koymaktadır. Bir yatırım aracının geçmiş dönemlerde gerçekleşmiş olan getirisi, gerçekleşmiş getiri ya da geçmiş getiri olarak tanımlanabilir. Yatırımcıların, bir yatırım aracının gelecekteki getirilerine dair yaptıkları tahminler, beklenen getiri olarak ifade edilmektedir. Finansal açıdan getiri oranlarının hesaplanması iki biçimde yapılmaktadır. Bunlardan ilki, kesikli getiri; diğeri, sürekli getiri şeklinde yapılan hesaplamalardır. Kesikli getiride, tek dönemlik basit getiri hesaplanmaktadır. Basit getiri, aynı zamanda değer artış hızını vermektedir. Kısaca herhangi bir finansal varlığı, $t-1$ döneminden t dönemine kadar elinde tutan bir yatırımcının sağlayacağı tek dönemlik basit getiri hesaplanmaktadır. Bu hesaplama şu şekilde yapılabilir (Çil Yavuz, 2015: 8):

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (1.1)$$

R_t : Varlığın t dönemindeki basit getirisi

P_t : Varlığın t dönemindeki fiyatı

P_{t-1} : Varlığının $t-1$ dönemindeki fiyatı

Hisse senetlerinin getirilerinin hesaplanmasında genellikle düzeltilmiş hisse senedi fiyatları kullanılmaktadır. Düzeltilmiş fiyatlar, hisse senetlerine ait ham fiyatlara, temettü

ödemelerinin (kar payı dağıtımları) eklendiği ve sermaye artırımını ya da hisse senedi bölünmelerinden kaynaklanabilecek olan değişimlerin dahil edildiği fiyatlardır.

Hisse senedine ait temettü ödemesinin de eşitliğe ayrıca dâhil edilmesi gerektiği durumlarda, t anında D_t tutarında temettü dağıtıldığı varsayılırsa, kesikli getiri oranının hesaplanması şu şekilde yapılabilir (Çil Yavuz, 2015: 10):

$$R_t = \frac{P_t + D_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (1.2)$$

D_t : Varlığın t dönemindeki temettü ödemesi

Diğer bir hesaplama yöntemi olan sürekli getiride ise, zaman serilerinde yani uzun dönemler için sürekli olarak getiri hesaplaması yapılmaktadır. Sürekli getiri, genellikle logaritmik getiri olarak adlandırılmaktadır. Bu hesaplama, şu şekilde yapılabilir (Çil Yavuz, 2015: 10):

$$R_t^s = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1.3)$$

R_t^s : Varlığın t dönemindeki sürekli getirisi

P_t : Varlığın t dönemindeki fiyatı

P_{t-1} : Varlığın $t-1$ dönemindeki fiyatı

Hisse senedine ait temettü ödemesinin de eşitliğe ayrıca dâhil edilmesi gerektiği durumlarda, t anında D_t tutarında temettü dağıtıldığı varsayılırsa, sürekli getiri oranının hesaplanması şu şekilde yapılabilir:

$$R_t^s = \ln\left(\frac{P_t + D_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1.4)$$

D_t : Varlığın t dönemindeki temettü ödemesi

Kesikli getiri ve sürekli getiri oranı arasındaki ilişkiyi şu şekilde ifade etmek mümkündür (Çil Yavuz, 2015: 19):

$$R_t^s = \ln(1 + R_t) \quad (1.5)$$

R_t^s : Sürekli getiri oranını,

R_t : Kesikli getiri oranını ifade etmektedir.

Çeşitli menkul kıymetlerden oluşan bir portföyün getirisi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Dolayısıyla portföyün getirisi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin doğrusal bir fonksiyonudur. Bu ifade, aşağıdaki gibi gösterilebilir (Karan, 2013: 139);

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i r_i \quad (1.6)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

R_p : Portföyün getirisi

r_i : i menkul kıymetinin getirisi

w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

n : Portföydeki menkul kıymet sayısı

Yatırım kararları geleceğe yönelik verildiğinden, gerçekleşen getiri yerine beklenen getiriden söz etmek gerekir. Bu durumda beklenen getirinin hesaplanması gerekir. Sadece iki menkul kıymetten oluşturulmuş ($n = 2$) bir portföyün beklenen getirisi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$E_p = \sum_{i=1}^2 w_i E(r_i) = w_1 E(r_1) + w_2 E(r_2) \quad (1.7)$$

E_p : Portföyün beklenen getirisi

w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

$E(r_i)$: i menkul kıymetinin beklenen getirisi

n adet menkul kıymetten oluşturulmuş bir portföyün beklenen getirisi ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Doğukanlı ve Borak, 2018: 66):

$$E_p = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (1.8)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

1.5.2. Portföyün Riski

Portföyün riski, portföyün gerçekleşen getirisinin, beklenen getirisinden ne ölçüde saptığını gösterir. Portföyün riski, portföy getirisinin hesaplanmasında olduğu gibi, portföyde yer alan her bir menkul kıymetin standart sapmasının ağırlıklı ortalaması ile ölçülmez. Çünkü, portföy riskinin portföyde yer alan menkul kıymetlerin standart sapmalarının ağırlıklı ortalamalarından daha düşük bir değerde olması olasılığı vardır. Hatta, aynı standart sapma yani risk ile aynı beklenen getiriye sahip farklı menkul kıymetlerden bir portföy oluşturulduğunda, portföyün standart sapmasının sıfır olabilmesi teorik olarak mümkündür. Menkul kıymetlerin ayrı ayrı riskleri birbirlerinin risklerini ortadan kaldırarak portföyün riskini azaltmaktadır. Bu nedenle her bir menkul kıymetin bileşiminin getirileri arasındaki kovaryansın hesaplanması gerekmektedir (Karan, 2013: 140).

İki menkul kıymetin (i ve j) arasındaki kovaryans şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Cov}_{(i,j)} = \sum_{i,j=1}^n (R_i - \bar{R}_i) \cdot (R_j - \bar{R}_j) \quad (1.9)$$

$\text{Cov}_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetleri arasındaki kovaryans

R_i : i menkul kıymetinin getirisi

R_j : j menkul kıymetinin getirisi

$\bar{R}_i$: i menkul kıymetinin ortalama getirisi

$\bar{R}_j$: j menkul kıymetinin ortalama getirisi

Portföydeki menkul kıymet sayısının ikiden fazla olması, kovaryans matrisinin hesaplanmasını gerektirir. Kovaryans matrisinde köşegen değerleri menkul kıymetlerin tekil varyanslarını, köşegen dışındaki simetrik değerler ise menkul kıymetler arasındaki kovaryans değerlerini ifade etmektedir (Yücel, 2016: 117).

Ancak kovaryans hesaplaması ile elde edilen değer, menkul kıymetler arasında, negatif veya pozitif yönlü bir ilişki olduğunu verir. Elde edilen değer ile ilişkinin büyüklüğünü açıklamak mümkün değildir. Bu ilişkiyi anlamlandırmak için korelasyon katsayısı kullanılabilir. Korelasyon, iki tesadüfi değişken arasındaki doğrusal ilişkinin istatistiksel olarak yönünü ve gücünü belirtir. Farklı durumlar için farklı korelasyon katsayıları vardır. En yaygın kullanılanı Pearson korelasyon katsayısıdır (Karan, 2013: 141).

Korelasyon katsayısı, yatırımların getirileri arasındaki kovaryansın, yatırımların getirilerinin standart sapmalarının çarpımına bölünmesiyle şu eşitlikteki gibi hesaplanabilir (Fettahoğlu, 2016: 126):

$$\delta_{(i,j)} = \frac{\text{Cov}_{(i,j)}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (1.10)$$

$\delta_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetleri arasındaki korelasyon katsayısı

σ_i : i menkul kıymetinin standart sapması

σ_j : j menkul kıymetinin standart sapması

$\text{Cov}_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetleri arasındaki kovaryans

Korelasyon katsayısı +1 ile -1 arasında bir değer olmaktadır. Korelasyon katsayısının aşırı uç değerleri, -1 ve +1'dir. Aşırı uç değerlere sahip menkul kıymetler bulmak oldukça güçtür (Fettahoğlu, 2016: 18). Menkul kıymetler arasında korelasyon azaldıkça, portföy riskinin de azalması beklenir. Korelasyon katsayısının tam olarak +1, 0 veya -1 olması portföy riskine şu şekilde etki etmektedir (Korkmaz vd., 2019: 102):

- ✓ **Korelasyon Katsayısının +1 Olması Durumu:** Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki korelasyonun tam olması durumunda, çeşitlendirme yoluyla portföy riskini sınırlamak mümkün değildir (Fettahoğlu, 2016: 18). Çünkü portföydeki menkul kıymetlerin fiyatları, aynı yönde hareket etmektedir.
- ✓ **Korelasyon Katsayısının Sıfır Olması Durumu:** Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı durumlarda, çeşitlendirme yoluyla risk azaltılabilir. Korelasyon katsayısının sıfır olduğu bir durumda menkul kıymetlerin seçimi yoluyla riskin sınırlandırılması, tüm yatırımcılar için kolaylıkla yapılabilecek bir çeşitlendirme türüdür.
- ✓ **Korelasyon Katsayısının -1 Olması Durumu:** Menkul kıymetlerin getirileri arasındaki korelasyon katsayısının -1 olması ender rastlanan bir durumdur. Korelasyon katsayısının negatif olması halinde, portföy riski minimum düzeye indirilebilir. Eğer korelasyon katsayısı (-1) ise, menkul kıymetler arasında mükemmel negatif tam korelasyon var demektir. Bu durumda portföy riski, belirli bir menkul kıymet bileşiminde sıfır olacaktır (Fettahoğlu, 2016: 18).

Portföy çeşitlendirmesinde menkul kıymetler arasındaki korelasyon katsayısının -1 veya buna yakın bir değerde olması arzu edilir. Yatırımcı, yeterince düşük korelasyona sahip menkul kıymetleri seçerek portföy oluşturabilirse, Markowitz çeşitlendirmesi yoluyla portföy riskini sistematik risk düzeyine kadar düşürebilir (Korkmaz vd., 2019:102).

Bu ifadelerden sonra, finansal yatırımlar için portföyün matematiksel riskini ifade eden standart sapma aşağıdaki gibi hesaplanır (Karan, 2013: 148):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)}} \quad (1.11)$$

σ_p : Portföyün riski (standart sapması)

w_i : i menkul kıymetinin portföydeki ağırlığı

w_j : j menkul kıymetinin portföydeki ağırlığı

$\text{Cov}_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetlerinin getirileri arasındaki kovaryans.

Sadece iki menkul kıymetten oluşturulmuş bir portföyün riski aşağıdaki gibi hesaplanır (Doğukanlı ve Borak, 2018: 67):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2} = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \text{Cov}_{(1,2)}} \quad (1.12)$$

σ_p : Portföyün riski (standart sapması)

σ_i : i menkul kıymetinin riski

$\text{Cov}_{(1,2)}$: Menkul kıymetler arasındaki kovaryans

n adet menkul kıymetten oluşturulmuş bir portföyün riski ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Doğukanlı ve Borak, 2018: 67):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)}} \quad (1.13)$$

Portföyün riskinin başarılı bir şekilde yönetilmesi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin iyi bir şekilde analiz edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Dolayısıyla yatırım kararı verilmeden önce, değişik menkul kıymetlerden meydana gelen portföylerin riskleri arasında bir karşılaştırma yapmak gerekmektedir.

Varyansı (ya da standart sapması) düşük olan bir portföy, her zaman optimal portföy olmayabilir. Böyle bir durumda optimal portföy, yalnızca risksiz yatırım araçlarından oluşan bir portföy olabilir. Ancak optimal portföy, katlanılacak belirli bir risk düzeyi için en yüksek getiriyi sağlayan portföydür.

1.5.3. Beta Katsayısı

Hisse senedi yatırımcılarını, yatırım yapılan hisse senedi ile ilgili getiri ve risk dışında yakından ilgilendiren göstergelerden biri de beta (β) katsayısıdır. Beta katsayısı, herhangi bir hisse senedinin piyasadaki dalgalanmalara karşı olan duyarlılığını ifade etmektedir. Bu nedenle, hisse senedi yatırımcıları için iyi bir göstergedir. Çünkü, portföye dahil edilecek hisse senedine karar verirken hisse senetlerinin piyasaya olan duyarlılıklarını da dikkate almak gerekecektir.

Beta katsayısı aşağıdaki eşitlik ile gösterilebilir (Fettahoğlu, 2016: 123).

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2} \quad (1.14)$$

- β_i : i hisse senedinin beta katsayısı,
 $\text{Cov}(R_i, R_m)$: i hisse senedi ile pazar portföyünün getirileri arasındaki kovaryans,
 R_i : i hisse senedinin beklenen getirisi
 R_m : Pazar portföyünün getirisi
 σ_m^2 : Pazar portföyünün varyansını ifade etmektedir.

Beta katsayısı, hisse senedi getirisinin, hisse senedi piyasası getirisine paralel olarak değişiklik gösterip göstermediğini ölçmeye yarar. Yani, beta katsayısı, portföy içindeki bir hisse senedinin payının bir birim artırılması ile portföyün varyansında meydana gelen değişmeyi ortaya koymaktadır (Alkan, 2015: 215).

Portföylerin beta katsayısı, o portföyde yer alan menkul kıymetlerin beta katsayısına göre daha küçük olacaktır. Bunun nedeni, portföyde yer alan menkul kıymetlerin betalarının birbirlerini dengelemeleridir (Korkmaz ve Ceylan, 2015: 658). Ayrıca, bir portföyün betası, o portföyde yer alan menkul kıymetlerin betalarının ağırlıklı ortalamasına eşittir. Tüm menkul kıymetlerin ortalama betası yani pazar portföyünün betası 1'dir (Alkan, 2015: 215).

Bir portföy veya menkul kıymetin;

- Beta katsayısının 1'den büyük olması durumunda ($\beta > 1$), portföyün getirisi, piyasa getirisi ile aynı yönde, hatta daha büyük bir değişme gösterecek demektir (Alkan, 2015: 215). Bu tür hisse senetlerinin piyasa duyarlılıkları fazla olduğu için, atak hisse senetleri olarak adlandırılırlar.
- Beta katsayısının +1 ile -1 arasında olması durumunda ($+1 > \beta > -1$) portföyün getirisi, piyasa getirisinden daha küçük bir değişim gösterecek demektir (Alkan, 2015: 215).
- Beta katsayısının -1'den küçük olması durumunda ise ($\beta < -1$), portföyün getirisi, piyasa getirisi ile ters yönde hatta daha küçük bir değişme gösterecek demektir (Alkan, 2015: 215). Bu tür hisse senetlerinin piyasa duyarlılıkları zayıftır ve tutucu hisse senetleri olarak adlandırılırlar.

1.6. Portföy Yönetimi Yaklaşımları

Finans literatüründe iki temel portföy yönetimi yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, 1938'de John Burr Williams'ın modellediği, daha çok basit çeşitlendirmeye dayanan “Geleneksel Portföy Yaklaşımı”, diğeri ise istatistiksel ve matematiksel temele dayanan, 1950'lerde Harry Markowitz tarafından ortaya atılan “Modern Portföy Yaklaşımı”dır (Korkmaz vd., 2019: 71).

1.6.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı

Geleneksel portföy yaklaşımı 1950'li yıllara kadar yaygın olarak kullanılan bilimsel bir dayanağı olmayan bir yöntemdir (Civan, 2007: 306). Geleneksel portföy yaklaşımı, Markowitz'ten önceki portföy yönetimi şeklinde ifade edilebilir. Markowitz'in 1952'de yayınladığı “Portfolio Selection” başlıklı makalesinden sonra, geleneksel portföy yaklaşımı yerini modern portföy yaklaşımına bırakmıştır. Ancak, geleneksel portföy yaklaşımı, her ne kadar 1950'li yıllardan önceki dönemi kapsasa da kolayca uygulanabilmesinden dolayı günümüzde de hala kullanılmaktadır (Civan, 2007: 306).

Geleneksel portföy yaklaşımında esas olan, portföyün beklenen getirisidir, risk kavramı sezgisel olarak bilinmesine rağmen, ölçülmesi konusunda herhangi bir çalışma yapılmamış ve sadece getiriler üzerine odaklanan bir yaklaşım sergilenmiştir (Oberuc, 2011:

3). Bu yönüyle geleneksel portföy yaklaşımının, portföy yönetim sürecini bir bilim olarak değil, bir sanat olarak gördüğünü söylemek mümkün olabilir.

Geleneksel portföy yaklaşımı, portföy performansı ile menkul kıymet sayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu savunmaktadır. Diğer bir ifade ile yatırımcıların sadece portföydeki menkul kıymet sayısını artırarak risk faktörünü azaltabileceği öngörülmektedir (Korkmaz vd., 2019: 71).

Geleneksel portföy yaklaşımında amaç, yatırımcının portföyden sağlayacağı getiriyi maksimize etmektir. Başka bir ifadeyle yatırımcı, belli bir risk düzeyini dikkate alarak, portföyün beklenen getirisini yükseltmeye çalışmaktadır (Yörük, 2000: 9). Geleneksel portföy yaklaşımında, portföy getirisi portföyü oluşturan menkul kıymetlerin kar payı dağıtımları ve belli bir dönemdeki oluşan değer artışlarının toplamıdır.

Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri aynı yönde hareket etmeyeceğinden, portföyün riskinin tek bir menkul kıymetin riskinden küçük olacağı söylenebilir. Buna bağlı olarak, geleneksel portföy yaklaşımı, menkul kıymetlerden oluşturulacak bir portföyün riskini azaltabilmek için, portföyü daha çok sayıda menkul kıymetten oluşturmak gerektiğini savunmaktadır. Başka bir ifade ile geleneksel portföy yaklaşımı, basit çeşitlendirme (yalın çeşitlendirme) esasına dayanmaktadır. Basit çeşitlendirmede, portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkilere dikkat edilmeksizin portföydeki menkul kıymet sayısını arttırarak risk faktörünün azaltılacağı öngörülmektedir. Bu yaklaşımı, “bütün yumurtaları aynı sepete koymamak” şeklinde tanımlamak da mümkündür (Korkmaz vd., 2019: 71).

Geleneksel portföy yaklaşımında yalın çeşitlendirme, portföye daha çok farklı endüstri kollarından, farklı firmaların hisse senetlerinin, farklı bölge veya ülkelerdeki firmaların hisse senetlerinin portföye alınması veya hisse senedi yanında tahvil veya diğer menkul kıymet yatırım araçlarına yatırım yapılması şeklinde uygulanmaktadır (Yörük, 2000: 11).

1.6.2. Modern Portföy Yaklaşımı

Harry Markowitz’e Nobel ödülü kazandıran, 1952’de “The Journal of Finance” Dergisi’nde yayınlanan “Portfolio Selection” adlı makale Modern Portföy Yaklaşımı’nın başlangıcını oluşturmaktadır (Toraman ve Yörük, 2014: 135). Harry Markowitz’in ortaya

koymuş olduğu yöntemle, portföy seçim süreci bilimsel bir tabana ve sistematığe oturtulmuştur (Fabozzi vd., 2002: 7).

Markowitz'in modern portföy yaklaşımın temelini oluşturan en önemli buluşu, geleneksel portföy yaklaşımında sezgisel olarak varlığı bilinen ama hesaplamalara dahil edilmeyen risk kavramını istatistiksel olarak tanımlamış olması ve çeşitlendirme kavramını kovaryans veya yatırım araçlarının getirileri arasındaki korelasyonlar ile açıklamış olmasıdır (Fabozzi vd., 2002: 8). Modern portföy yaklaşımı ile Markowitz, riski; bir varlığın beklenen getirisinin, gerçekleşen getirisinden sapması olarak tanımlamıştır.

Markowitz, geleneksel portföy yaklaşımına üç önemli noktada katkıda bulunmuştur. Bunlar (Korkmaz vd., 2019: 95);

- i. Portföy yönetiminde, kısımların veya parçaların toplamının, bütüne eşit olmadığının ispatlanmasıdır. Markowitz, burada portföy riskinin portföyü oluşturan varlıkların riskinden daha az olabileceğini ve belirli koşullarda portföyün sistematik olmayan riskinin sıfır yapılabileceğini göstermiştir.
- ii. Yatırımcıların bazı portföyleri aynı getiriye sağlamakla birlikte, daha riskli oldukları için, bazı portföyleri de aynı risk düzeyinde olmakla birlikte, daha az getiri sağladıkları için tercih etmeyeceklerini, dolayısıyla bazı portföylerin diğerlerine göre daha üstün olduklarını ve bu durumu üstünlük ilkesi olarak ileri sürmüştür. Markowitz'e göre, menkul kıymetlerin seçiminde etkin sınır söz konusudur.
- iii. Etkin sınırın kuadratik programlama yolu ile elde edilebileceğidir. Markowitz'in geliştirdiği yöntem karmaşık bir takım hesaplamaları gerektirmektedir.

Modern portföy yaklaşımında, geleneksel portföy yaklaşımında olduğu gibi yalın bir çeşitlendirme yapılarak portföy riskin azaltılamayacağı, çünkü portföyde yer alan menkul kıymetlerin aynı veya ters yönde hareket edebilecekleri ileri sürülmektedir (Aksoy ve Tanrıöven, 2007: 607). Bir portföyün toplam riskinin, o portföy içindeki menkul kıymetlerin risklerinin ortalamasına eşit olmamasının nedeni, portföy içinde yer alan menkul kıymetlerin getiri oranlarının aynı olaya karşı verdikleri tepkilerinin farklı olması sonucu ortaya çıkan kovaryanstır (Yücel, 2016: 115).

Kovaryans, menkul kıymetlerin birlikte hareketlerinin yönünü ortaya koyar. Ancak, kovaryans hesaplaması ile elde edilen değeri, negatif ya da pozitif bir yönlü bir ilişki olup olmadığının belirlemesi dışında yorumlamak değildir. Çünkü kovaryans değeri ilişkinin ölçüsünü vermez (Karan, 2013: 141) Kovaryans değeri kullanılarak hesaplanan korelasyon katsayısı ise, menkul kıymetler arasındaki birlikte değişimin istatistiksel olarak yönünü ve ölçüsünü verir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 aralığında bir değer alır (Aksoy ve Tanrıöven, 2007: 614). Korelasyon katsayısının negatif değer alması, bir menkul kıymetin fiyatı düşerken diğerinin fiyatının arttığı (veya tam tersi), pozitif değer alması ise iki menkul kıymetin fiyatlarının birlikte arttığı veya azaldığı, yani olaylara aynı şekilde tepki verdiklerini gösterir. Korelasyon katsayısının sıfır olması istatistiksel olarak menkul kıymetler arasında herhangi bir ilişki olmadığı, birindeki fiyat değişiminin diğerini etkilemeyeceğini ifade etmektedir (Aksoy ve Tanrıöven, 2007: 614).

Portföy oluştururken riski azaltmak için negatif korelasyonlu menkul kıymetlerin seçilmesine özen gösterilmelidir (Fettahoğlu, 2016: 17). Çünkü bir veya birkaç menkul kıymetin getirisi düşerken diğerlerinin artması, portföyün getirisinin topluca düşmesini önleyecektir. Böylece gerçekleşen getiri ile beklenen getiri arasındaki farkın artması engellenerek, riskin azaltılması sağlanabilecektir. Portföydeki menkul kıymetlerin aralarındaki korelasyon çok yüksek ise, bu durumda portföyün sistematik olmayan riskini çeşitlendirme ile azaltmak mümkün olmayacaktır (Yücel, 2016: 115).

Bu yaklaşıma göre menkul kıymetler arasındaki getiri ilişkileri (korelasyon katsayıları) incelenerek tam pozitif ilişki içinde olmayan menkul kıymetlerin yani aralarındaki korelasyon katsayısı 1'den küçük olan menkul kıymetlerin portföye dahil edilmesiyle portföy getirisi düşürülmeden riskin azaltılabileceği ifade edilmiştir (Markowitz, 1952: 89).

Modern portföy yaklaşımının varsayımları beş ana başlık altında toplanabilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998: 149):

1. Yatırımcıların amacı, fayda fonksiyonunu maksimize etmektir. Bütün yatırımcılar rasyonel düşünürler ve her dönemde beklenen faydayı maksimize etmeyi amaçlarlar.
2. Yatırımcılar, yatırım kararı verirken, yalnızca beklenen getiri ve risk ölçütünü dikkate alırlar. Getiri ölçütü olarak, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin

beklenen getirilerinin ortalaması, riskin ölçütü olarak bu portföy getirilerinin varyansı kullanılır.

3. Yatırımcıların, risk ve getiri hakkındaki beklentileri homojendir. Başka bir ifadeyle tüm yatırımcılar, aynı risk düzeyinde daha fazla getiriye daha az getiriye tercih ederler.
4. Yatırımcılar özdeş zaman ufkuna sahiptirler.
5. Modern portföy yaklaşımına göre, sermaye piyasası oldukça etkindir. Başka bir ifadeyle, bilgiler süratli bir biçimde, tam ve doğru olarak menkul kıymet fiyatlarına yansımaktadır. Piyasa her zaman dengededir. Bilgi akışına ilişkin herhangi bir kısıtlama yoktur ve yatırımcılar için söz konusu bilgilere eş zamanlı olarak ulaşmak mümkündür.

Markowitz, modern portföy yaklaşımında portföy seçim sürecini iki aşamaya ayırmaktadır. Birinci aşama, gözlem ve tecrübe ile başlar ve mevcut menkul kıymetlerin gelecekteki performansları hakkındaki düşüncelerle sona erer. İkinci aşama ise menkul kıymetlerin gelecekteki performanslarıyla ilgili düşüncelerle başlar ve portföy seçimi ile sona erer (Markowitz, 1952: 77).

1.6.2.1. Portföyün beklenen getirisi ve riski

Portföy yönetiminde yatırım kararını etkileyen iki temel unsur, beklenen getiri ve risktir (Yücel, 2016: 116). Bir portföyün getirisi, onu oluşturan menkul kıymetlerin getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır.

n adet menkul kıymetten oluşan bir portföyün beklenen getirisi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Doğukanlı ve Borak, 2018: 66):

$$E_p = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (1.15)$$

E_p : Portföyün beklenen getirisi

w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

$E(r_i)$: i menkul kıymetinin beklenen getirisi

Portföyün riski ise; portföyün gerçekleşen getirisinin, beklenen getirisinden ne ölçüde saptığını gösterir ve aşağıdaki gibi hesaplanır (Doğukanlı ve Borak, 2018: 67):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)}} \quad (1.16)$$

- σ_p : Portföyün riski (standart sapması)
 w_i : i menkul kıymetinin portföydeki ağırlığı
 w_j : j menkul kıymetinin portföydeki ağırlığı
 $\text{Cov}_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetlerinin getirileri arasındaki kovaryans
 n : Portföydeki menkul kıymet sayısı

1.6.2.2. Markowitz Ortalama-Varyans modeli

Modern portföy yaklaşımının kurucusu sayılan Markowitz (1952), portföy seçimi problemini bir varlık portföyünün ortalamasının ve varyansının bir seçimi olarak formüle etmiştir (Elton ve Gruber, 1997: 1744). Modelde, portföy seçimi sürecine menkul kıymetlerin gelecekteki performanslarına ilişkin tahminler yapılarak başlanmakta daha sonra, etkin bir portföy kümesi belirlemek için bu tahminler analiz edilmekte ve yatırımcının tercihlerine en uygun olan portföylerin seçilmesi önerilmektedir (Sharpe, 1963: 278).

Markowitz'in ortalama-varyans modeli, modern portföy yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Markowitz ortalama-varyans modeli, bilinen en iyi finansal modellerdendir. Modelin amacı, beklenen getiri seviyesinde, en düşük risk seviyesine sahip portföy kompozisyonunun oluşturulmasıdır (Markowitz, 1952: 77).

Markowitz'e göre n adet menkul kıymetten oluşturulmuş bir portföyün beklenen getirisinin ve riskinin şu şekilde hesaplandığı daha önce ifade edilmişti.

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (1.17)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)}} \quad (1.18)$$

- $E(R_p)$: Portföyün beklenen getirisi
 w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

- $E(r_i)$: i menkul kıymetinin beklenen getirisi
 σ_p : Portföyün standart sapması (riski)
 σ_i : i menkul kıymetinin riski
 $Cov_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetlerinin getirileri arasındaki kovaryans

Markowitz'in ortalama-varyans modeli, amaç fonksiyonu portföyün varyansını minimize eden bir doğrusal programlama modelidir (Yücel, 2016: 119).

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)} \quad (1.19)$$

- $Cov_{(i,j)}$: i ve j menkul kıymetleri arasındaki kovaryans
 w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

Doğrusal programlama modelinin ilk kısıtı, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin ağırlıklarının toplamının bire eşit olmasına ilişkindir. Yani;

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1.20)$$

olmalıdır. Portföyün beklenen getirisi, menkul kıymetlerin beklenen getirilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Portföyü oluştururken beklenen getiri düzeyi belirlidir ve amaç da bu getiriyi en az riskle elde etmektir.

Kısıtları da modele dahil edersek, nihai model aşağıdaki gibi olacaktır (Yücel, 2016: 119):

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{(i,j)} \quad (1.21)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \geq E(R_p) \quad (1.22)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (1.23)$$

$$0 \leq w_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$E(r_i)$: i menkul kıymetinin beklenen getirisi

w_i : i menkul kıymetinin portföyde bulunma oranı (ağırlığı)

$E(R_p)$: Portföyün beklenen getirisi

n : Portföydeki menkul kıymet sayısı

σ_{ij} : i ve j menkul kıymetleri arasındaki kovaryans

Markowitz ortalama-varyans modelinde amaç portföy riskini, portföyün beklenen getirisinin belirlenen bir hedef getiri seviyesine eşit ya da büyük olması, menkul kıymetlerin portföy içindeki ağırlık oranlarının 0 ile 1 arasında olması ve bu ağırlık oranlarının toplamalarının 1'e eşit olması kısıtları altında minimum yapmaktır (Kardiyen, 2008: 21).

Markowitz ortalama-varyans modeliyle ortaya konulan karesel (kuadratik) problemin çözümü, portföye hangi finansal varlıktan ne oranda dahil edilmesi gerektiğini (optimum ağırlıkları) ve portföyün varyansını vermektedir. Modelde, beklenen getiri değiştirilerek çok sayıda etkin portföy oluşturulabilir. Bu etkin portföylerin beklenen getirileri ve varyansları getiri-risk grafiğinde işaretlenerek bu noktalar birleştirilerek etkin sınır eğrisi elde edilmektedir (Yücel, 2016: 120):

Markowitz'in ortalama-varyans modelinin temel varsayımları aşağıdaki gibi sıralanır (Oberuc 2011: 6-9):

- 1. Amaç Fonksiyonu:** Markowitz modelinin en temel varsayımı amaç fonksiyonunun seçimidir. Amaç fonksiyonunda varyans ve standart sapmanın minimize edilmesi amaçlanır. Menkul kıymet getirileri arasındaki kovaryans amaç fonksiyonunda bir girdi olarak kullanılır. Kovaryans matrisi, pozitif tanımlı ve simetrik olmalıdır. Menkul kıymetlerin portföyde bulunma oranları, modelde kovaryans matrisinin bir girdi olarak kullanılmasını gerektirmektedir. Kovaryans matrisinin yanlış hesaplanması, sonuçları etkileyecektir.
- 2. Doğrusallık Varsayımı:** Modelin amaç fonksiyonu kuadratik olmasına rağmen, Markowitz yaklaşımının geçerli olabilmesi için, kısıtlar doğrusal olmak zorundadır. Kısıtların doğrusal olmadığı durumlarda matematiksel optimizasyon teknikleri ile çözüme ulaşılabirse de bu şekilde oluşturulan bir portföyün optimal portföy olacağına dair bir garanti verilemez.

3. **Tek Yatımı Dönemi:** Yatırım süresi tek dönemlidir. Beklenen getiriler ile kovaryans matrisi sadece ele alınan bu dönem için geçerlidir.
4. **Yatırım Elverişliliği:** Menkul kıymetler ulaşılabilir niteliktedir ve herhangi bir oranda sonsuz küçük parçaya bölünebilirler.

1.6.2.3. Optimal portföyün belirlenmesi

Yatırımcı, oluşturulabilecek olası tüm portföyler içinden optimal portföyü seçmek ister. Yatırımcılar yatırım kararı verirken, portföye dâhil edeceği menkul kıymetlerin gerçekleştirecek getirilerinin ne olacağını bilemezler, fakat beklenen getirisini tahmin edebilirler. Genellikle beklenen getirilerinin yüksek olmasını ve bu beklenen getirin gerçekte gerçekleşen getiriden farkının az olmasını (yani riskin düşük olmasını) isterler. Fakat risk ve getiri birlikte hareket ettiğinden, birini yükseltirken diğerini düşürmek genellikle mümkün olmamaktadır. Markowitz'e göre bu sorunun çözümü, belirli bir risk seviyesinde getiriyi maksimize etmek veya belirli bir getiri seviyesinde riski minimize etmektir (Yücel, 2016: 120).

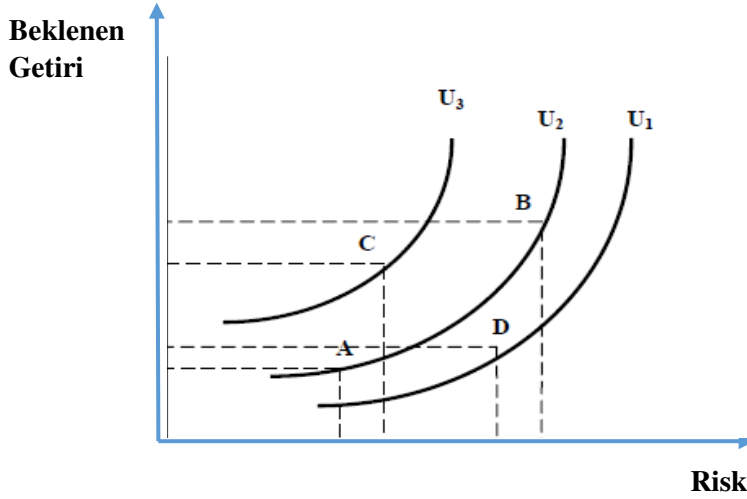
Yatırımcıların risk ve getiri tercihleri arasındaki ilişkiyi gösteren eğrilere kayıtsızlık eğrileri adı verilir. Kayıtsızlık eğrileri, bir anlamda yatırımcının hangi risk düzeyinde ne kadar getiri beklediğini göstermektedir. Kayıtsızlık eğrilerinin x ekseninde yatırımcının katlanacağı risk; y ekseninde ise katlandığı bu riske karşılık elde edebileceği getiri yer almaktadır (Karan, 2013: 165). Yatırımcıların optimal portföye karar verebilmesi için, kayıtsızlık eğrileri ile etkin sınır üzerinde yer alan portföylerin bir araya getirilmesi gerekmektedir. Yatırımcıların tercihi doğrultusunda kayıtsızlık eğrisi ile etkin portföylerin kesiştiği yerde optimal portföy oluşmaktadır. Kayıtsızlık eğrilerin temel özellikleri şu şekildedir (Karan, 2013: 165):

- Aynı kayıtsızlık eğrisi üzerinde yer alan tüm portföyler, yatırımcıya eşit fayda sağlar. Kayıtsızlık eğrileri asla birbirini kesmezler.
- Yatırımcılar kendisine daha fazla fayda sağlayan (daha kuzeybatıdaki) kayıtsızlık eğrisi üzerindeki bir portföyü, daha az fayda sağlayan (yeterince kuzeybatıda yer almayan) kayıtsızlık eğrisi üzerindeki portföye göre öncelikli olarak tercih ederler.

Kayıtsızlık eğrilerinin eğiminin yüksek olması (eğrinin görünümünün dikey eksene paralel olması) yatırımcının riskten kaçındığını; kayıtsızlık eğrilerinin eğiminin düşük

olması (eğrinin görünümünün yatay eksene paralel olması) ise yatırımcının daha fazla risk almayı göze aldığını göstermektedir (Korkmaz vd., 2019: 98-99).

Kayıtsızlık eğrileri grafik üzerinde Şekil 1.3.'teki gibi gösterilebilir (Konuralp, 2001: 321):

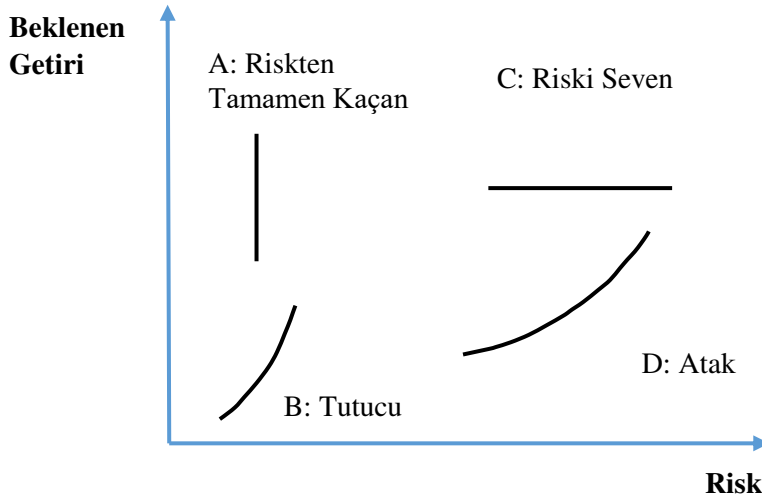


Şekil 1.3. Kayıtsızlık Eğrileri (Konuralp, 2001: 321)

Şekil 1.3.'e göre, A ve B noktalarında bulunan portföyler, farklı beklenen getiri ve risk düzeyine sahip olmalarına rağmen aynı kayıtsızlık eğrisi üzerindedirler. B portföyünün riski, A portföyünün riskinden daha fazladır. Ancak, benzer şekilde B portföyünün beklenen getirisi A portföyünün beklenen getirisinden daha fazladır. Kayıtsızlık eğrilerinde en çok fayda kuzeybatı bölgesinde sağlanır. Sağlanan fayda üst kısımlara gidildikçe artmaktadır.

Şekil 1.3.'te görülen C portföyü, diğerlerine göre daha öncelikli olarak tercih edilmelidir. Çünkü C portföyünün riski, B ve D portföylerinden daha düşük, A portföyünden ise yüksek olmasına rağmen, bu riske değecek kadar daha fazla bir beklenen getiri düzeyi sunmaktadır. Burada diğer portföylere göre tercih edilmeyecek portföy, D portföyü olmalıdır. Çünkü D portföyü yüksek risk düzeyine sahip olmasına rağmen, sağlayacağı beklenen getirisi bu riski almaya değmeyecek kadar düşük düzeydedir.

Modern portföy yaklaşımında yatırımcıların riski kabullenme düzeylerinin yatırımcı tipine bağlı olarak farklı olduğu kabul edilir. Şekil 1.4.'te getiri-risk grafiği üzerinde yatırımcıların riske karşı tutumları açıklanmıştır (Özçam, 1997: 14):



Şekil 1.4. Yatırımcıların Riski Kabullenme Durumları (Özçam, 1997: 14)

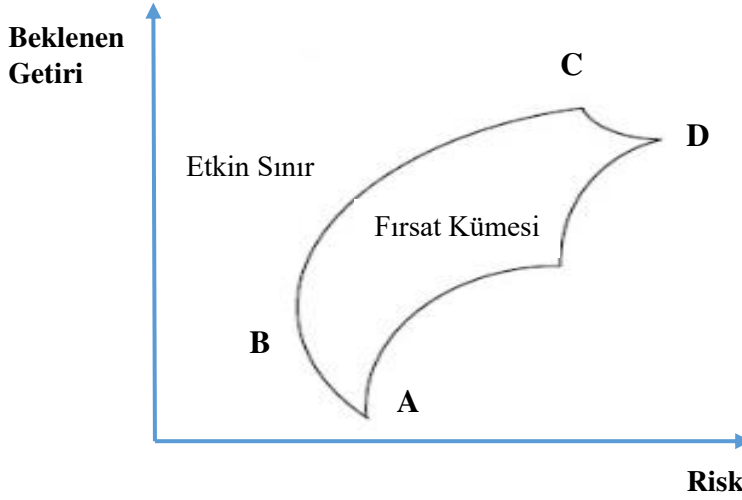
Şekil 1.4’te görüldüğü üzere, kayıtsızlık eğrisinin eğimi ne kadar fazla ise yatırımcı daha çok riskten kaçınmaktadır. Yani, yatırımcının riskten kaçınma düzeyi arttıkça kayıtsızlık eğrisi dikleşmekte, riski kabullenme düzeyi arttıkça, daha yatay bir pozisyon almaktadır. Riskten en fazla kaçınan ve yüksek risk almak istemeyen yatırımcı A’dır. Yatırımcı C ise riski seven yatırımcı tipidir. Riske karşı tutumları açısından B ile D değerlendirildiğinde ise, D’nin B’ye göre riski daha kolay kabullenmekte olduğu söylenebilir.

Yatırımcıların risk kabullenme tutumlarına göre finansal piyasalarda oluşturabileceği sınırsız sayıda alternatif portföy bulunmaktadır. Yatırımcı optimal portföyü; kendisine değişen risk düzeylerinde maksimum beklenen getiriyi sunan portföylerden ya da kendisine değişik beklenen getiri düzeylerinde minimum risk sunan portföyler arasından seçecektir (Karan, 2013: 168).

Yatırımcının yatırım yapabileceği portföy alternatiflerinin tümüne “fırsat kümesi” adı verilir. Yatırımcılar bu kadar portföy arasından en iyi getiri-risk ilişkisine sahip, bir anlamda en etkin portföyleri belirlemek isteyeceklerdir. Finans literatüründe etkin portföyleri birleştiren eğriye etkin sınır eğrisi adı verilmektedir (Karan, 2013: 167).

Optimal portföy, kayıtsızlık eğrisinin etkin sınır eğrisine teğet geçtiği noktada oluşur. Fırsat kümesi içinde değişen risk seviyesinde maksimum getiriyi sağlayan, değişen getiri seviyesinde ise minimum riski sunan portföylerin oluşturduğu kümeye etkin set ya da etkin sınır adı verilmektedir (Konuralp, 2001: 319).

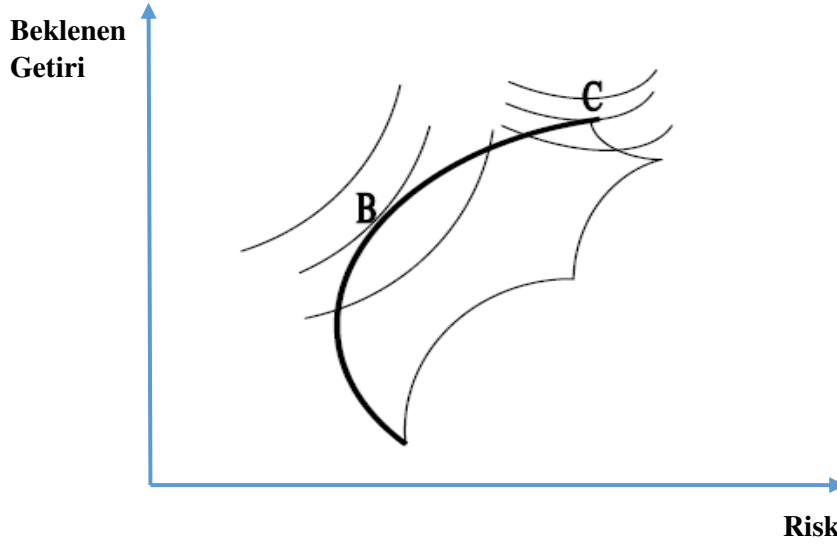
Fırsat kümesi ve etkin sınır Şekil 1.5.'te gösterilmektedir. Portföylerin beklenen getiri düzeyleri ve o getiri düzeyinde elde edilen etkin portföylerin riskleri, beklenen getiri-risk grafiği üzerinde gösterildiğinde, bu etkin portföyleri birleştiren eğri etkin sınır eğrisi olarak adlandırılır.



Şekil 1.5. Etkin Sınır Eğrisi (Konuralp, 2001: 320)

Şekil 1.5.'te görülen fırsat kümesi, yatırımcının yatırım yapabileceği olası tüm portföylerin kümesidir. Fırsat kümesi içerisinde A, B, C ve D olmak üzere dört portföy seçeneğinin olduğunu düşünelim. Bu portföyler içinde en az riskli olanı B portföyüdür. En yüksek riskli olan ise D portföyüdür. Grafik üzerinde sola (kuzeybatıya) doğru gidildikçe D portföyü ile aynı getiriyi sağlayan ve daha az riskli portföyler bulmak mümkündür. Bunun anlamı D portföyünün etkin sınır üzerinde yer alamayacağıdır. A portföyü en düşük risk düzeyine sahip portföydür. Ancak, fırsat kümesi içinde en düşük beklenen getiriyi sağlamaktadır. C portföyü ise, yüksek risk düzeyine sahip olmasına rağmen bu riske katlanmaya değer bir beklenen getiri düzeyi sunmaktadır. Bu duruma göre B portföyü ile C portföyü arasındaki kısım etkin sınırı oluşturmaktadır.

Optimal portföylerin seçiminde yatırımcıların kayıtsızlık eğrileri ile etkin sınır eğrisi üzerinde yer alan portföyleri bir araya getirmek gerekmektedir. Kayıtsızlık eğrileri ile etkin sınır grafiği birlikte çizilirse, risk tercihleri farklı olan yatırımcıların optimal portföylerinin belirdiği noktalar Şekil 1.6.'da görülebilir (Konuralp, 2001: 321).



Şekil 1.6. Etkin Sınır ve Kayıtsızlık Eğrilerinin Birlikte Gösterimi (Konuralp, 2001: 321)

Şekil 1.6.'ya göre, B portföyünü tercih eden bir yatırımcının riskten kaçınarak, C portföyüne göre daha az bir beklenen getiri düzeyine razı olduğu görülmektedir. C portföyünü tercih eden bir yatırımcının ise riski kabullenerek B portföyüne göre daha yüksek bir beklenen getiri düzeyi elde etmek istediği anlaşılmaktadır.

Yatırımcılar etkin sınır üzerinde oluşturulabilecek sonsuz sayıda optimal portföyden kendi risk tercihinin bağlı olarak, yani kayıtsızlık eğrisinin etkin sınıra teğet geçtiği noktadaki portföyü tercih ederek kendine uygun olan portföyü bulabilecektir (Konuralp, 2001: 321). Bu nokta, yatırımcının üstlendiği riske karşılık, sağlayacağı maksimum faydayı temsil etmektedir.

1.7. Markowitz'den Sonraki Portföy Yaklaşımları

Modern portföy yaklaşımı bazı yönleriyle eleştirilmektedir. Bunlardan en yaygın olanı, model istatistiksel hesaplamalara dayandığı için, kullanılan girdilerin (beklenen getiri, standart sapma ve varlıklar arası kovaryans) tahminine yöneliktir. Genellikle söz konusu değişkenler, tarihi (geçmişte gerçekleşmiş) veriler kullanılarak tahmin edilmektedir. Ancak tarihi getiriler, varlık getirilerinin standart sapması ve varlık getirileri arasındaki kovaryanslar seçilen geçmiş dönemler itibari ile farklılaşabilmektedir.

Markowitz'in modern portföy yaklaşımından sonra optimal portföyü oluşturmayı hedefleyen çeşitli modeller ortaya atılmıştır.

Markowitz'in ortaya koyduğu yöntem, karmaşık birtakım hesaplamaları gerektirmektedir. Bu nedenle 1963 yılında Markowitz'den sonra William Sharpe, yöntemi geliştirerek, basit bir model ortaya koymuştur. Tek indeks modeli olarak bilinen bu yöntem, 1970'lerde paket program haline getirilerek, bilgisayar çözümlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Markowitz'in geliştirdiği model, tahvil, hisse senedi gibi menkul kıymetlere ve gayrimenkullere yapılan yatırımların analizinde kullanılırken tek indeks modeli, daha çok alternatif hisse senetlerine yapılan yatırımların getirilerinin maksimizasyonu için kullanılmaktadır (Korkmaz vd., 2019: 95-96).

Portföy yönetimi konusunda daha sonraları, Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966), yatırımcıların modern portföy yaklaşımına uygun olarak, menkul kıymetlere ve özellikle hisse senetlerine yatırım yapmaları halinde, fiyatların ne yönde değişeceğini araştırmışlardır. Bu çalışmaların sonucunda, Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli (SVFM) geliştirilmiştir. SVFM, uzunca bir süre, batıda portföy yönetiminde aracı kuruluşlar tarafından kullanıldıktan sonra, 1977'de Richard Roll, modelin yetersizliğini ileri sürerek, portföy yönetiminde kullanılmamasını önermiştir (Korkmaz vd., 2019: 95-96).

Hemen hemen aynı yıllarda Steve Ross, SVFM'e alternatif olarak Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT) modelini ortaya atmıştır. Bu modelde Ross, risk ve getiri arasında, hiçbir yatırımcıya, arbitraj yolu ile sınırsız olarak servetini artırma imkanı vermeyecek bir ilişkiyi araştırmıştır (Korkmaz vd., 2019: 95-96).

Günümüzde, SVFM ve AFT uygulamada geniş ölçüde kullanılmasına rağmen akademik çevrelerde yeterli modeller olup olmadıkları tartışılmaya devam etmektedir (Korkmaz vd., 2019: 95-96).

Çalışmanın bu bölümünde söz konusu modeller; SVFM, indeks modeller, AFT ve etkin piyasa modelleri hakkında bilgiler verilmiştir.

1.7.1. Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli

Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM), modern portföy yaklaşımının 1952'de Markowitz tarafından ortaya atmasından sonra, 1964'te William Sharpe, John Lintner ve Jan Mossin tarafından birbirinden bağımsız bir biçimde yapmış olduğu çalışmalar sonucu geliştirilmiş ve bir menkul kıymetin riski ve getirisinin birbirleri ile ilişkilerini daha kapsamlı bilimsel tabana oturtan bir modeldir.

SVFM'nin temel varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Elton vd., 2014: 292):

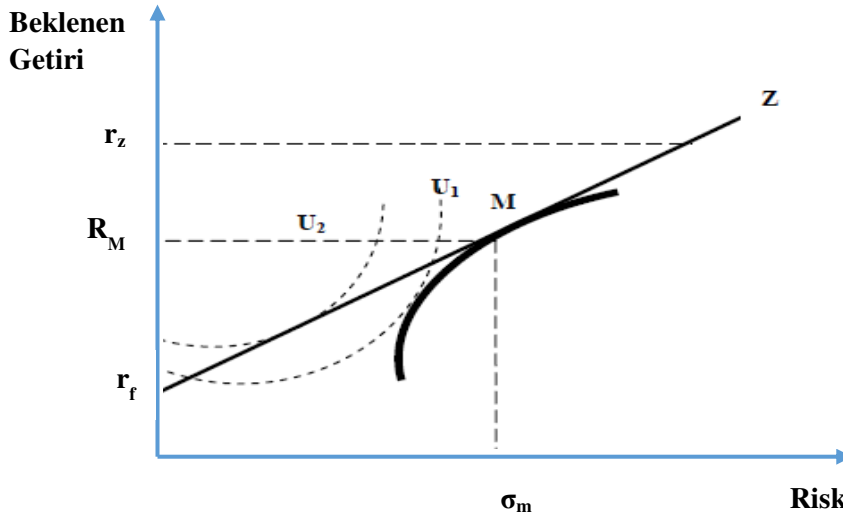
- Varlıklar sınırsız olarak bölünebilir niteliktedir. Yatırımcını servetinden bağımsız olarak, küçük miktarlarda işlem yapabileceği varsayılır.
- Yatırımcıların sağladıkları gelirler üzerinden hiçbir vergi ve komisyon ödemesi gibi kesintilerin olmadığını varsayılmaktadır. Buna göre, yatırımın getirilerinden dolayı oluşan temettü ya da sermaye gelirlerinden dolayı vergi ödemesi yapılmamaktadır. Komisyon ücretlerinin dikkate alındığı bir durumda finansal varlığın getirisi hesaplanırken, yatırımcının alım satım kararı almadan önce söz konusu finansal varlığa sahip olup olmadığının bilinmesini gerektirmektedir. Bu da işlem ücretlerinin hesaplamalara dâhil edilmesi sonucunda modelin karmaşıklaşmasına neden olacaktır.
- Bir yatırımcı, bir hisse senedini satın alarak ya da satarak o hisse senedinin piyasadaki fiyatını etkileyebilme gücüne sahip değildir.
- Portföy oluştururken yatırımcıların sadece beklenen getiri ve standart sapma ölçümlerine göre karar verdiği varsayılır.
- Sınırsız olarak açığa satış yapmak mümkündür. Buna göre bir yatırımcı herhangi bir miktarda hisse senedini açığa satabilir.
- Yatırımcılar, risksiz faiz oranından sınırsız miktarda borç alabilir ya da borç verebilmektedirler.
- Yatırımcıların yatırımları kapsamındaki beklentileri homojendir. Buna göre yatırımcıların, getirilerin ortalama ve varyansları (ya da belirli bir dönemdeki fiyatlar) ile ilgilendiği ve tüm yatırımcıların ilgili dönemi tamamen aynı şekilde tanımladığı varsayılmaktadır. Beklentilerin homojenliği kapsamında, tüm yatırımcılar karar alma sürecinde, gerekli veriler açısından (beklenen getiri, varyans ve korelasyon matrisi) aynı beklentilere sahiptirler.
- Bütün varlıklar pazarlanabilir. Buna göre tüm varlıkların piyasada alınıp satılabilmesi mümkündür.

SVFM'de bir menkul kıymetin beklenen getirisi risksiz faiz oranı, pazarın risk primi ve menkul kıymetin betası kullanılarak hesaplanmaktadır. SVFM'nin hesaplaması aşağıdaki gibidir (Doğukanlı ve Borak, 2018: 130):

$$E(r_i) = r_f + \beta_i [E(r_M) - r_f] \quad (1.24)$$

- $E(r_i)$: i menkul kıymetin beklenen getirisi
 β_i : i menkul kıymetin betası
 $E(r_M)$: Pazar portföyünün beklenen getirisi (Piyasa getirisi)
 $E(r_M) - r_f$: Pazarın risk primi
 r_f : Risksiz faiz oranı

Markowitz'in modern portföy yaklaşımında portföy yalnızca riskli yatırım araçlarından oluşmaktadır. SVFM'de ise portföyde risksiz varlıklara da yer verilmektedir. Yatırımcıların risksiz varlıklara da yatırım yapması fayda eğrisini yukarıya çekerek faydasını arttırmaktadır. Risksiz varlığa yatırım yapmanın etkileri Şekil 1.7.'de gösterilmiştir (Karan, 2013: 191).

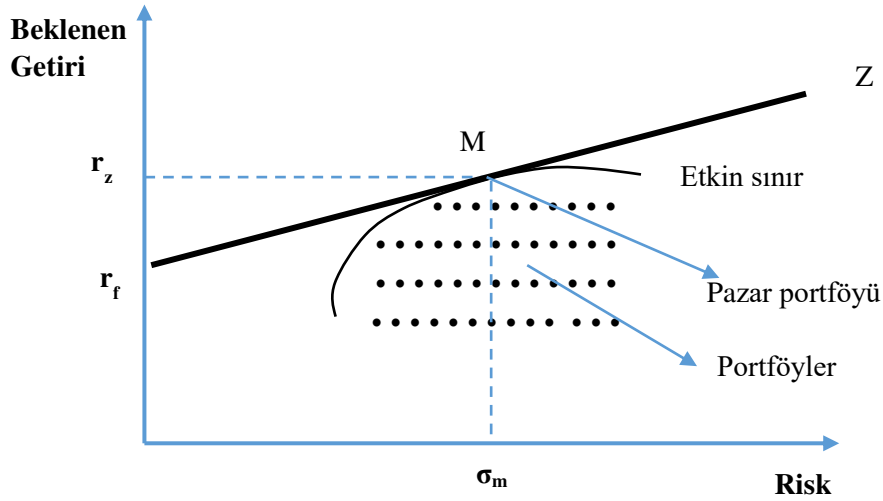


Şekil 1.7. Risksiz Varlığın Yatırımcının Kayıtsızlık Eğrileri Üzerindeki Etkileri (Karan, 2013: 189)

Şekil 1.7.'ye göre, Markowitz'in etkin sınırı sadece riskli varlıklarla oluşturulan optimal portföylerin kümesidir. Yatırımcı kayıtsızlık eğrisinin etkin sınıra teğet olduğu noktada optimal portföyünü oluşturmaktadır. Yatırımcı portföyün tamamını risksiz varlıklardan oluşturursa, r_f kadar getiri elde edebilecektir. Bu durum yatırımcının fayda eğrisini yukarıya çekerek faydasını arttırmaktadır. Risksiz yatırım söz konusu olduğunda artık etkin sınır $r_f MZ$ doğrusu olacaktır. Yatırımcı portföyünün tamamını riskli varlıklara yatırırsa, r_m kadar getiriye sahip olması beklenir. Yatırımını kısmen riskli, kısmen de risksiz varlıklardan oluşturursa; r_f ile r_m arasında bir getiriye sahip olacaktır. Eğer borçlanarak riskli varlıklara yatırım yaparsa, tüm parasının yanında borç alarak hisse senedine yatırım yaparsa, bu durumda getirisinin r_m 'den de yukarıda, örneğin r_z 'de olacaktır (Karan, 2013: 201).

Şekil 1.7’de görülen $r_f MZ$ doğrusu, Sermaye Piyasası Doğrusudur (SPD). Uygulamada, BİST 100 Endeksinin getirisinin bu doğruyu temsil ettiği düşünülebilir. Şekilde M ile gösterilen optimal portföy ise pazar portföyüdür. SPD, bir portföy için, beklenen getiri ve sistematik risk arasındaki doğrusal ilişkiyi göstermektedir. Yani yatırımcının hiç risk almadığı takdirde, yatırımdan elde edeceği getiriyi, daha fazla getiri elde etmek isterse katlanacağı riski açıklamaktadır (Karan, 2013: 202). Eşitlikte $E(r_M) - r_f$ ile ifade edilen değer risk primidir. Yani risksiz getiri oranını aşan risk miktarını ifade etmektedir.

Aşağıda Şekil 1.8.’de SPD görülmektedir:



Şekil 1.8. Sermaye Piyasası Doğrusu (Karan, 2013: 201)

Eşitlikte β_i , i ’nci menkul kıymetin sistematik riskini (pazar riskini) ifade etmektedir. Yani, menkul kıymet getirisinin Pazar portföyünün getirisine olan duyarlılığını ölçmektedir. Bu duyarlılık arttıkça, menkul kıymetten beklenen getiri de artacaktır. SPD’nin eğimi yani $(r_m - r_f)$, duyarlılık karşısında elde edilmesi beklenen risk primini ifade etmektedir.

Yatırımcılar riski kabul düzeylerine göre, SPD üzerinde risksiz faiz oranından pazar portföyü M’ye kadar optimal seçimler yapabilirler. Hatta borç alarak pazar portföyünden daha fazla getiri elde edebilirler. Etkin olmayan portföyler SPD üzerinde yer alamayacağı içini rasyonel bir yatırımcı bu doğrunun altında yer alan varlıklara yatırım yapmak istemeyecektir.

1.7.2. Tek ve Çok İndeksli Modeller

Markowitz'in ortalama-varyans modelinde, yatırımcı optimal portföyü oluşturulabilmesi için, çok sayıda hisse senedinin standart sapması, beklenen getirisi ve aralarındaki kovaryans ve korelasyon katsayılarını hesaplamak zorundadır. Bu hesaplamaları yapmak yatırımcılar açısından kolay uygulanabilir bir yöntem olarak görülmemektedir. Bu yöntemin daha basitleştirilmesi konusunda çalışmalar yapılmıştır (Karan, 2013: 229).

İndeks model, ilk kez William Sharpe tarafından 1963 yılında menkul kıymet getirileri arasındaki ilişkiyi basitçe temsil edebilecek bir model olarak ortaya konmuştur. Model, yatırımcının kendi optimal portföyünü oluşturabilmesi için farklı bir yol önermektedir. Buna göre, Markowitz'in modelinde olduğu gibi tek tek hisse senetlerinin risklerini ölçmek yerine, pazarın toplam riskini ölçmeyi önermiştir.

Tek indeks modelinden yararlanılarak oluşturulan portföye dahil edilecek hisse senetlerinin belirlenmesinde; her bir hisse senedinin risksiz faiz oranının üzerindeki getirisinin beta katsayısına bölünmesi ile elde edilecek indeks kullanılmaktadır (Elton vd., 2003: 184).

Tek indeks modeli aşağıdaki gibidir:

$$S_i = \frac{E(R_i) - R_f}{\beta_i} \quad (1.25)$$

S_i : Birim portföy riski başına portföyün getiri fazlası

$E(R_i)$: i hisse senedinin beklenen getirisi

R_f : Risksiz faiz oranı

β_i : i hisse senedinin betası

Tek indeks modeli çerçevesinde hangi hisse senedinin portföye dahil edileceği konusunda aşağıdaki kurallar uygulanabilir (Elton vd., 2003: 184):

1. Hisse senetleri; en yüksek S_i 'ye sahip olanlarından en küçük S_i 'ye sahip olanlarına doğru sıralanırlar. Herhangi bir hisse senedinin portföye alınabilirliği onun S_i indeksinin büyüklüğüne bağlıdır. İndeksin değerlendirilmesi ise tek bir sınır oranına C^* , (kesme oranı) göre yapılarak $S_i > C^*$ şartını sağlayan bütün

hisse senetleri portföye dahil edilir. Şartı sağlamayan diğer hisse senetleri ise dahil edilmeyecektir.

2. Kesme oranının belirlenmesinde ise öncelikle en yüksek S_i 'ye sahip hisse senetlerinden en küçük S_i 'ye sahip hisse senetlerine doğru birer birer hisse senetleri portföye dahil edilerek her aşamada hesaplanan değerlere göre bir indeks oluşturulur (Elton vd., 2003: 186).

Çok indeksli modeller, hisse senetlerinin getirilerinin ikiden fazla faktörden etkilendiği varsayımına dayanarak, modele üç veya daha fazla faktör ilave edilerek oluşturulan modellerdir (Karan, 2013: 241).

1.7.3. Arbitraj Fiyatlama Teorisi

Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT), SVFM'ye alternatif bir model olarak 1976 yılında Stephen Ross tarafından geliştirilmiştir. SVFM'ye nazaran daha karmaşık ve daha gerçekçi varsayımlara sahip bir modeldir (Karan, 2013: 257).

Arbitraj, basit bir tanımlamayla, bir finansal varlığın bir piyasada daha düşük bir fiyata satın alınıp, aynı anda başka bir piyasada daha yüksek fiyattan satılması işlemidir (Civan, 2007: 495). AFT, tek fiyat yasasına dayanmaktadır. Kısıtlamaların olmadığı bir piyasada bir menkul kıymetlerin tek bir fiyatının olabileceği varsayılmaktadır. Yani aynı menkul kıymetin ayrı ayrı fiyatlardan satılması söz konusu olamaz. Eğer bir menkul kıymetin birden farklı fiyatı oluşmuş ise, arbitraj yapılması suretiyle kazanç sağlama imkânı doğacaktır. Bir menkul kıymetin iki farklı fiyattan satılması durumunda, pahalı olan yerde satışlar, ucuz olan piyasada ise alımlar başlamaktadır. Pahalı piyasada o menkul kıymete olan talep azalırken fiyatlar düşecek, ucuz olan piyasada talep artışı için fiyatlar yükselecektir. Bu süreç her iki piyasada iki ayrı fiyat ortadan kalkıp, tek bir fiyat oluşuncaya kadar devam edecektir (Karan, 2013: 257).

AFT, doğrusal bir modele dayanmakta olup, getirinin birden fazla faktörden etkilendiğini varsaymaktadır (Focardi ve Fabozzi, 2004: 88). AFT modeli tüm finansal varlıkları etkilediği düşünülen n sayıda faktörün yer aldığı doğrusal bir modeldir. (SVFM'de ise tek risk faktörü sistematik risk β 'dir). AFT'nin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Civan, 2007: 508):

$$E(r_i) = r_f + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{in}F_n \quad (1.26)$$

n : Faktör sayısı

$E(r_i)$: i menkul kıymetinin beklenen getirisi

r_f : Risksiz faiz oranı

F_i : i faktörü (faktörlerin birbiriyle ilişkili olmadıkları varsayılmaktadır)

β_{in} : i menkul kıymetin n faktörüne karşı duyarlılığı

1.7.4. Etkin Piyasa Modeli

Etkin piyasa modeli, hisse senedi fiyatlarının herhangi bir model tarafından tahmin edilemeyeceğini ileri sürmektedir. Yani fiyatların tahmin edilmesi mümkün değildir, çünkü fiyatlar tesadüfi yürüyüş sergilemektedir (Bayraktar, 2012: 38). Etkin piyasa modelinde, hisse senedi fiyatlarının anlık bir şekilde ve tesadüfi olarak oluştuğu kabul edilmektedir. Piyasaya yeni gelen bir bilgi anında fiyatlara yansımakta ve bu fiyat hisse senedine ait tüm bilgileri içermektedir. Hisse senedi fiyat değişimlerinin geçmiş dönemlerle herhangi bir bağlantısı yoktur. Bu nedenle geçmiş fiyat bilgisi verileri gelecekte oluşan fiyat bilgisini anlamlı bir biçimde tahmin etmede kullanılamaz.

Etkin piyasalar modelindeki etkin kavramı, bilgisel etkinliği ifade etmektedir. Modelin en önemli varsayımlarından biri, herhangi bir yatırımcının herhangi bir bilgiyi kullanarak normal üstü getiri sağlayamayacağıdır (Bayraktar, 2012: 38). Bunun nedeni fiyatların zaten tüm bilgiyi içermesidir. Etkin piyasa modeline göre, herhangi bir yatırım stratejisine dayanarak normalin üzerinde bir getiri elde edilemeyeceği için, yatırımcının tesadüfi olarak seçtiği hisse senetleri ile iyi çeşitlendirilmiş bir portföy getiri-risk bileşimi açısından en uygun portföy olarak kabul edilmektedir.

1.8. Portföy Performans Ölçümleri

Bir portföyün performansını iki farklı zaman diliminde ya da iki farklı portföyün performansını aynı zaman diliminde ölçmek ve karşılaştırmak için portföy performans ölçümleri kullanılmaktadır.

Performans ölçümü, değerlendirme dönemi olarak adlandırılan zaman aralığında portföy yöneticileri tarafından gerçekleştirilen getiri hesaplamasıdır. Performans değerlendirme ise, bir ya da birden fazla portföyden kazanılan getiriyle diğer portföyler arasındaki getirinin

karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen verilere göre hangi portföyün verimi daha yüksekse o portföyün performansının daha yüksek olduğu sonucuna varılır (Fabozzi ve Markowitz, 2011: 7).

1.8.1. Sharpe Portföy Performans Ölçütü

Portföylerin performanslarını ölçmekte kullanılan çeşitli tek parametrelili getiri-risk ölçütlerinden en bilineni, Sharpe ölçütüdür. Risksiz orana göre düzeltilmiş menkul kıymet getirilerinin, getirilerin standart sapmasına bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır (Karan, 2013: 703).

Sharpe ölçütü aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır (Bayramoğlu ve Yayalar, 2017: 5):

$$S_p = \frac{\text{Risk Primi}}{\text{Toplam Risk}} = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} \quad (1.27)$$

S_p : Sharpe ölçütü

$E(R_p)$: Portföyün beklenen getirisini

R_f : Risksiz faiz oranını

σ_p : Portföyün riskini (standart sapmasını) ifade etmektedir.

Sharpe ölçütü, bir taraftan portföy yöneticisinin riske göre ne kadar fazla getiri elde ettiğini göstermesinin yanı sıra, diğer taraftan bu getiriyi hangi sayıda varlık kullanarak elde ettiğini de değerlendirmektedir. Portföy riski (σ_p), çeşitlendirme yapılarak düşürülebildiği için başarılı bir çeşitlendirmenin sonuçlarını da göstermektedir (Karan, 2013: 705). Sharpe ölçütü, portföyün performansını taşıdığı riske göre düzelterek ölçtüğünden, portföyün toplam riskine karşılık, yatırımcıların risksiz faiz oranı üzerinden talep ettikleri ek getiriyi göstermektedir.

Sharpe ölçütünün pozitif olması ve büyüklüğü portföy performansı açısından iyi yorumlanırken; negatif olması ise risksiz getirinin portföy getirisine göre daha iyi olduğunu göstermektedir.

1.8.2. Treynor Portföy Performans Ölçütü

Sharpe ölçütü, portföy performansını toplam riske göre değerlendirirken, Treynor ölçütü pazar riskine göre değerlendirmektedir. Yani getiriyi, toplam risk yerine sistematik riske göre değerlendirmektedir (Karan, 2013: 705).

Treynor ölçütü aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$T_p = \frac{\text{Risk Primi}}{\text{Sistematik Risk}} = \frac{E(R_p) - R_f}{\beta_p} \quad (1.28)$$

T_p : Treynor ölçütü

$E(R_p)$: Portföyün beklenen getirisini

R_f : Risksiz faiz oranını

β_p : Portföyün betası (pazar riskini) ifade etmektedir.

Treynor ölçütü, portföyün risk primini ölçer. Risk primi, portföy getirisi ile risksiz faiz oranı arasındaki farka eşittir. Bu ölçüt portföyün karakteristik doğrusu ile ilgili kavramlara dayanmaktadır. Karakteristik doğrunun eğimi olan beta katsayısı (β), portföy getirilerinin pazara karşı olan değişkenliğinin de göstergesidir. Bu nedenle, doğru eğimi ne kadar yüksek olursa, beta o kadar büyük olacaktır. Bunun anlamı ise portföyün de o kadar riskli olmasıdır (Demirtaş ve Güngör, 2004: 106).

Fazla çeşitlendirmenin olduğu portföylerde Sharpe ölçütü, az çeşitlendirilmiş portföylerde Treynor ölçütü daha uygundur. Çünkü Sharpe ölçütünde, değişebilen standart sapma önemsendiğinden, bu durum Sharpe ölçütünü Treynor ölçütünden daha üstün kılar (Zerey ve Terzi, 2015: 41)

1.8.3. Jensen Portföy Performans Ölçütü

Jensen ölçütü, portföy performansını tek bir değerle, portföyün ortalama getirisinin Menkul Kıymet Pazar Doğrusundan sapma derecesiyle ölçmektedir. Bu ölçüt, fon getirileri ile pazar getirileri arasında kurulan regresyon denkleminin sabit terimi olan alfa (α) katsayısıdır. Pozitif alfa katsayısı, portföy yöneticisinin başarılı olduğunu, negatif alfa katsayısı ise yöneticinin başarısız olduğunu ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle, negatif alfa

katsayısı riske göre düzeltilmiş düşük performansı gösterirken, pozitif alfa katsayısı ise riske göre düzeltilmiş üstün performansı ifade etmektedir (Korkmaz vd., 2019: 208).

Jensen performans ölçütü aşağıdaki eşitlik ile ifade edilmektedir (Civan, 2007: 350):

$$\text{Jensen Ölçütü} = J_p = r_p - [r_f + \beta_p (r_m - r_f)] \quad (1.29)$$

Yukarıdaki eşitliğin $r_f + \beta_p (r_m - r_f)$ olarak yazılan kısmı Menkul Kıymet Pazar Doğrusunu ifade ettiği kabul edilmektedir.

Yatırım performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan Jensen ölçütü daha sonra Smith ve Tito (1969) tarafından düzeltilmiştir. Bu yeni ölçüte “düzeltilmiş alfa” adı verilmektedir (Karan, 2013: 709).

Düzeltilmiş alfa şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Düzeltilmiş Alfa} = \frac{\text{Risk Primi}}{\text{Sistemik Risk}} = \frac{\alpha_p}{\beta_p} \quad (1.30)$$

α_p : Portföy yöneticisinin portföy performansına katkısı

β_p : Portföyün betasını (pazar riskini) ifade etmektedir.

2. BÖLÜM

2. ÖZDÜZENLEYİCİ HARİTALAR (SELF-ORGANIZING MAPS-SOM)

Özdüzenleyici Haritalar - ÖDH, "kümeleme ve boyut indirgeme için kullanılan danışmansız ve iki katmanlı bir yapay sinir ağı" olarak tanımlanmaktadır (Taşkın ve Emel, 2010: 400). Danışmansız yapay sinir ağı algoritması kullanması nedeniyle ÖDH, tıpkı hiyerarşik kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi, başlangıçta grupların bilinmediği durumlarda kümeleme yapmak için kullanılmaktadır.

ÖDH'nin en büyük özelliği, çok boyutlu verileri iki boyuta indirgeyerek kullanıcının hizmetine sunmasıdır. Üstelik bu veri boyutunun azaltılmasında, herhangi bir bilgi kaybı da söz konusu olmamaktadır. ÖDH eğitim aşamasında danışmansız öğrenme yöntemini kullanarak, girdi kümesinin düşük boyuttaki haritalarda gösterilmesini sağlayan yapay sinir ağı çeşididir.

Bu ağın çıktısında (Kohonen katmanında) gözlemler gruplandırılmış olarak elde edilmektedir. Bir grup veya kümenin içindeki gözlemlerin birbirine benzer olduğu, farklı gruplarda yer alan gözlemlerin ise birbirine benzer olmadığını söylemek mümkündür.

2.1 Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları – YSA (Artificial Neural Networks - ANN), temel olarak insan beyninin bilgi işleme teknolojisinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. YSA; insan beyninden esinlenerek, öğrenme sürecinin matematiksel olarak modellenmesi uğraşı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedendir ki, bu konu üzerindeki çalışmalar ilk olarak beyni oluşturan biyolojik üniteler olan nöronların modellenmesi ve bilgisayar sistemlerinde uygulanması ile başlamış, daha sonraları bilgisayar sistemlerinin gelişimine de paralel olarak birçok alanda kullanılır hale gelmiştir (Yılmaz, 2019: 331).

YSA'nın çalışma şekli, basit biyolojik sinir ağları sisteminin çalışma şekline benzetilebilir. Biyolojik sinir ağlarında öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların ayarlanması ile gerçekleşmektedir. Yani, insan beyni doğumundan itibaren bir deneyimleyerek (yaşayarak) öğrenme süreci içerisine girer. Bu süreç içinde beyin sürekli olarak bir gelişme göstererek tecrübe edindikçe sinaptik bağlantılar ayarlanmakta ve hatta

yeni bağlantılar oluşmakta ve bu sayede öğrenme gerçekleşmektedir. Benzer durum, YSA için de geçerlidir. Öğrenme, eğitime yoluyla örnekler kullanarak gerçekleşir. Diğer bir ifadeyle, öğrenme girdi-çıkı verilerinin işlenmesiyle, yani eğitime algoritmasının bu verileri kullanarak bağlantı ağırlıklarını bir yakınsama sağlanana kadar, tekrar tekrar güncellenmesiyle gerçekleşir.

2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Yapısı ve Elemanları

YSA'nın yapısı, biyolojik sinir ağlarına oldukça benzerdir. Biyolojik sinir ağları, insan beyninde bulunan milyarlarca sinir hücresinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Biyolojik sinir ağlarının sinir hücreleri olduğu gibi, YSA'lar yapay sinir hücrelerinden meydana gelir (Öztemel, 2006: 45-46).

Biyolojik sinir ağında dendritler üzerinden girdiler alınır, soma tarafından girdiler işlenir. Nörondaki sinyalleri taşıyan uzun bir sinirsel bağlantı halindeki akson ise işlenen girdileri çıktıya aktarır. Akson ile dendrit arasındaki bağlantı ise sinaps olarak adlandırılır. Sinaps nöronlar arasındaki elektro kimyasal bağlantıyı sağlamaktadır (Öztemel, 2006: 47).

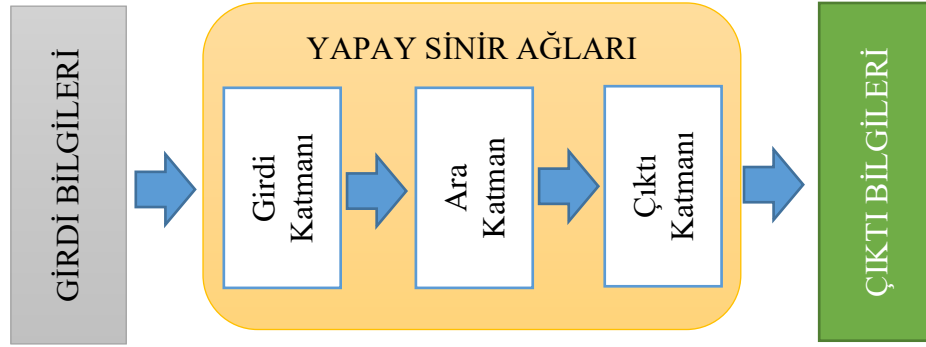
Biyolojik sinir ağı yapısında yer alan birimlerin, YSA yapısındaki karşılıkları Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Yılmaz, 2019: 333).

Tablo 2.1. Biyolojik Sinir Ağı ve Yapay Sinir Ağı

Biyolojik Sinir Ağı	Yapay Sinir Ağı
Nöron	İşlem Elemanı
Dendrit	Toplama Fonksiyonu
Soma (Hücre Gövdesi)	Aktivasyon Fonksiyonu
Akson	Çıktı Değeri
Sinaps	Ağırlıklar

YSA'nın yapısı temel olarak üç katmandan oluşur. Bunlar; girdi katmanı, ara katman (gizli katman) ve çıktı katmanıdır. YSA'nın yapısı Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.

Girdi katmanı, yapay sinir hücresine dışarıdan gelen bilgileri içerir. Bu bilgiler ara katmanda işlenir. Bazı ağ modellerinde birden fazla ara katman olabilmektedir. İşlenmiş bilgi çıktı katmanına aktarılır. YSA, öğrenme yoluyla girdiler ve çıktılar arasında bir ilişki kurma yeteneğine sahiptir. Bu yönüyle de çok karmaşık problemlere dahi çözüm üretebilmektedir (Haykin, 2008: 2).



Şekil 2.1. Yapay Sinir Ağı Katmanları (Öztemel, 2006: 53)

YSA, ağı sağlanan örneklerden elde ettikleri bilgiler doğrultusunda eğitilerek kendi deneyimlerini oluştururlar. Örnekler ile eğitilen ağı, genelleme yapabilecek yeteneğe sahip olur ve benzer konularda benzer kararlar verebilecek yeteneğe kavuşurlar. Bu doğrultuda geliştirilen YSA, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme ve optimizasyon gibi fonksiyonlarını insan beynine benzer bir biçimde ve başarılı olarak uygulamaktadır (Öztemel, 2006: 29).

2.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Genel Özellikleri

YSA'nın karakteristik özellikleri uygulanan ağı modeline göre değişmektedir. Ancak, YSA modelleri için genel karakteristik özelliklerini ifade etmek mümkündür. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztemel, 2006: 31-33):

- YSA makine öğrenmesi gerçekleştirerek olayları öğrenirler ve benzer olaylar karşısında benzer kararlar vermeye çalışırlar.
- YSA'nda bilgi, ağı bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarda saklanmaktadır.
- YSA olayları, o olayla ilgili örnekleri kullanarak öğrenirler.
- YSA kendisine gösterilen örneklerden genelleme (adaptif öğrenme) yaparak görmediği örnekler hakkında bilgi üretebilirler.
- YSA daha çok algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirler.
- Ağlar örüntü (şekil) tanımlama, ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilirler.

- YSA'nın gösterilen yeni durumlara adapte olması ve sürekli yeni olayları öğrenebilmesi mümkündür.
- YSA eğitildikten sonra, gelen yeni örneklerde eksik bilgi olması durumunda örüntü tamamlanma yaparak sonuç üretebilirler.
- Ağın eksik bilgilerle çalışabilmesi hatalara karşı toleranslı olmalarını sağlamaktadır. Ağın bazı hücrelerin bozulması veya çalışamaz duruma gelmiş olmasına rağmen ağ çalışmasına devam eder.
- YSA'nın hatalara karşı toleranslı olmaları bozulmalarının da dereceli (göreceli) olmasına neden olmaktadır.
- YSA'nda bilgi ağı yayılmış durumdadır. Hücrelerin birbirleri ile bağlantıları ağın bilgisini göstermektedir.
- YSA sinir ağları sadece sayısal bilgiler ile çalışabilmektedir.

2.1.3. Yapay Sinir Ağlarının Sınıflandırılması

YSA'nı çeşitli yönlerden sınıflandırmak mümkündür. Ancak, temelde iki yönden sınıflandırılabilir. İlk sınıflandırmada verinin sinir hücrelerinde hareket yönüne bağlı olarak ileri veya geri beslemeli sinir ağları olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

İleri beslemeli YSA'nda nöronlar girişten çıkışa doğru düzenli katmanlar şeklindedir. Bu mimaride girdi katmanı, ara (gizli) katman veya katmanlar aracılığı ile çıktı katmanına bağlanmaktadır. Girdi katmanına gelen veriler bilgiler bir değişime uğratılmadan bir sonraki katmana iletilir. Bir katmandan sadece kendinden sonraki katmanlara bağlantılar bulunmaktadır. Aynı katmanda bulunan hücreler arasında bağlantı bulunmamaktadır. Bu mimariye göre veri akışı ileriye doğru olmaktadır (Öztürk ve Şahin, 2018: 31).

Geri beslemeli yapay sinir ağlarında ileri beslemeli ağlardan farklı olarak bir nöronun çıktısı sadece kendinden sonra gelen nöron katmanına girdi olarak verilmez. Kendinden önceki katmanda veya kendi katmanında bulunan herhangi bir nörona girdi olarak bağlanabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli yapay sinir ağları doğrusal olmayan dinamik bir davranış göstermektedir (Öztürk ve Şahin, 2018: 31). Bu mimari, verinin sadece ileriye doğru tek yönlü iletiminin dışında geri yönlü ve aynı katman üzerinde hareket etmesine imkân tanımaktadır.

Problemin çözümünde ihtiyaç duyulan yeteneklere göre YSA mimarisinde katman sayısı değişmektedir. Buna göre, İkinci sınıflandırmada katman sayılarına göre tek katmanlı ve çok katmanlı YSA olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Tek katmanlı YSA, sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşmaktadır. Ara katmanın bulunmamasından dolayıyla bu yapı, daha çok doğrusal problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Tek katmanlı YSA’nda aynı katmandaki sinir hücrelerinden birbirine bilgi akışı yoktur. Bu yapıda, girdi katmanındaki her bir sinir hücresinden çıktı katmanındaki sinir hücrelerine bilgi taşınmaktadır (Şen, 2004: 70).

Çok katmanlı YSA’nda, girdi ve çıktı katmanları arasında en az bir ara (gizli) katman mevcuttur (Fausett, 1994: 14). Ara katmanlar, girdi ve çıktı katmanlarındaki sinir hücreleri ile doğrudan bağlantısı olan gizli sinir hücrelerinden oluşur. Gizli sinir hücrelerinden oluşan gizli katman sadece girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında bilgi taşımaktadır.

2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi

YSA’nda, nöronlar arasındaki bağlantıların ağırlık değerlerinin değiştirilmesi, ağırlık eğitilmesi olarak ifade edilmektedir. Ağırlık eğitilmesindeki temel amaç, ağırlık yeni sunulan girdi verilerine, ağırlık uygun çıktı sonuçları vereceği ağırlık değerlerinin belirlenmesidir. Başka bir ifadeyle, ağırlık kendi kendini eğitmesidir. YSA’nın eğitilmesi birtakım kurallar çerçevesinde olmaktadır. Ağırlıkların doğru değerlere ulaşması, ağırlık genelleme yapabilme yeteneğine kavuşmasını sağlayacaktır. Ağırlık genelleme yapabilme özelliği kazanması, ağırlık öğrenmesi olarak ifade edilir.

Bir YSA, Şekil 2.2.’de görüldüğü gibi, girdiler (u_i), ağırlıklar (w_i), toplama fonksiyonu (S) ve aktivasyon fonksiyonundan (Ψ) oluşmaktadır. Burada girdiler, dış kaynaklardan ya da öteki işlem elemanlarından gelen işaretlerdir. Bu işaretler, kaynağına göre güçlü ya da zayıf olabileceğinden ağırlıkları da farklıdır (Yılmaz, 2019: 333). YSA’da girilen girdi değerlerine, önce toplama fonksiyonları uygulanır ve her bir işlem elemanının çıktı değeri hesaplanır. Burada (u_i), i ’inci girdiyi, (w_i) i ’inci ağırlığını ve θ eşik değerini göstermektedir. Daha sonra bu çıktı değerleri aktivasyon fonksiyonuna (yani öğrenme eğrisine) uygulanır ve çıktı değeri bulunur. Ağırlıklar, nöronlar arasındaki bağlantının gücünü ölçer. Pozitif ağırlık, nöronun sinyal çıkarmasını sağlarken, negatif ağırlık nöronun

çıktısını engeller. Aktivasyon fonksiyonları, girdi verileri ve ağırlıklara karşılık, nöronun çıktısını belirleyen matematiksel bir denklemdir (Yılmaz, 2019: 333).

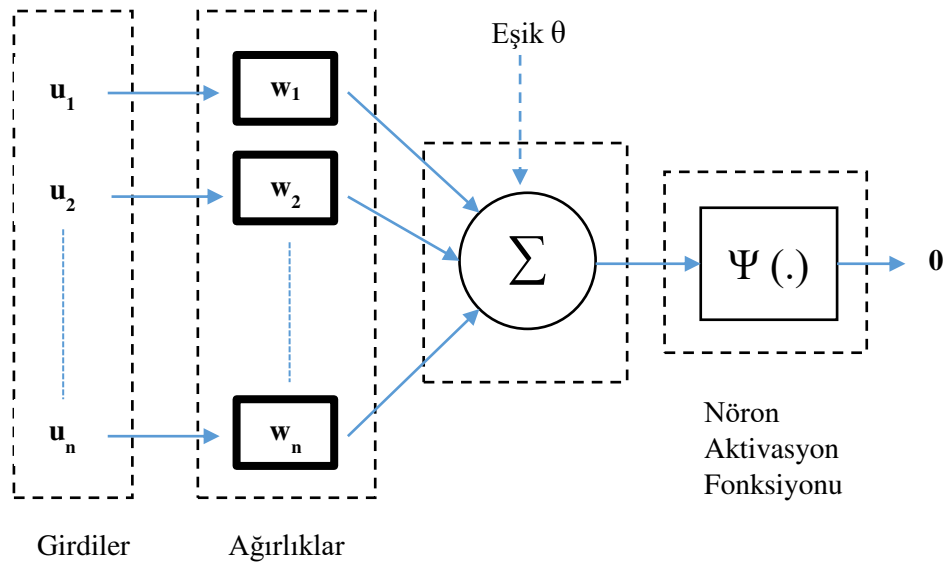
$$S = w_1u_1 + w_2u_2 + \dots + w_nu_n - \theta \quad (2.1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n w_i u_i - \theta \quad (2.2)$$

$$O = \Psi(S) \quad (2.3)$$

$$\Psi_1(S) = \frac{1}{1 + e^{-S}} \quad (2.4)$$

$$\Psi_1(S) = \begin{cases} 0, & 0 < 0.5 \\ 1, & 0.5 < 0 \end{cases} \quad (2.5)$$



Şekil 2.2. Yapay Sinir Ağının Yapısı (Yılmaz, 2019: 333)

YSA'da öğrenme matematiksel olarak, nöronlar arasındaki ağırlık vektörünün değerinin en aza indirgenmesi ile sağlanmaktadır.

2.1.5. Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Algoritmaları

YSA'da diğer örneklerden öğrenen sistemlerde olduğu gibi değişik öğrenme stratejileri kullanılmaktadır. Öğrenme sürecini gerçekleştiren süreç ve öğrenme algoritması

uygulanen stratejilere bağılı olarak değışmektedir. Genel olarak üç öğrenme strateji uygulanmaktadır (Yılmaz, 2019: 335). Bunlar;

- i. Danışmanlı öğrenme (denetimli öğrenme – supervised learning),
- ii. Danışmansız öğrenme (denetimsiz öğrenme – unsupervised learning),
- iii. Destekleyici öğrenmedir.

Danışmanlı öğrenmede ağa, girdi ve çıktı değıerleri verilir. Ağ, verilen girdiler için istenen çıktıları üretmek amacıyla kendini günceller. Danışmansız öğrenme algoritmasında, sadece örnek girdiler ağa verilir, herhangi bir çıktı bilgisi verilmez ve ağın kendi kurallarını oluşturup çıktı vermesi beklenir. Destekleyici öğrenmede ise, ağın her iterasyonu sonucu elde edilen veriler iyi ya da kötü oluşuna göre değıerlendirilir (Elmas, 2003: 127).

Danışmanlı öğrenme algoritmasında eğitilen ağa bir danışman yardımcı olmaktadır. Eğitme işleminde, sinir ağına girdi ve çıktı bilgileri sunulmaktadır. Her bir girdi kümesi için uygun çıktı kümesi ağa sağlanmalıdır (Elmas, 2003: 96). Danışman ağa öğrenilmesi istenen olayla ilgili örnekleri veri seti olarak vermektedir. Yani, her örnek için hem girdiler hem de o girdiler karşılığında oluşturulması gereken çıktılar ağa gösterilir. Ağın görevi, danışmanın belirlediğı yol haritasına göre olayın girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkileri öğrenmektir (Öztemel, 2006: 25). Ağ kendisine sağlanan girdileri işler ve işlem sonucundaki çıktıları istenen çıktılar ile karşılaştırır. İstenen çıktı değıeri ile işlem sonucundaki çıktı değıeri arasındaki fark, hata değıeri olarak adlandırılmaktadır. Bu hataların kareleri toplamının en küçüklenmesine yönelecek biçimde YSA yapısındaki sinirler arası bağlantı (ağırlık) değıerleri hesaplanarak en küçük hata ile çıktılarına yaklaşılr. İstenen çıktı elde edilene kadar ağı kontrol eden ağırlıkların düzenlenmesi için hatalar sistem içerisinde geri yayılır. Bu süreç içerisinde hata değıerinin azaltılması amacıyla ağırlıklar birçok kez düzenlenmektedir. Hata değıeri istenen seviyeye geldiğinde ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi tamamlanmaktadır (Anderson ve McNeill, 1992: 10-11). Bu öğrenme modelinde girdi ve çıktı kümeleri eğitim kümesi (training set) olarak adlandırılır (Fausett, 1994: 289-290).

Danışmansız öğrenme yönteminde, ağın öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir danışman yoktur. Danışmanlı öğrenmenin aksine sistemden istenen çıktı değıerleri ağa sunulmamakta, ağa sadece girdi değıerleri gösterilmektedir. Ağın kendi kendine sunulan girdi birimlerinin parametreleri arasındaki ilişkileri öğrenmesi beklenmektedir. YSA dışarıdan herhangi bir etki olmadan sinirler arasındaki bağlantı ağırlıklarını ağın performansını gözlemleyebilmek amacıyla kendisi düzenleyebilmektedir. Bu ağlar, girdi

setindeki düzenliliği ve eğilimleri bulmaya çalışır ve ardından elde ettiği bulguları ağın fonksiyonuna uygun bir şekilde benimsetir. Ağa doğru veya yanlış çözüm sunulmasa bile ağ kendisini örgütlemek için bazı bilgilere sahiptir. Bu bilgileri, ağın topolojisinden ve öğrenme kuralından elde etmektedir (Anderson ve McNeill, 1992: 11). Bu yöntemde arzu edilen çıktılar ağa hiç verilmediğinden hata dikkate alınmaz. Verilen girdi bilgileri, YSA tarafından işlenerek ayrıştırılmalar yapılır. Ayrıştırma yapılmasında hedef mümkün olduğu kadar farklı sınıfların belirlenmesidir. Bu yüzden bağlantı ağırlıkları yalnızca girdi verilerine bağlı olarak değişir (Yılmaz, 2019: 336).

Destekleyici öğrenme algoritmasında, aynı danışmanlı öğrenmede olduğu gibi ağa bir danışman yardımcı olur. Fakat danışman çıktı setini ağa göstermek yerine ağın kendisine gösterilen girdilere karşılık çıktı üretmesini bekler ve üretilen çıktının doğru ve yanlış olduğunu gösteren bir sinyal üretir. Ağ, danışmandan gelen bu sinyali dikkate alarak öğrenme sürecini sürdürür (Öztemel, 2006: 25).

Danışmansız öğrenme algoritmalarından biri olan ÖDH ağında, girdi katmanına ek olarak birbiriyle topolojik olarak ilişkili sinirlerden oluşan tek bir çıktı katmanı (Kohonen katmanı) vardır. Her bir girdi, çıktı katmanındaki her bir sinire bağlıdır. Sinirler arasındaki bağlantı ağırlıkları rastgele belirlenerek ağ çalışmaya başlar. Ağa girdi değerleri sunulduktan sonra girdi vektörüne Öklid uzaklığı en az olan sinir, kazanan sinir olarak seçilmektedir. Kazanan bu sinire gelen bağlantı ağırlıkları girdi vektörüne yaklaşacak şekilde ağ tarafından güncellenmektedir. Bu sinirin topolojik komşuluğunda bulunan belli sayıda sinire gelen ağırlıklar da güncellenmektedir. Bu yaklaşımda, ağa hiçbir doğru çıktı örneği sağlanmadığı için ağ bağlantı ağırlıklarını girdi vektörlerine göre güncelleyerek ve bu işlemi birçok kez tekrarlayarak kendi kendine öğrenme gerçekleştirir (Elmas, 2003: 149).

2.1.6. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları

Finans ve ekonomi gibi verinin yoğun ve önemli olduğu alanlarda YSA karar verme sürecinin etkinliğini artırması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Finans ve ekonomi alanlarında YSA'nın kullanıldığı uygulamalar aşağıda sıralanmıştır (Medsker vd., 1996: 12-13):

- İpotek riski değerlendirmesi
- Proje yönetimi ve fiyatlandırma stratejisi
- Finansal ve ekonomik tahmin

- Sabit getirili yatırımların ve borsa yatırımlarının risk derecelendirmesi
- Menkul kıymetlerde gerçekleşen fiyat hareketlerinin saptanması
- Temerrüt ve iflasın tahmin edilmesi
- Portföy seçimi ve çeşitlendirme
- Piyasa davranışlarının simülasyonu
- Finansal ve ekonomik veri madenciliği

Çeşitli disiplin ve bilim dallarında kullanım alanı bulan YSA'nın genel kullanım nedenleri şu şekilde ifade edilebilir (Şen, 2004: 16-18):

- Sınıflandırma: Durumları kendi içinde örtüşmeyecek biçimde sınıflara ayrılmasıdır.
- Kümeleme: Birbirine benzer olan desenlerin (girdi verilerinin) aynı gruba dahil edilmesidir.
- Vektör sayısallaştırılması: Çok sayıda olan verilerin kendi aralarında az sayıda aynı özelliklere sahip olan verilere ayrılması işlemidir.
- Desen uygunluğu: Bozuk, yıpranmış, eskimiş veya eksik olarak verilen bir desenin, YSA'nın hafızasında önceden depolanmış tam ve eksiksiz bir desenle karşılaştırılması sonucunda bozuk girdiyle bile YSA'nın düzgün desen üretmesidir.
- Fonksiyon yaklaşımı: Matematik ifadesi bilinmeyen şekillerin, YSA ile basit ve düzgün olan başka şekillerle üst üste bindirilmesi yoluyla YSA'nın probleme yaklaşım geliştirebilmesidir.
- Tahmin yapmak: Geçmiş verilerin davranışlarının incelenmesi ile olayın anlaşılmasından sonra gelecekle ilgili tahminlerin yapılmasıdır.

2.2. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, gözlemleri kendi içinde homojen, kendi aralarında ise heterojen özelliğe sahip olacak şekilde ayrı kümelerde toplayan tekniklerdir (Gan vd., 2007: 3).

Kümeleme analiziyle, belirlenen özellikler açısından birbirlerine diğerlerinden daha çok benzeyen bireyler ya da nesneler aynı kümede toplanır. Böylece küme içi homojenlikler ve kümeler arası heterojenlikler maksimum hale getirilir (Çokluk vd., 2010: 139). Eğer gerçekleştirilen kümelemenin sonuçları başarılı ise, grafiksel gösterimde, aynı kümede yer

alan nesneler birbirine yakın, farklı kümelerde yer alan nesneler ise birbirinden uzak olacaktır (Hair vd., 2014: 419).

Kümeleme işleminde amaç, heterojen bir veri kümesinin, kendisini oluşturan elemanların birbirlerine olan benzerlikleri göz önünde bulundurularak daha homojen yapıdaki alt kümelere ayrılmasıdır (Berry ve Linoff, 2004: 350). Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere kümeleme işlemi ile genellikle daha önce var olduğu bilinmeyen, ancak veri setinde saklı olan benzerlik ilişkilerini ortaya çıkararak, birimlerin benzerliklerini ortaya koymak ve bu benzerlikleri esas alarak birimlerin doğru bir biçimde sınıflandırması amaçlanmaktadır (Çokluk vd., 2010: 139).

Farklı kümeleme yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemlerden bazıları; k-ortalamar yöntem, hiyerarşik kümeleme, bulanık c ortalamar yöntemi ve özdüzenleyici haritalardır (Özçalıcı, 2016: 23).

2.2.1. Kümeleme Yöntemleri

Literatürde kümeleme analizi için birçok yöntem ileri sürülmüştür. Ancak, kümeleme yöntemlerini temel olarak hiyerarşik ve hiyerarşik olmayanlar olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür (Giudici ve Figini, 2009: 48). Hiyerarşik yöntemler, her bir birimin başlangıçta bağımsız bir küme olarak kabul edilip, daha sonra kademeli olarak birleştirildiği birleştirici/toplamalı (agglomerative) yöntemler veya tüm birimlerin başlangıçta tek bir büyük kümenin elemanı olarak kabul edilip daha sonra kademeli olarak alt kümelere ayrıldığı ayırıcı/ayrımli/bölünmeli (divisive) yöntemlerdir. Hiyerarşik olmayan yöntemler ise (örneğin k-ortalamar yöntemi, bulanık kümeleme yöntemi), n adet farklı kümeyi önceden tanımlı olmak kaydı ile doğrudan elde etmemizi sağlayan yöntemlerdir.

Hiyerarşik kümeleme yönteminde başlangıçta bütün gözlemler ya da birimler tek başına bir kümeyi temsil etmektedir. Daha sonra gözlemler arasındaki uzaklık ölçüleri kullanılarak, benzerlik ya da uzaklıklarına göre yakın olan gözlemler birleştirilmektedir. Hiyerarşik kümeleme yöntemi; veriler arasındaki bilinmeyen ilişkileri anlamak için kullanılabilir, ayrıca farklı büyüklükteki verilerin özetlenmesini de sağlamaktadır (Cai vd., 2014: 29) Hiyerarşik kümeleme yöntemleri özellikle küçük örneklem (n < 250) için uygundur (Çokluk vd., 2010: 142).

Hiyerarşik kümelemede iki ana teknik vardır. Birincisi birleştirici/toplamalı (agglomerative), diğeri ise ayırıcı/ayrılmış/bölünmeli (divisive) tekniktir.

Bölünmeli/ayırıcı (divisive) hiyerarşik kümeleme yönteminde bütün gözlemler başlangıçta tek bir küme olarak kabul edilir. Ardından küme sayısı bir indirgenerek benzerlik matrisi tekrar oluşturulur ve benzerlik veya uzaklık matrisine göre benzer birimler bir araya getirilerek n birim aşamalı olarak sırasıyla 1, 2, 3 ... (n-r) (n-3), (n-2), (n-1) ve n kümeye yerleştirilir (Çokluk vd., 2010: 142).

Birleştirici/toplamalı (agglomerative) hiyerarşik kümeleme yönteminde başlangıçta her gözlem ya da birim kendi başlarına bir küme oluşturur. Bir başka ifadeyle, n tane birey, n tane küme olmak üzere işlemlere başlanır. Daha sonra en yakın iki kümenin yeni bir kümede toplanarak birleştirilip, küme sayısının her seferinde bir azaltılarak benzerlik matrisi tekrar oluşturulur ve benzerlik veya uzaklık matrisine göre n birim aşamalı olarak sırasıyla n , (n-1), (n-2), ... (n-r),, 3, 2, 1 kümeye yerleştirilir (Çokluk vd., 2010: 143). Uygulamalarda çoğunlukla birleştirici hiyerarşik kümeleme yöntemi kullanılmaktadır. Birleştirici hiyerarşik yöntemler arasında ise en çok tek bağlantı, tam bağlantı, grup ortalama yöntemi ve Ward yöntemi kullanılmaktadır.

Tek Bağlantı Kümeleme Tekniği: En yakın komşuluk yöntemi olarak da bilinen tek bağlantı tekniğinde uzaklıklar matrisini kullanarak birbirine en yakın (uzaklık değerleri en küçük) birey ya da nesneler birleştirilmektedir. En kısa mesafe esasına dayanır (Kalaycı, 2010: 359). Bu yöntem birbirinden yeterince ayrı olan kümeleri tespit etmekte oldukça iyi, birbirinden çok az farkı bulunan kümeleri ayırt etmekte ise yetersizdir. Yöntem, en yakın iki gözlemin bulunması ile başlar. Bu iki gözlem, bir küme oluşturur. Üçüncü gözlemin, eğer kümedeki herhangi iki gözlemden birine olan uzaklığı, kümelenmemiş olan diğer gözlemlere uzaklıklardan daha küçükse, bu kümeye atanır (Çokluk vd., 2010: 139). Tek bir küme kalana kadar, en büyük benzerliğe sahip her yeni gözlem var olan kümeye katılmaktadır.

Tam Bağlantı Kümeleme Tekniği: Tek bağlantı kümeleme yöntemine oldukça benzeyen bu yöntemde, kümeleme işlemi uzaklıklar matrisindeki en küçük uzaklık ile başlamakta, ancak daha sonra kümeleme sürecinde oluşturulacak yeni iki küme arasındaki uzaklık olarak gözlemler arasındaki en büyük (maksimum) uzaklık kullanılmaktadır (Çokluk vd., 2010: 144). Tek bağlantı tekniğinden farklı olarak, birimler arasındaki en

büyük (maksimum) uzaklıklar hesaplanmaktadır. İki küme arasındaki uzaklık, birinci kümedeki bir gözlemin, ikinci kümedeki bir gözleme olan en büyük uzaklığıdır. Aralarındaki uzaklıkları en az olan birimlerin bir kümede toplanmasıyla, tek bağlantı tekniğindeki gibi kümeleme işlemi gerçekleştirilir. Bu nedenle yöntem, en uzak komşuluk yöntemi olarak da adlandırılır (Alpar, 2011: 314). Tam bağlantı tekniğinde, aynı kümede yer alan gözlemlerin uzaklıklarının belirli bir değerden küçük olması durumunda, kümelerin doğru bir şekilde oluşturulması garanti edilmemektedir (Çokluk vd., 2010: 144).

Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi: Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden bir diğeri de ortalama bağlantı kümeleme yöntemidir. Tek bağlantı ve tam bağlantı yöntemlerinden farkı, gözlemler arasındaki benzerliğin ortalamasına dayanmasıdır. İki küme arasındaki uzaklık, birinci kümedeki noktaların, ikinci kümedeki noktalara olan uzaklıklarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Tek bağlantı yönteminde birbirine en yakın, tam bağlantı yönteminde ise birbirine en uzak komşulardan başlanarak kümeleme yapıldığından, bu iki teknik uç değerlerin etkisine oldukça açıktır (Çokluk vd., 2010: 145). Bu yöntem ise, aşırı uç gözlemlerden başlamaz, kümenin ortasına düşen gözlemi esas alır (Kalaycı, 2010: 359). Bu durum, yöntemin diğer yöntemlere göre bir avantajı olarak değerlendirilebilir.

Ward Kümeleme Yöntemi: En küçük varyans yöntemi olarak da bilinen Ward's bağlantı yöntemi, diğer kümeleme yöntemleri gibi kümeler arasındaki uzaklıkları hesaplamak yerine, küme içi hata kareler toplamını minimize ederek, homojenliği maksimum kılacak kümeler oluşturur. Her aşamada elde edilen kümelerden hata kareler toplamı en küçük olanlar birleştirilir (Çokluk vd., 2010: 145). Yöntemde birleştirilecek kümelerin elemanlarının toplam hatası en az olacak şekilde kümelendirilmesi amaçlanmaktadır. İki küme birleştirildiğinde grup içi hata diğer bir kümeyle birleştirilmesine kıyasla daha az olacaksa uygulama sonlanır, aksi bir durum söz konusuysa üçüncü olan diğer küme ile birleşme sağlanır (Hair vd., 2014: 442). Burada amaç, kendi içinde homojenliği, kümeler arasında heterojenliği maksimum olan kümeler oluşturmaktır (Çokluk vd., 2010: 145).

Merkezi Bağlantı Kümeleme Yöntemi/Kitle Merkezi Yöntemi: Bu yöntemde iki küme arasındaki benzerlik, iki küme merkezinin uzaklığı ile belirlenir. Küme merkezleri, küme değişkenlerine ilişkin gözlemlerin ortalama değeridir. Bu yöntemde bireyler, her seferinde

gruplanır ve yeni merkez hesaplanır. Küme merkezleri kümelerde birleşmeler meydana geldikçe ya da oluştukça yer değiştirir (Çokluk vd., 2010: 145).

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemi oluşturulacak küme sayısı hakkında bir ön bilginin olması ya da araştırmacının anlamlı olacak küme sayısına karar vermiş olması durumunda tercih edilmektedir (Sarıman, 2011: 194). Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri değişkenlerden ziyade nesneleri gruplandırmaya yarar ve bu nesneleri k adet kümeye ayırır. Küme sayısı başlangıçta k adet olarak belirlenebileceği gibi kümeleme sürecine bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri çok daha büyük ve karmaşık veri setlerine hiyerarşik olan kümeleme yöntemlerine göre daha kolay bir biçimde uygulanır. Hiyerarşik olmayan kümeleme yönteminde en çok tercih edilen iki yöntem Mac Queen tarafından geliştirilen k -ortalama tekniği ve en çok olabilirlik tekniğidir (Sarıman, 2011: 194).

K-ortalama Yöntemi: Yöntemde, girdi birimleri önceden belirlenmiş olan k adet kümeye ayrılmaktadır. Başlangıçta en iyi k adet küme sayısı bilinmese dahi, daha sonra oluşan kümenin ortalamaları hesaplanır ve bu ortalamalar kümenin merkezini oluşturur. Tüm birimlerin küme merkezlerine olan uzaklıkları hesaplanarak, uzaklık değerlerine göre, her birim kendine uygun kümeye atanır. Bu işlem, birimin ait olduğu kümeye olan uzaklığı en az olana kadar devam ettirilerek en iyi k adet küme elde edilebilir (Yıldız vd., 2019: 509). Amaç, diğer kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi küme içi benzerliklerinin maksimum, kümeler arası benzerliklerinin ise minimum olmasını sağlamaktır (Han vd., 2012: 451).

En Çok Olabilirlik Yöntemi: Bu yöntemde, her bir gözlem en büyük olabilirlik değerini verecek biçimde daha önceden belirlenen kümelere atanır. Bu yöntem, kuramsal olarak güçlü olmasına rağmen, uygulaması zaman aldığından çok sık kullanılmamaktadır (Turanlı vd., 2006: 100).

2.2.2. Kümeleme Analizinin Aşamaları

Kümeleme analizi uygulanırken belirli aşamaların takip edilmesi önerilmektedir. Bu aşamalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Aşama. Veri Seti Matrisinin Belirlenmesi: Küme analizinin ilk aşamasında n adet birim (sıra) ve d adet değişkenden (sütundan) oluşan $n \times d$ sayısı kadar gözlem içeren veri matrisi oluşturulmalıdır. Veri seti matrisinde yer alacak olan kümeleme değişkenlerinin,

konunun kuramsal çerçevesi ve uygulamaya yönelik yanları dikkate alınarak seçilmesi önerilmektedir. Veri seti matrisi biçim olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir (Abonyi ve Feil, 2007: 5).

$$Veri\ Seti = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1d} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & \cdots & x_{nd} \end{bmatrix}$$

2. Aşama. Veri Setinin Düzenlenmesi: Veri setindeki değişkenler, araştırma konusuna bağlı olarak genellikle, sınıflayıcı, sıralayıcı, aralıklı veya oranlı ölçekli olabilir. Veriler arası ilişkiler incelenerek, gereksiz değişkenler ve gözlemler veri setinden çıkartılır. Ayrıca eksik gözlem olması durumunda, bunlar boş olarak alınabilir veya diğer ölçümlerin ortalaması, maksimum değer veya minimum değer ile doldurulabilir. Ayrıca veri setinde aşırı değerlerin olup olmadığına bakılarak, verilerde standartlaştırma yapılmasına karar verilebilir. Standartlaştırılmış veri setinde elde edilen değerler, genellikle [0, 1] arasında olmaktadır.

3. Aşama. Benzerlik ya da Uzaklık Matrislerinin Elde Edilmesi: Gözlemlerin veya değişkenlerin birbirleriyle olan benzerliklerini ya da farklılıklarını gösteren uygun benzerlik ölçüsü ile değişkenlerin ya da gözlemlerin birbirine olan uzaklıkları hesaplanmalıdır.

4. Aşama. Kümeleme Yönteminin Belirlenmesi ve Kümelerin Oluşturulması: Bu aşamada kümeleme yönteminden hangisinin kullanılacağına karar verilir.

5. Aşama. Elde Edilen Kümeleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Doğru küme sayısını belirlemede nesnel ve belirgin bir yaklaşım olmadığı için, farklı kümeleme yöntemleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir ve en anlamlı sonuç nihai sonuç olarak kesinleştirilebilir. Kümeleme değişkenleri açısından kümeler arasında anlamlı farkların olmasına dikkat edilmeli ve sonuçların kuramsal açıdan geçerli olmasına özen gösterilmelidir (Alpar, 2011: 304) Ayrıca sonuçlar değerlendirilirken; yanlış sınıflanan verilerin yüzdesi, kümeleme doğrulama/geçerlilik analizi, geçerlilik, istatistiksel metodlar ve hipotez testleri kullanabilir (Abonyi ve Feil, 2007: 3).

2.2.3. Ölçek Tipine Göre Benzerlik Ölçülerinin Belirlenmesi

Kümeleme analizinin aşamalarından biri, benzerlik ya da uzaklık matrislerinin belirlenmesidir. Bu matris, satırlarında ve sütunlarında analiz birimleri olan ve hücrelerinde her bir gözlem çifti için benzerlik ya da uzaklık ölçümleri olan bir tablodur (Çokluk vd., 2010: 149). Uzaklık ölçümleri ile iki kümenin birbirine ne kadar uzak olduğu, benzerlik ölçümleri ile de küme içindeki gözlemlerin birbirleri ile ne kadar benzer olduğu belirlenmektedir.

Kümeleme analizinde amaç, küme içindeki gözlemlerin homojen, kümeler arasındaki gözlemlerin ise heterojen olmasını sağlamaktır. Bu ayrışmayı ve bütünleşmeyi sağlamak için gözlemler arasındaki benzerlik ve farklılık ölçümleri kullanılır. Benzerlik ölçümlerinin hesaplanması, değişkenlerin farklı ölçeklerde olmalarına bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Uygulamada kullanılabilecek bazı benzerlik ölçümleri şunlar olabilir (Çokluk vd., 2010: 149-152):

a. Nicel veriler için kullanılabilecek benzerlik ölçümleri:

- Öklid uzaklığı (Euclidean Distance): En yaygın kullanılan uzaklık ölçüsüdür. Nesne sayısının 100'den fazla olması durumunda bu yöntemin kullanılması tavsiye edilir. Öklid uzaklığı bir üçgenin hipotenüs uzunluğudur ve X gözlemlerine ilişkin farkların karesinin, Y gözlemlerine ilişkin farkların karesi ile toplanmasının kareköküne eşittir. İki boyutlu düzlemde iki nokta arasındaki mesafe, iki noktanın X ve Y koordinatlarının ayrı ayrı farklarının hipotenüsüne eşittir. Standartlaştırılmış verilerle değil, ham verilerle hesaplanır. Değişkenlerin ölçek farklılıkları uzaklıklarını önemli ölçüde etkiler.

- Kosinüs (Cosine): Değerlerin iki vektörü arasındaki açının kosinüsüne dayalı metrik düzeyde benzerlik ölçümüdür.

- Pearson Korelasyon: Benzerlik momentler çarpımına dayanır. Değişken kümelemeyi farklı olarak, birimleri ya da bireyleri kümelemede sütunlarında değişkenler, satırlarında bireyler/birimler olan normal veri tablosunda yer değişikliği yapılır. Böylelikle, sütunları bireyler ve satırları değişkenler olarak kullanmak yoluyla, korelasyonun artık

bireyler arasında olması sağlanır ve bu korelasyonlar da benzerlik matrisinin hücrelerini oluşturur.

- Blok Uzaklığı: "Manhattan uzaklığı" ya da "City-blok uzaklığı" olarak da bilinen bu uzaklık, uzaklıkları tanımlamak üzere kullanılan iki ya da daha fazla boyuttaki mutlak farkların ortalamasıdır. Bir başka ifadeyle bu yöntem, değişkenler arasındaki farkın mutlak değerini esas almaktadır. Uzaklık, gözlemlerin koordinatları arasındaki farkın mutlak değerleri toplamına dayalı olarak hesaplanmaktadır.

- Minkowski Uzaklığı: Genellenmiş uzaklık fonksiyonudur. Yöntem, n sayıda birim ve p sayıdaki değişkene göre birimler ya da değişkenler arasındaki uzaklıkları hesaplamak için kullanılır. Mutlak farkların toplamının p ' inci kökünün, madde değerleri arasındaki p ' inci kuvvete olan uzaklığıdır. Burada, $p=1$ olduğunda, Minkowski uzaklığı ile City-blok uzaklığı birbirine eşittir. İki kategorili verilerde $p=2$ olduğunda Öklid uzaklığına eşittir. Değişkenler standartlaştırılmadığında ve farklı ölçek düzeyinde ölçüldüğünde, geniş ölçekli değişkenler daha baskın olur.

- Mahalanobis Uzaklığı: Doğrudan standardizasyon olanağı sağlayan Öklid uzaklık ölçüsüdür. Hem standart sapmaları dikkate alarak standardizasyon olanağı sağlar; hem de grup içi varyans - kovaryansları toplayarak değişkenler arasındaki korelasyonu ayarlar.

b. Nitel veriler için kullanılabilecek benzerlik ölçümleri:

- Ki-kare uzaklığı: İki frekans setinin eşitliği için ki-kare testine dayanır.
- Phi-kare uzaklığı: Ki-kare ölçüsünü, birleşik frekansın kare kökünü almak yoluyla normalleştirir.

c. İkili (Binary) veriler için kullanılabilecek benzerlik ölçümleri:

- Öklid uzaklığı: Metrik ölçek için olan uzaklığın ikili veriler için olan şeklidir.
- Büyüklük farkı (Size difference): 0 ile 1 arasında değişen asimetri indeksidir.
- Örüntü farkı (Pattern difference): 0 ile 1 arasında değişen uzaklık ölçüsüdür.
- Varyans: 2x2'lik tabloda $(b+c)/4n$ eşitliğiyle hesaplanır ve 0 ile 1 arasında değişir.
- Basit eşleşme (Simple matching): Eşlerin (çiftlerin), toplam değer sayısına oranıdır.

2.2.4. Kümeleme Analizinin Kullanım Amaçları

Kümeleme analizi, çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Ancak genel amacı, çok sayıda sınıflandırılmamış gözlemden oluşan veri setini, birimlerin benzerliklerine göre alt gruplara bölerek verinin boyutunu indirgemektir. Bu genel amacın dışında; verinin yapısının belirlenmesi (veri hakkında fikir edinmek, hipotez üretmek vb.) (Jain, 2010: 651), bir verideki grupların tanımlanması, gözlemlerin ya da değişkenlerin kümelenmesi, aykırı değerlerin belirlenmesi (Alpar, 2011: 303) gibi amaçlar için de kullanılmaktadır.

Özdamar (2004) ise kümeleme analizinin kullanım amaçlarını:

1. n sayıda bireyi p sayıda değişkene ilişkin özelliklerine göre, kendi içinde olabildiğince homojen ve kendi aralarında da heterojen olacak biçimde alt kümelere ayırmak,
2. p sayıda değişkeni, n sayıda bireyde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümelere ayırmak ve ortak faktör yapıları ortaya koymak,
3. Hem bireyleri hem de değişkenleri birlikte ele alarak n sayıda bireyi p sayıda değişkene göre ortak özellikli alt kümelere ayırmak,
4. p sayıda değişkene göre saptanan değerler bakımından bireylerin biyolojik ve taksonomik sınıflamasını ortaya koymak (Çokluk vd., 2010: 141). şeklinde ifade etmiştir.

2.3. Özdüzenleyici Haritalar (Self-Organizing Maps)

İlk olarak Finlandiyalı Profesör Teuvo Kohonen tarafından 1981 yılında tanıtıldığı için Özdüzenleyici Haritalar (ÖDH); Kohonen ağı, Kohonen haritası, Self - Organizing Maps (SOM), olarak da adlandırılmaktadır (Suner ve Çelikoğlu, 2010: 46). Literatürde, özellik haritası, kendini örgütleyen eşleme, öz düzenlemeli ağ yapısı, öz örgütlemeli harita ağı, kendi düzenlenen haritalar, kendini örgütleyen haritalar ve öz örgütlemeli haritalama olarak da ifade edildiği görülmektedir.

Çok boyutlu verilerin görsel olarak ifade edilmesinde oldukça işe yarayan Kohonen yöntemi, genellikle yüksek boyutlu girdilerin daha düşük boyutlu çıktılar ile temsil edilmesi amacıyla kullanılan, YSA'nın özel bir çeşididir (Suner ve Çelikoğlu, 2010: 46).

Kohonen tarafından sunulan en genel tanımıyla, ÖDH; bir veri setindeki benzerlik ilişkilerini görsel olarak ortaya koyan bir veri analiz yöntemidir (Kohonen, 2014: 18). Yöntem çok boyutlu bir girdi vektörünü iki boyutlu bir haritaya indirerek, büyük hacimli ve karmaşık bir veri setinin, basit bir biçimde görsel olarak sunulmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, kümeleme amacıyla kullanılmasının yanında, bir “veri görselleştirme” aracı olarak, veri setindeki (girdi kümesindeki) örüntülerin açığa çıkartılması amacıyla da kullanılmaktadır (Oğuzlar, 2009: 94).

ÖDH, tahmin edilecek bir çıktı seti (bağımlı değişken) bulunmadığından, danışmansız öğrenme gerçekleştiren (Oğuzlar, 2009:94) ve hiyerarşik yöntemleri kullanarak kümeleme analizi ilgili problemlerin çözümü için ideal sonuçlar üreten (Bircan vd., 2006: 220) bir YSA modelidir.

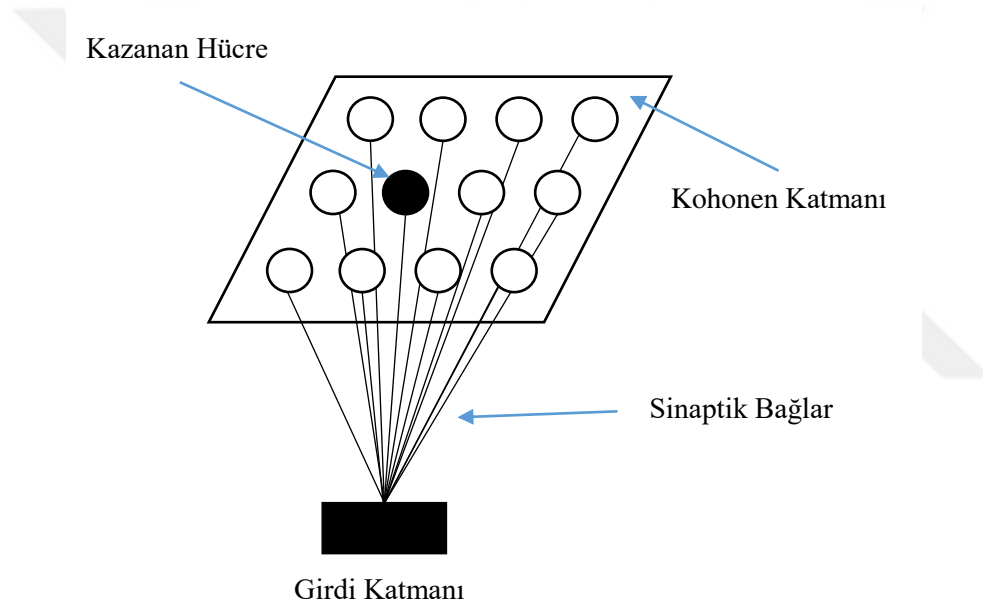
ÖDH yöntemi, istatistiksel bir yöntem olmayıp, bir yapay zeka yöntemidir. Kümeleme analizinde kullanılan istatistiksel tekniklere alternatif olarak geliştirilmiştir. YSA’na dayalı olan ÖDH yönteminin istatistiksel modelleme tekniklerine tercih edilmesinin en önemli nedeni, verilerin dağılımlarına ilişkin varsayımlar gerektirmemesidir. ÖDH yüksek boyutlu verilerin daha düşük boyutlu resmedildiği bir harita sunar ve bu haritada kümeleri görüntüler. ÖDH yöntemi bazı istatistiksel kümeleme yöntemleri gibi kümelerin ön sayısına, değişkenlerin olasılık dağılımlarına ve değişkenler arasındaki bağımsızlığa ilişkin varsayımlar gerektirmez (Oğuzlar, 2009: 97).

ÖDH’ a dayalı kümeleme teknikleri istatistiksel yöntemlere kıyasla daha çok avantajlara sahiptir. Bu avantajlardan birincisi, veri madenciliğinin çok yüksek dereceden veriler ile ilgili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüksek boyutluluk, verilerin istatistiksel korelasyonlarını anlamsız hale getirmekte ve bu sebeple istatistiksel yöntemler yetersiz kalmaktadırlar. ÖDH yöntemi, istatistiksel testlerin dayalı olduğu birtakım varsayımları sağlama zorunluluğu bulunmamakta ve yüksek boyutlu veriler ile çalışıldığında etkin bir yöntem olarak düşünülmektedir. İkinci olarak, veri madenciliğinde yer alan veriler, bilinen çok değişkenli dağılımlara genellikle sahip değildir ve bu nedenle geleneksel istatistiksel kümeleme yöntemleri bu durumlarda sınırlamalara sahiptirler. Diğer taraftan istatistiksel varsayımlara karşı gevşekliği, kullanışlı ve esnek oluşu nedeni ile kümeleme analizi çalışmalarında ÖDH yöntemi sıkça kullanılmaya başlamıştır. Üçüncüsü, ÖDH yöntemi yüksek boyutlu veri kümelerinin görselleştirilmesi için bir temel teşkil etmektedir. Bu özellik diğer veri analizi yöntemlerinin hiçbirinde bulunmamaktadır. ÖDH yönteminin en

büyük dezavantajı ise, kümeleme analizi sonuçlarının geçerliliğine ilişkin bir ölçü sağlayamamasıdır (Oğuzlar, 2009: 98).

2.3.1. ÖDH Ağ Yapısı ve Özellikleri

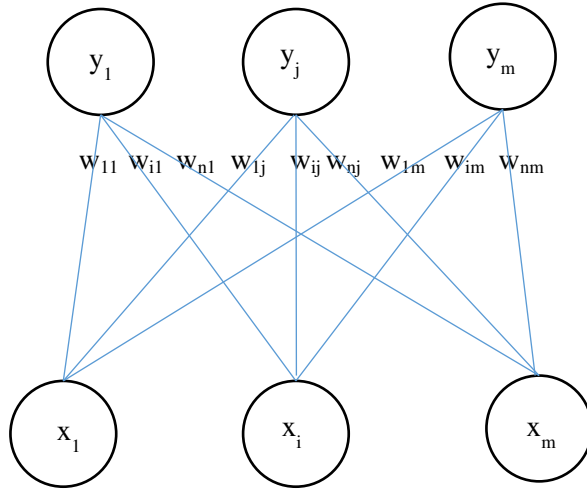
Şekil 2.3.'te görüldüğü üzere ÖDH ağı, girdi katmanı ve çıktı katmanı (Kohonen katmanı) olmak üzere iki nöron katmanından oluşmaktadır. Kohonen katmanı, üzerinde hücreler olan iki boyutlu bir düzlemdir (latistir). ÖDH modelinde, girdi katmanındaki her bir girdi elemanın, Kohonen katmanı üzerindeki bütün hücreler ile sinaptik bağlar aracılığıyla birbirine bağlantısı bulunmaktadır. Ayrıca, Kohonen katmanındaki her bir hücrenin diğer hücrelerle topolojik komşulukları bulunmaktadır.



Şekil 2.3. ÖDH Ağ Modeli (Haykin, 2008: 427)

Girdi katmanı ile çıktı katmanı arasındaki bağlantılar Şekil 2.4. üzerinde gösterilmiştir. Girdi katmanındaki girdi verisi x ile ifade edilsin ve n adet girdi verisi olsun. Bu durumda girdi vektörü $x = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ şeklinde olacaktır. Kohonen katmanı (çıkı katmanı) y ile ifade edilsin ve m adet nörondan oluşsun. Bu durumda Kohonen katmanı $y = (y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m)$ vektörü şeklinde olacaktır. Ayrıca, her bir x girdi kümesi elemanı ile y çıktı kümesi elemanı sinaptik bağlar yani ağırlıklar aracılığıyla ilişkilendirilmektedir. Bu ağırlık kümesini de w ile gösterilsin. Bu durumda ağırlık kümesi, $w = (w_{11}, w_{12}, \dots, w_{ij}, \dots, w_{nm})$ şeklinde olacaktır. Ağırlık vektörleri, girdi veri setine ait deseni en iyi şekilde temsil edecek Kohonen katmanı elemanının

seçilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ağırlık vektörüyle girdi desenine en çok uyum gösteren hücre, kazanan hücre veya en iyi eşleşen hücre (BMU – Best Matching Unit) olarak seçilmektedir. Kazanan hücre ve topolojik komşuları, ağırlıklarını güncelleyerek öğrenme şansı elde etmektedir (Fausett, 1994: 169).



Şekil 2.4. ÖDH Ağ Modelinde Bağlantılar (Fausett,1994:170)

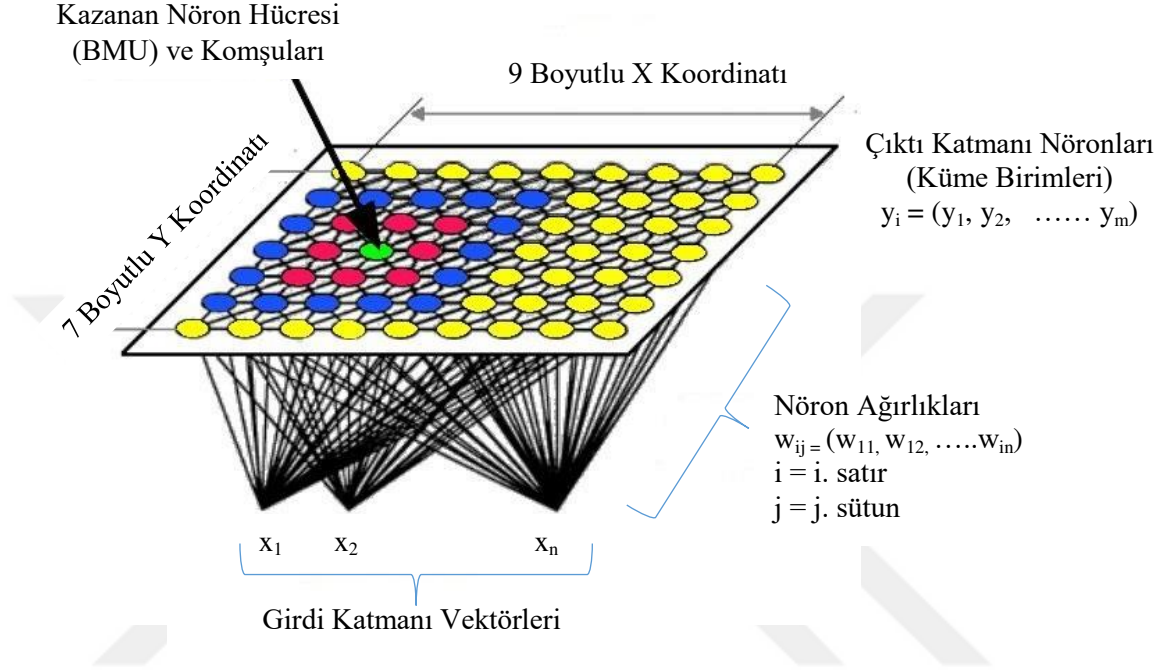
Danışmansız öğrenme gerçekleştiren ÖDH yönteminde, bitişik nöronların (sinirlerin) benzer ağırlık vektörüne sahip olacağı bir rekabetçi öğrenme (competitive learning) kuralı uygulanmaktadır. Yani kazanan hücre ve komşu hücreler, girdi desenine benzemek amacıyla birbirleriyle yarışmaktadır. Bu süreç tekrarlandıkça öğrenme sürecinde en yüksek düzeyde aktive edilen nöron (rekabeti kazanan nöron) ve bu nörona komşu olan nöronlar, ağa sunulan örneğe doğru hareket etmektedir. (Mehrotra vd., 1996: 188). ÖDH eğitim algoritması, ağa yeni bir örnek sunulduğunda kazanan nöronu ve komşularını güncellemektedir (Mehrotra vd., 1996: 188; Özçalıcı, 2017: 26). Yani, Kohonen katmanı hücreleri, girdi desenine benzemek amacıyla kendilerini güncelleyerek öğrenme gerçekleştirmektedir.

Literatürde kazanan nöron, genellikle BMU (Best Matching Unit) olarak adlandırılmıştır (Koikkalainen ve Oja, 1990: 281).

2.3.2. ÖDH Mimarisi

ÖDH sinir ağı yapısının girdi katmanı ve çıktı katmanı olmak üzere iki temel katmandan oluştuğu daha önce ifade edilmiştir. ÖDH ağlarının girdisi, girdi verisinin öz

nitelikleridir ve “features” olarak ifade edilmektedir. Girdi birimlerinin adedi, söz konusu öz niteliklerin adedine eşittir. Rekabet eden nöronlar ve kümelemeyi sağlayan birimler çıktı katmanındaki hücrelerdir. Kümeleme birimlerinin sayısı, diğer bir ifade ile nöronların sayısı probleme ve kullanıcının seçimine göre değişmektedir. ÖDH ağlarında kümeleme birimleri arasında topolojik bir komşuluk ilişkisi olduğu varsayılmaktadır.

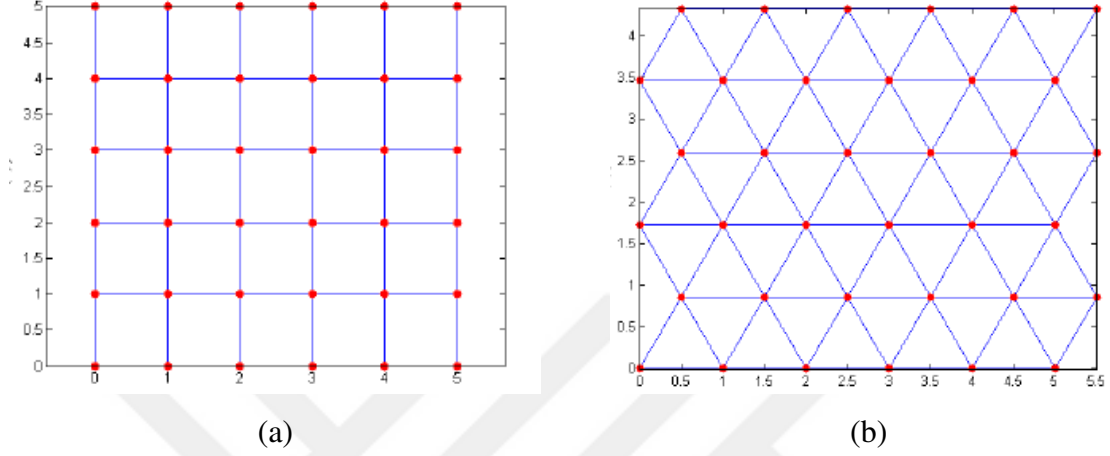


Şekil 2.5. 9X7 Boyutlu ÖDH’ın Temel Yapısı. (Özşahin ve Yüreğir, 2012: 158)

Şekil 2.5.’te görülen n adet öz niteliğe sahip girdi veri seti için tasarlanmış 9x7 boyutlu bir ÖDH ağında yer alan rekabet halindeki nöronların her biri, iki boyutlu uzayda belli bir pozisyona (x ve y koordinat bilgisine) sahiptir. Ayrıca her bir girdi nöronunun ağırlık vektörü (w_{ij}) bulunmaktadır. Ağırlık vektörü ile girdi vektörleri aynı boyuttadır. Yani, girdi verisi n boyutlu (n adet öz niteliğe sahip) x vektörlerinden oluşuyor ise ($x_1, x_2, \dots, x_n$), her bir girdi nöronunun buna karşılık gelecek n boyutlu bir w ağırlık vektörü olacaktır ($w_1, w_2, \dots, w_n$).

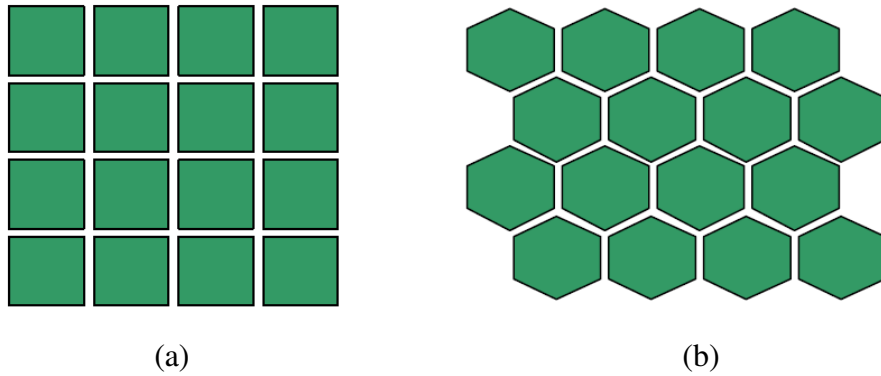
Özdüzenleme (self-organization) sürecinde, her girdi örneği için kendisine en çok benzeyen ağırlık vektörüne sahip nöron bulunur ve bu nöron kazanan nöron olarak seçilir. Bu seçim, uzaklık fonksiyonuna göre yapılır. Kazanan nörona ve kullanılan komşuluk topolojisi ile yarıçapına göre belirlenen komşu nöronlara ait ağırlık vektörleri güncellenir (Fauset, 1994: 169).

ÖDH ile yapılan çalışmalarda genellikle 2 boyutlu düzlemler üzerine izdüşümü yapılması, yani nöronların 2 boyutta görselleştirilmesi yaygındır. Ağın topolojisi, latis (lattice) formu olarak tanımlanır. En çok kullanılan iki latis, dikdörtgen (ızgara) ve altıgen (hexagonal lattice) latislerdir. Bu türler Şekil 2.6.'da gösterilmiştir. Dikdörtgen bir latisde bir düğüm (nöron) dört komşuya sahip iken, altıgen bir latisde ise bu sayı altıdır.



Şekil 2.6. (a) 6X6 Boyutlu Dikdörtgen Latis ve (b) Altıgen (Hexagonal) Latis

Dolayısıyla, görselleştirme amaçları için altıgen latis tercih edilmektedir (Oğuzlar, 2009: 95). Şekil 2.7.'de görsel olarak farklı bir gösterim sunulabilir.



Şekil 2.7. (a) 4X4 Boyutlu Dikdörtgen Latis ve (b) Altıgen (Hexagonal) Latis

Nöron sayısı, çözümlenmesi gereken problemin özelliğine göre değişmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, nöron sayısının artması ile kümelemenin daha anlamlı hale gelmeyeceğidir. Kümelerin belirgin bir şekilde oluşması veri sayısının çokluğuna ve verinin kalitesine bağlıdır. Dolayısıyla birbirleri ile anlamlı kümeler

oluşturmayacak bir veri setini hiçbir zaman için daha fazla nöron kullanarak anlamlı kümeler haline getirmek mümkün değildir.

2.3.3. ÖDH Algoritması

ÖDH’da Kohonen katmanındaki kümelemeyi sağlayan hücre değeri girdi katmanı vektörü değeri ve ağırlıklar kullanılarak şu şekilde hesaplanabilir (Özçalıcı, 2017: 26):

$$y_i = \sum_{i=1}^d w_{ij} x_i \quad (2.6)$$

Eşitlikte, w_{ji} , girdi nöronu i den, çıktı nöronu j ye olan ağırlığı ve x_i ise girdi değerini ifade eder. Girdi değeri olarak normalleştirilmiş z_i değeri de kullanılabilir. Rekabetçi öğrenme sürecinde en yüksek y_i değerine sahip nöron kazanan nöron olarak adlandırılmaktadır (Gan vd., 2007: 56). Çevresindeki nöronlar ise kazanan nöronun (BMU’nun) komşularıdır (Özçalıcı, 2017: 26).

Özdüzenleme sürecinde, her girdi örneği için kendisine en çok benzeyen ağırlık vektörüne sahip nöron bulunur ve bu nöron kazanan nöron olarak seçilir. Bu seçim uzaklık fonksiyonuna göre yapılır. Literatürde çok sayıda farklı uzaklık fonksiyonu/benzerlik ölçütü (Öklid uzaklığı, Manhattan uzaklığı, Minkowski, vb.) bulunmaktadır.

Örneğin, Öklid uzaklığı şu şekilde hesaplanır (Çelik, 2013: 180):

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2.7)$$

d_{ij} : i . ve j . birimin birbirine olan uzaklığı

x_{ik} : i . birimin k . değişken değeri

x_{jk} : j . birimin k . değişken değeri

$i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$ ve $k = 1, \dots, p$ ’dir. n birim ve p değişken sayısıdır.

Minkowski uzaklığı şu şekilde hesaplanır (Çelik, 2013: 180):

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{1/q} \quad (2.8)$$

Minkowski uzaklık ölçüsü $q = 1$ için City-Block uzaklık ölçüsüne, $q = 2$ için ise Öklid uzaklık ölçüsüne eşit olacaktır. Minkowski uzaklık ölçüsü genel bir uzaklık ölçüsü, Öklid ve City-Block uzaklık ölçüleri ise Minkowski uzaklık ölçüsünün özel bir durumudur.

City-Block uzaklık ölçüsü, birimler arasındaki mutlak uzaklıkların toplamını alarak hesaplayan bir uzaklık ölçüsüdür. City-Blok (Manhattan) uzaklığı şu şekilde hesaplanır (Çelik, 2013:180):

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (2.9)$$

Mahalanobis Uzaklık ölçüsü de doğrudan birleştirme yapan, standart bir yöntemdir. İki değişken arasında bir ilişki varsa, bu iki değişken arasındaki kovaryans veya korelasyonu göz önüne alan Mahalanobis uzaklığının kullanılması gerekir. p değişkenli bir analizde i ve k gözlemleri arasındaki Mahalanobis uzaklık ölçüsü şu şekilde hesaplanır (Çelik, 2013: 180):

$$Md_{ij} = (x_{ik} - x_{jk})' S^{-1} (x_{ik} - x_{jk}) \quad (2.10)$$

S : $p \times p$ tipinde örneklem kovaryans matrisini göstermektedir

ÖDH algoritması ilk olarak girdi katmanını ile Kohonen katmanını arasındaki bağlantılara küçük rastgele değerler atar. Daha sonra algoritma üç esaslı süreç geçirir. Bunlar; rekabet süreci, iş birliği süreci ve adaptasyon sürecidir (Gan vd., 2007: 56-60).

ÖDH yapay sinir ağı modeline ait algoritma ve Kohonen öğrenme kuralı aşağıdaki gibidir (Fauset, 1994: 170-172):

ÖDH için, n adet öz niteliğe sahip x girdi vektörleri $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ve w ağırlık vektörleri: $w_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj})$ olmak üzere;

Adım 0: Ağırlıklara ilk değerlerini rastgele ata.

Komşuluk parametrelerini (komşuluk topolojisi ve yarıçapını) ata.
Öğrenim oranı (α) parametrelerini ata.

Adım 1: Sonlandırma koşulu sağlanmadığı sürece Adım 2-8' i gerçekleştir.

Adım 2: Her girdi vektörü x için Adım 3-5' i gerçekleştir.

Adım 3: Her j için, aşağıdaki hesaplamayı gerçekleştir: (Seçilen uzaklık fonksiyonunu kullanarak girdi verisi ile her nöron arasındaki mesafeyi hesapla. Bu örnekte Öklid uzaklığı kullanılmıştır.)

$$d_{ij} = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2 \quad (2.11)$$

Adım 4: d_{ij} 'nin minimum olduğu j indeksini (yani kazanan nöronu) bul.

Adım 5: j 'nin tanımlanan komşuluğu içerisinde kalan tüm j birimleri ve tüm i 'ler için:

$$w_{ij}(\text{yeni}) = w_{ij}(\text{eski}) + \alpha[x_i - w_{ij}(\text{eski})]. \text{ (Kohonen öğrenme kuralı)}$$

Adım 6: Öğrenim oranını güncelle.

Adım 7: Belirlenen zamanlarda topolojik komşuluk yarıçapını azalt.

Adım 8: Sonlandırma koşulunu kontrol et.
(İterasyon sayısına ulaşıldığında veya α eşik değere ulaştığında sona erdir.)

Öğrenme oranı α , zamana veya devir sayısına göre yavaş yavaş azalan bir fonksiyondur.

ÖDH'daki danışmansız öğrenme süreci olan Kohonen öğrenme kuralı şu şekilde açıklanabilir. Başlangıçta (Adım 1'de) bağlantı ağırlıkları (connection weights) küçük rassal sayılar ile düzenlenir. Bir örneklem veri noktası tarafından temsil edilen yeni girdi vektörü, girdi düğümleri tarafından alınır. Girdi vektörü, bağlantılara bağlı olarak çıktı düğümlerine

gönderilir. Çıktı düğümlerinin aktif duruma getirilmesi girdiye bağlıdır. “Kazanan-tümünü alır (winner-takes-all)” yarışı içerisinde, girdi vektörüne en fazla benzerlik gösteren ağırlıklara sahip çıktı düğümü aktif hale gelecektir. Öğrenim aşamasında ağırlıklar, Adım 5’teki Kohonen öğrenme kuralı çerçevesinde güncellenirler (Oğuzlar, 2009: 95):

$$w_{ij}(\text{yeni}) = w_{ij}(\text{eski}) + \alpha[x_i - w_{ij}(\text{eski})] \quad (2.12)$$

Bu eşitlikte w_{ij} ağırlık matrisi, x_i girdi vektörü ve α zaman süresince azalan öğrenim oranı ($0 < \alpha < 1$) dır. Ağırlık güncellemesi yalnızca, aktif çıktı düğümü ve topolojik komşuları için oluşur. Komşuluk geniş olarak başlar ve zaman süresince yavaş bir biçimde azalır. Girdi vektörlerinin yeterli bir sayısında sunulmasının ardından ağırlıklar, kümeleri belirlemeye başlayacaktır. Kümelerin belirlenmesi ise, küme merkezlerinin lokal yoğunluk fonksiyonlarının, girdi vektörlerinin yaklaşık olasılık yoğunluk fonksiyonlarına yaklaşma eğilimi ile gerçekleşir. ÖDH’deki çıktı düğümleri, öncül küme merkezleri bilgisi olmadan gerçek kümeleri temsil edecektir (Oğuzlar, 2009: 95).

2.3.4. ÖDH Eğitim Süreci (Rekabet, İş birliği, Uyarlanma)

ÖDH modeli uygulanmadan önce, veri setinin durumuna göre verilerin normalleştirilmesine ihtiyaç duyabilmektedir. Normalleştirme işlemi gerekli ise bu adımdan sonra ağ başlatılmaktadır. Ağ başlatıldıktan sonra haritaların biçimlenmesini sağlayan ağın eğitim süreci devam ettirilmektedir.

Veri setinin normalleştirilmesi; ÖDH algoritması başlatılmadan önce, veri setindeki her bir değişkene ait değer aralıklarının farklı düzeylerde olması durumunda veri setinin normalleştirilmesi gerekir. Eğitim sürecinde girdi katmanı hücreleri ve Kohonen katmanı hücreleri arasındaki uzaklığın (genellikle Öklid uzaklığı) ölçülmesiyle kazanan hücre belirlenmektedir. Bu nedenle, farklı değer aralıklarında bulunan değişkenlerin, aynı değer aralıklarında temsil edilmesi için her bir değişken değerinin dönüştürülmesi kümeleme sonuçlarının değişkenler tarafından çarpıtılmasını önleyecektir.

Ağın başlatılması; ÖDH algoritmasının başlatılması için başlangıç ağırlık vektörlerinin belirlenmesi gerekir. Başlangıç ağırlık vektörlerinin belirlenmesinde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi, algoritmanın, rastgele değerler seçilerek oluşturulan ağırlık vektörleri ile başlatılmasıdır. Diğer bir ifadeyle, başlangıçta sıralanmamış

ağırlıklar eğitim süresince girdi vektörlerini temsil etmek amacıyla kendini düzenlemektedirler (Kohonen, 1997: 114).

Ağın başlatılmasında diğer bir yöntem olarak sıralanmış ağırlıklar kullanarak doğrusal bir şekilde başlatılmasıdır. Bu yöntemde, değişkenlere ait girdi vektörleri arasından en yüksek öz değere sahip iki vektör, girdi matrisinin öz vektörleri olarak seçilmekte ve bu öz vektörler doğrusal bir şekilde iki boyutlu alt uzaya dağıtılmaktadır. Alt uzayın kütle merkezi ile iki girdi vektörünün ortalaması kesiştirilerek girdi matrisini temsil etmek amacıyla alt uzay boyunca dikdörtgen dizisi tanımlanmaktadır. Başlangıç ağırlık vektörleri, dikdörtgen dizisi üzerinde noktalar ile doğrusal bir şekilde sıralanarak algoritma başlatılmaktadır (Kohonen, 1997: 115).

Eğitim süreci; Ağ iki yöntemden herhangi biri kullanılarak başlatıldıktan sonra haritanın biçimlenmesini sağlayan üç önemli süreç bulunmaktadır. Bunlar; rekabet süreci, iş birliği süreci ve adaptasyon (uyarlanma) sürecidir.

i. Rekabet Süreci: Girdi veri kümesini x göstermektedir. Girdi veri setinin büyüklüğünü göstermek amacıyla m harfi kullanılmıştır. Katmandaki hücreler ile girdi veri setindeki elemanların sinaptik bağlantıyı sağlayan ağırlık vektörleri ise w_j kümesinde gösterilmiştir (Haykin, 2008: 430). Kohonen katmanındaki hücre sayısını göstermek için l harfi kullanılmıştır. O halde, bu kümeleri aşağıdaki gibi tanımlayabilir:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$$

$$w_j = (w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jm}), \quad j = 1, 2, \dots, l$$

Daha sonra, x kümesinin girdi vektörleri ve w_j kümesindeki bütün ağırlık vektörleri arasındaki en iyi eşleşen hücreyi (BMU – Best Matching Unit) bulmak için, her bir $j = 1, 2, \dots, l$ için $w_j x$ (yani girdi vektörü ile ağırlıkların çarpımı) hesaplanarak karşılaştırılır. En büyük değere sahip olan $w_j x$, kazanan nöron olarak seçilir. Aslında Kohonen katmanı üzerindeki kazanan hücreyi belirlemenin matematiksel ifadesi, x kümesinin girdi vektörleri ve w_j kümesindeki bütün ağırlık vektörleri arasındaki Öklid uzaklığının ölçülmesidir. Öklid uzaklığı en az (minimize) olan hücre i kazanan hücre veya en iyi eşleşen hücre olarak seçilmektedir (Haykin, 2008: 430). Kazanan hücreyi belirlemek için Öklid uzaklığı şu eşitlik hesaplanabilir:

$$i(x) = \arg \min_j \|x - w_j\|, \quad j \in V \quad (2.13)$$

Eşitlikteki, $i(x)$ kazanan hücreyi, V sembolü, Kohonen katmanındaki hücrelerin latisini ifade etmektedir.

ii. İş Birliği Süreci: Kazanan hücre belirlendikten sonra kazanan hücre ve komşuları iş birliği yaparak ağırlıklarını güncellemektedirler. Kazanan hücre ve iş birliği yapan hücreler, merkezinde kazanan hücre olmak üzere topolojik komşuluk oluşturmaktadır. Topolojik komşuluğun genişliğinin belirlenmesi, kazanan hücre çevresinde iş birliği yapılacak hücrelerin sayısını belirlemektedir.

Merkezinde kazanan hücre i olmak üzere çevresinde iş birliği yapan (uyarılmış) hücrelerden oluşan topolojik komşuluk hj,i ile ifade edilmiştir. hj,i 'nin etkili bir şekilde seçilmesi amacıyla genellikle aşağıdaki eşitliği verilen Gauss fonksiyonu kullanılmaktadır (Haykin, 2008: 431).

$$h_{j, i(x)}(n) = \exp\left(-\frac{d_{j,i}^2}{2\sigma^2(n)}\right), \quad j \in V, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (2.14)$$

Kohonen katmanı üzerindeki kazanan hücre r_i ve iş birliği yapan hücreler r_j arasındaki yanal uzaklığı temsil etmek için $d_{j,i}$ kullanılmaktadır. İki boyutlu latiste kazanan hücre ve iş birliği yapan hücre arasındaki yanal uzaklığın hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir:

$$d_{ij}^2 = \|r_j - r_i\|^2 \quad (2.15)$$

Topolojik komşuluk alanının genişliğini σ parametresi temsil etmek üzere, bu genişliğin ağırlık eğitimi süresince sürekli azalma göstermesi gerekmektedir. Bu gereksinimin yerine getirilmesi için aşağıdaki eşitliği verilen üstel azalan fonksiyonu kullanılmaktadır:

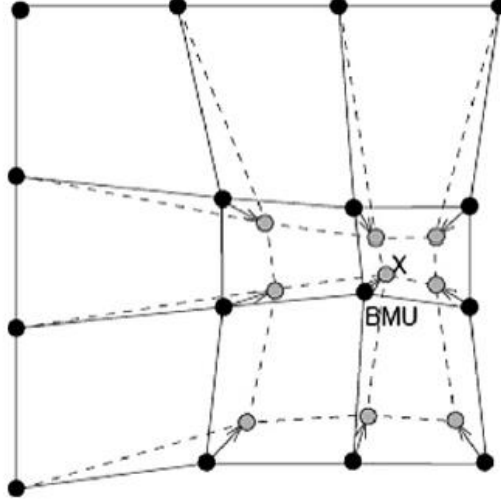
$$\sigma(n) = \sigma_0 \exp\left(-\frac{n}{\tau_1}\right), \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.16)$$

Bu eşitlikte n kesikli zamanı (tekrarlanma veya iterasyon) ve τ_1 zaman sabitini göstermektedir (Haykin, 2008: 431-432).

iv. **Uyarılma Süreci:** Ağırlık kendini örgütlemesi için ağıdaki hücrelerin x girdi vektörlerine benzemeye çalışarak sinaptik ağırlıklarını değiştirmesi gerekmektedir. Bu durum Şekil 2.8.'de gösterilmiştir. Bu nedenle kazanan

hücre ve topolojik komşusu olan bütün hücelere uygulanarak bu hücrelerin ağırlıkları güncellenmektedir (Haykin, 2008: 433). Bu güncelleme işlemi şu eşitlik ile gösterilebilir:

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \alpha(n) h_{j,i(x)}(n)[x(n) - w_j(n)] \quad (2.17)$$



Şekil 2.8. ÖDH Ağında En İyi Eşleşen Birim (BMU-Best Matching Unit) Komşuları (Hanafizadeh ve Mirzazadeh, 2011: 200)

Eğitim setinin tekrarlanması ile sinaptik ağırlıklar girdi vektörlerinin dağılımını takip etmeye eğilim göstermektedirler. Bu eğilim, latis üzerinde bitişik olan sinir hücrelerinin ağırlık vektörlerinin birbirlerine yakın değerlere sahip olmasına olanak sağlamaktadır. Böylece Kohonen katmanında topolojik kümeler oluşturularak girdi alanının iki boyutlu haritası oluşturulmaktadır (Haykin, 2008: 433-434).

Algoritmanın n kesikli zamanda, öğrenme katsayısını belirlemek için ise şu eşitlik kullanılmaktadır:

$$\sigma(n) = \sigma_0 \exp\left(-\frac{n}{\tau_2}\right), \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.18)$$

Eşitlikte, α öğrenme katsayısını temsil etmektedir. n kesikli zamanı arttıkça α öğrenme katsayısının azalma göstermesi gerekmektedir. Eşitlikteki τ_2 değeri ÖDH algoritmasında diğer bir zaman sabitini temsil etmektedir (Haykin, 2008: 433-434).

2.3.5. ÖDH’da Kümelemeyi Etkileyen Faktörler

ÖDH modelinde başarılı bir kümeleme çalışması gerçekleştirebilmek için bazı faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Ancak, bunlar kesin kurallara bağlı olmayıp, çoğu kez deneme yanılma yoluyla bu faktörler için en iyi değerler bulunur. Bu faktörler şunlardır (Bircan vd., 2006: 226):

1. Çıktı katmanındaki nöron sayısı: Çıktı katmanındaki nöron sayısı, elde edilebilecek maksimum küme sayısını belirtir. Genellikle, veri setindeki eleman sayısının %10’u civarında çıktı nöronu tercih edilir (Deboeck ve Kohonen, 1998: 195).

2. Verilerin normalleştirilmesi: Veri setindeki değişkenler arasında matematiksel olarak büyük farklılıkların bulunması halinde veri değerleri normalleştirilmelidir (standartlaştırılmalıdır). Böylece tüm değişkenlere eşit şans verilir ve uç değerlerin sonuçları çarpıtması engellenmiş olur.

Literatürde kümeleme çalışmaları için önerilen bazı veri normalleştirme yöntemleri şunlardır (Milligan ve Cooper, 1988: 183-184):

- i. Standart z-skor: Bu normalleştirme yöntemi, aslında normal değişkenleri standart formuna dönüştürmek için kullanılan z-skordur. Ana kütle istatistikleri bilindiği zaman kullanılabilir. Normalleştirilen değişkenin ortalaması 0 ve varyansı 1 olacaktır. Normalleştirme işlemi şu şekilde yapılabilir:

$$x_{\text{yeni}} = \frac{x_{\text{eski}} - \bar{x}}{\sigma} \quad (2.19)$$

- ii. Ana kütle parametreleri bilinmediği zamanlarda standart z-skora benzer bir normalleştirme yöntemi kullanılabilir. Bu yöntem kullanıldığında, normalleştirilen değişkenin varyansı 1 ve ortalaması $\bar{x}/s$ olacak yeni bir değişkene dönüştürülmektedir. Normalleştirme işlemi şu şekilde yapılabilir:

$$x_{\text{yeni}} = \frac{x_{\text{eski}}}{s} \quad (2.20)$$

- iii. Diğer bir normalleştirme yöntemi ise değişkenin, veri seti içerisindeki en büyük değere bölünmesi yoluyla verinin yeni bir değişkene dönüştürülmesidir.

Bu yöntemde bütün değerler sıfıra eşit veya büyükse, yeni değişken 0 ile 1 arasında değer alacaktır. Veri setinde eğer negatif değerli değişkinler var ise, veri setindeki her bir değişkene büyük bir sabit tamsayı eklenebilir. Normalleştirme işlemi şu şekilde yapılabilir:

$$x_{yeni} = \frac{x_{eski}}{\text{Max}_{(x)}} \quad (2.21)$$

- iv. En büyük ve en küçük değer biliniyorsa, tüm değişkenler [0,1] aralığında yer alacak şekilde bir değişkene dönüştürülebilir. Yeni dağılımda her zaman için en küçük değer 0, en büyük değer 1 olacaktır. Normalleştirme işlemi şu iki sekilden birisiyle yapılabilir:

$$x_{yeni} = \frac{x_{eski}}{\text{Max}_{(x)} - \text{Min}_{(x)}} \quad (2.22)$$

$$x_{yeni} = \frac{x_{eski} - \text{Min}_{(x)}}{\text{Max}_{(x)} - \text{Min}_{(x)}} \quad (2.23)$$

3. Ağırlık vektörlerine ilk değer atanması; ağırlık vektörlerine ilk değer atanması ÖDH modelinde çok kritik bir öneme sahiptir. Bu ilk değer atanırken veri setindeki girdi vektör değerleri göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulamada, ağırlık vektörlerine rastgele değerler atamak bazen sakıncalı olabilmektedir. Tüm vektörlere 0'dan çok az büyük bir değer atanırsa öğrenme katsayısı 1'e yakın bir değerle başlatılmalı ve belli bir döngü sayısınca (1.000 döngü gibi) azaltılmamalıdır. Ayrıca, komşuluk değişkeni büyük bir değerle başlatılmalı ve öğrenme katsayısının değişmediği periyotta sabit kalmalıdır. Böylece ağırlık vektörleri girdi vektörlerine uygun bir konuma geçebilirler. Ağırlık vektörlerine, girdi vektörlerinin dağılımına uygun bir ilk atama yapıldığında öğrenme katsayısı ve komşuluk değişkeni daha küçük bir değerle başlatılabilir. Bu da algoritmanın öğrenme hızını artırır (Kohonen 2001: 142; Bircan vd., 2006: 226).

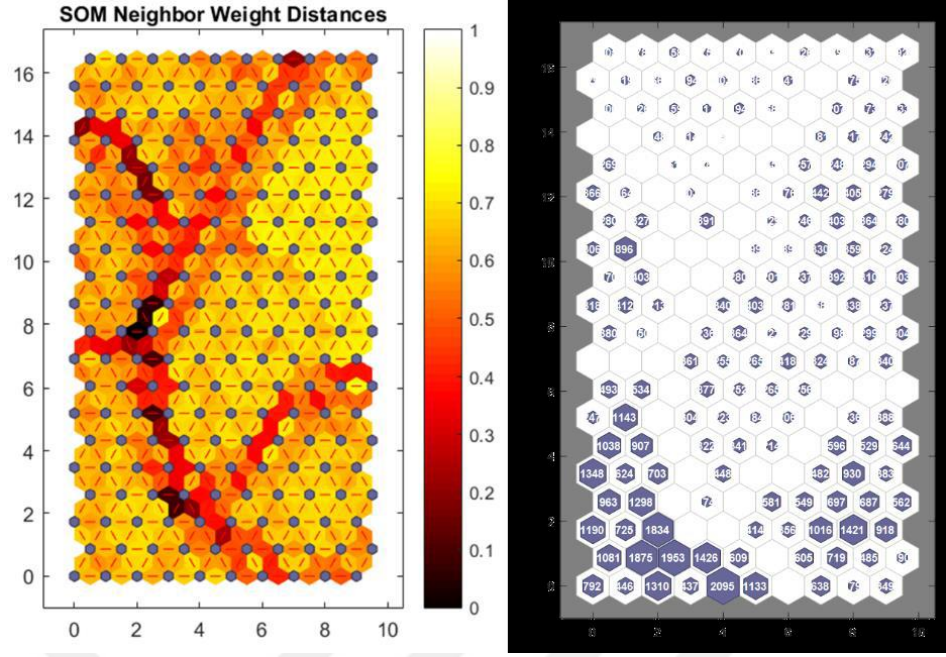
4. Uzaklık ölçüsü; ÖDH algoritmasında girdi vektörleriyle ağırlık vektörleri arasındaki uzaklık Öklid uzaklığının karesi ile ifade edilmektedir. Ancak, Öklid uzaklığı yerine başka uzaklık ölçüleri de kullanılabilir. (Minkowski ölçüsü, city-block uzaklığı gibi) Bazı çalışmalarda uzaklık ölçüsü yerine vektör çarpımı kullanılmıştır. Vektör çarpımı kullanıldığında, en büyük çarpım değerine sahip olan nöron kazanan nörondur (Bircan vd., 2006: 226).

5. Öğrenme katsayısı ve komşuluk değişkeni; öğrenme katsayısı 0 ile 1 arasında bir değerle başlamalı ve döngü arttıkça 0'a yaklaşmalıdır. Komşuluk değişkeni, çıktı katmanındaki dizilime uygun büyük bir değerle başlamalı ve döngü ilerledikçe azaltılmalıdır (Bircan vd., 2006: 226).

2.3.6. Özdüzenleyici Haritaların Görselleştirilmesi

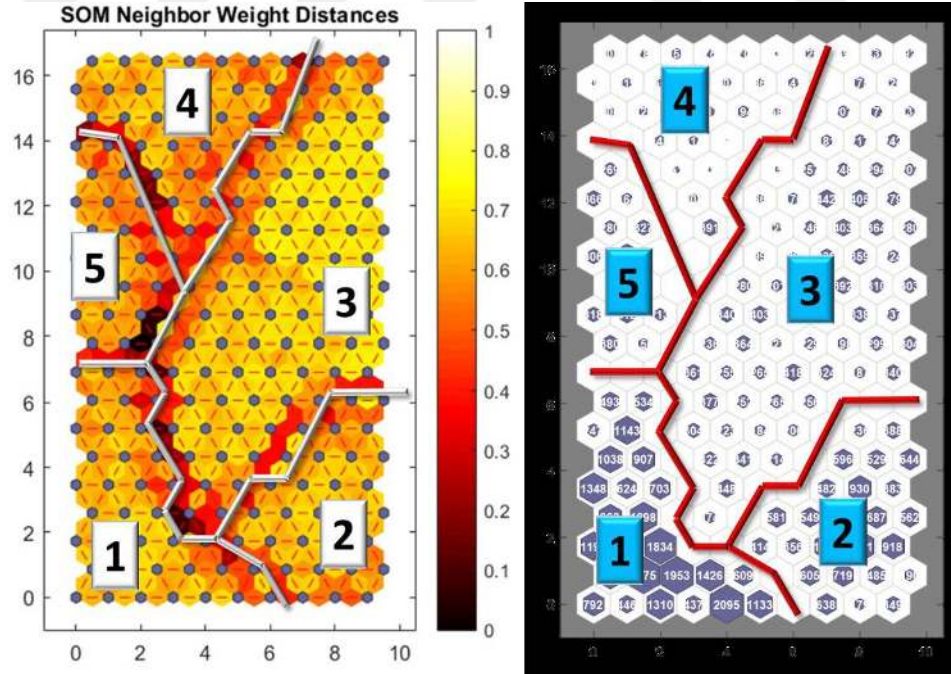
Algoritmanın eğitimi tamamlandıktan sonra elde edilen kümelerin görselleştirmesinin en yaygın yolu, bitişik harita birimleri arasındaki mesafeyi hesaplamak ve sonucu bileşen düzlemleri ve U-Matrisi (Unified Distance Matrix) olarak sunmaktır (Hanafizadeh ve Mirzazadeh, 2011: 201). Bileşen düzlemleri, her bir değişken için girdi verilerinin gözlem değerlerinin gösterildiği haritalardır. Bu haritalar, değişkenler arasındaki ilişkinin analiz edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. U-Matris ise ağırlık vektörlerini temsil eden hücrelerin komşuluk uzaklıklarını ve her bir hücrenin ortalama komşuluk uzaklığını göstermek amacıyla kullanılmaktadır.

U-Matrisi ve hit rate şekli kümelerin yerlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. U-Matrisi kümelerin oluştuğu Kohonen katmanıdır ve gözlemlerin birbirleri arasındaki uzaklığı temsil etmektedir. U-Matriste koyu renkler daha büyük uzaklığı gösterirken, açık renkler birbirlerine yakın olan gözlemleri içermektedir. Başka bir ifade ile veri setinin kaç adet kümeye ayrıldığı U-Matrisi ile belirlenmektedir. U-Matristeki koyu renkli bağlantılar küme sınırlarını göstermektedir. Hit rate şeklinde ise hangi nöronda hangi gözlemin yer aldığı ifade edilmektedir.



Şekil 2.9. ÖDH Komşuluk Ağırlıkları ve Hit Rate Şekli (Özçalıcı, 2017: 29)

Hit rate şekli ve U-Matris birlikte değerlendirildiğinde Şekil 2.9.'daki gibi bir kümelenme yapılabilir. Şekil 2.10. incelendiğinde beş kümeye ayrıldığı görülebilir.



Şekil 2.10. Küme Yerlerinin Belirlenmesi (Özçalıcı, 2017: 31)

Şekil 2.10.'da U-Matriste koyu renkler daha uzak birimleri ifade ettiğinden dolayı, U-Matrisinde yer alan iki nöron arasındaki bağlantı koyu renkli ise, nöronlarda yer alan

birimler birbirlerinden uzak olduğu ya da birbirlerine benzemediği anlamına gelir. Bu nedenle koyu renkler, küme sınırlarını ifade etmektedir.

2.4. Literatürde Özdüzenleyici Haritalar ile İlgili Yapılan Çalışmalar

ÖDH eğitim sürecinde danışmansız öğrenme uygulayan YSA'nın özel bir çeşididir. Başka bir ifade ile, bir çıktı setine (danışmana) ihtiyaç duyulmadığından kümeleme analizi için başarılı sonuçlar veren bir yöntem olarak ifade edilmektedir.

ÖDH, literatürde pazarlama ve finans gibi alanlarda işletme yönetimi ile ilgili problemlerinin çözümünde başarıyla kullanıldığı görülmektedir. İlgili literatür taraması sonuçlarına ilişkin bilgiler özet olarak Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Serrano-Cinca (1996), çalışmasında finansal tanılama yapabilmek amacıyla ÖDH algoritmasını kullanarak bir karar destek sistemi geliştirmeyi amaçlamıştır. Yapılan çalışmada, 1975-1985 yılları arasında 65'i iflas etmiş toplamda 129 şirkete ait 5 finansal oran kullanılarak şirketlerin iflas riskini ve finansal karakteristiğini gösteren bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Cottrell vd. (1998), çalışmalarında 1987-1995 yılları arasında ABD tahvil piyasasında işlem gören vade süresi 1 - 15 yıl arasında olan 2.088 adet tahvili kullanarak faiz oranlarının değişimini, parametrik olmayan bir istatistik model geliştirerek göstermeye çalışmışlardır. Geliştirilen modelde, faiz oranlarının gelecekteki dağılımının tahmin edilmesi ve risk yönetim politikası seçilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sınıflandırma yöntemi olarak ÖDH algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda önerilen modelin tarihi veriler kullanılarak gelecekteki faiz oranlarının öngörülebilmesi için uygun bir model olduğu ortaya konulmuştur.

Eklund vd. (2001), çalışmalarında, ÖDH algoritmasının finansal karşılaştırmada kullanılabilirliğini göstermeye çalışmışlardır. Çalışmada 1998 yılında Pulp and Paper International sıralamasına göre dünyada en fazla selüloz ve kâğıt net satışı yapan 150 şirketin 76'sına ait 1995-1999 yıllarına ait kârlılık, likidite, finansal yapı ve etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan 7 adet finansal oran kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda haritalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda şirketler finansal durumlarının benzerliklerine göre 5 farklı küme içerisinde görselleştirilmiştir.

Koskivaara (2003), yapmış olduğu çalışmada aylık finansal tabloların denetiminde ÖDH algoritmasının uygulanabilir olduğunu göstermeye çalışmıştır. Yapılan çalışmada Finlandiya’da faaliyet gösteren bir şirketin geçmiş 10 yıla ait aylık finansal tabloları kullanılmıştır. Denetim sürecinde denetçi için önemli ve nispi büyüklüğü olan 9 adet hesap seçilerek veri seti oluşturulmuştur. Farklı hesapların birbirleriyle ve geçmiş yılların değerleriyle karşılaştırılması ve veri setinde yıllık eğilimlerin belirlenmesi amacıyla iki farklı harita yapılandırılmıştır. Çalışma sonucunda ÖDH algoritmasının, veri setindeki düzensizlikleri ve anomalileri görselleştirerek analitik denetim sürecinde denetçilere yardımcı olabileceğı sonucuna varılmıştır.

Zorin (2003), çalışmasında iki farklı yapay sinir ağı modelini kullanarak hisse senedi fiyatını tahmin etmeyi amaçlamıştır. Çalışmasında, geri yayılım ve ÖDH algoritmalarını kullanarak, 1 Aralık 2000 - 28 Aralık 2001 tarihleri arasında işlem gören bir şirkete ait günlük hisse senedi fiyatlarını kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda iki algoritmanın da hisse senedi fiyatlarının değışimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve fiyatların tahmin edilmesi konusunda kullanışlı olduğu ancak ÖDH algoritmasının yapılan bu çalışma için daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Bircan vd. (2006), yaptıkları çalışmada, ÖDH tipinde yapay sinir ağıları kullanarak, Türkiye’nin ihracat yaptığı ülkeleri kümelemişlerdir. Oluşturulan modelde 14 küme elde edilmiştir. Vektör değerleri yüksek olan kümelerin Türkiye ile ticareti yoğun olan ülkelere olduğu, vektör değerleri düşük olan kümelerin ise Türkiye ile ticareti az olan ülkelere olduğu gözlemlenmiştir. Küme yoğunlukları ve kümelerin birbirine olan topolojik komşulukları harita üzerinde gösterilmiştir. Türkiye ile ticareti en yoğun olan ülke kümeleri ile Türkiye ile ticareti en az olan ülke kümelerinin birbirine en uzak konumda olduğu belirlenmiştir. Ticaret eğilimleri birbirine yakın olan kümeler ise haritalar üzerinde birbirine en yakın konumda bulunmaktadır. Buradan, modellerdeki öğrenme süreçlerinin başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Marghescu (2007), çalışmasında çok boyutlu finansal verilerin görselleştirilmesinde kullanılan 9 adet tekniğı (çizgisel grafik, permütasyon matrisi, gözlem grafiğı, serpilme diyagramı, paralel koordinatlar, ağaç haritası, temel bileşenler analizi, Sammon’s haritası ve ÖDH algoritması) kullanıcılara sağladıkları görsel kavrama yeteneklerine göre karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada, 1997-1998 yılları arasında selüloz ve kâğıt endüstrisinde dünya çapında faaliyet gösteren 80 şirkete ilişkin kârlılık, borç ödeme gücü,

likidite ve performans ile ilgili 7 finansal oran kullanılmıştır. Söz konusu görselleştirme tekniklerinin karşılaştırılmasında; anormal değer tespiti, bağımlılık analizi, veri kümeleme, küme tanımlama, sınıf tanımlama ve karşılaştırma yapabilme yetenekleri göz önünde bulundurulmuştur. Sonuç olarak tekniklerin birçoğunun verilerin analizinde tek başına kullanılmasının, yeterli olmadığı ve bazı sınırlılıklara sahip olduğunun ortaya konulmasına karşın, ÖDH algoritmasının belirlenen bütün yetenekleri yerine getirebildiği gösterilmiştir.

Vatansever ve Büyüklü (2009), çalışmalarında, görsel veri madenciliği yöntemleri yardımıyla, insan algı sisteminin de devreye girmesiyle etkili bir şekilde, sapan değerlerin, potansiyel küme yapılarının, küme sayılarının keşfedilebileceği, uygun kümeleme algoritmalarının seçilebileceği ve küme sonuçlarının değerlendirilebileceğini ortaya koymuşlardır. Türkiye’de 918 ilçeye ait 20 değişkenle yapılan çalışmada, veri madenciliği çerçevesinde kümeleme analizinde, görselliğin yeri ve önemi vurgulanmaya çalışılmıştır. Çalışmada k- ortalamalar, tek ve tam bağlantılı hiyerarşik ve SOM kümeleme yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak ilçelerin gelişmiş ve gelişmekte olan ilçeler olmak üzere iki kümede başarılı bir şekilde kümelendiği ortaya konulmuştur.

Hanafizadeh ve Mirzazadeh (2010), çalışmalarında İran’da faaliyet gösteren bir Telekom firmasının ADSL pazarını ÖDH yöntemini kullanılarak bölümlendirmişlerdir. Çalışmada, müşteriler; yerleşim yeri, yaş, eğitim, gelir ve kullanım amacı gibi değişkenleri kullanılarak, sadakat seviyelerine göre kümelere ayrılmış ve iki boyutlu haritalarda gösterilmiştir.

Taşkın ve Emel (2010), çalışmalarında Kohonen ağları ile perakendecilik sektöründe bir kümeleme uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Bir işletmenin 10.000 adet müşterisine ait veri tabanı kullanılmış ve Kohonen tekniği ile kümeleme gerçekleştirilmiştir.

Yao vd. (2010), çalışmalarında bütünleşik Kohonen - Ward yöntemini ve çıkarımsal analiz tekniklerini kullanarak 1,5 milyondan fazla müşterisi olan bir işletme için pazar bölümlendirmesi yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmada ilk olarak Kohonen-Ward yöntemi kullanılarak müşteriler; harcama miktarı, demografik ve davranışsal özelliklerine göre 7 bölüme ayrılmıştır. Daha sonra, destek vektör makineleri, yapay sinir ağı ve karar ağacı gibi çıkarımsal analiz tekniklerini birlikte kullanarak müşterileri harcama düzeylerine göre 2 bölüme ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, doğrusal olmayan ilişkileri tespit edebilme, eksik veri ve çarpık dağılımlar ile çalışabilme yeteneklerine sahip olması nedeniyle

Kohonen-Ward yönteminin oluşturulacak kümelere ait hazır bir ön bilgi olmaksızın keşfedici veri analizi için kullanışlı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Severin (2010), çalışmasında şirket iflaslarının önceden tespit edilebilmesi amacıyla kurumsal performans ve sermaye yapısı arasındaki ilişkiyi ÖDH yöntemiyle analiz etmeye çalışmıştır. Çalışmada, 1991-1993 yılları arasında faaliyetlerini sürdüren 205 firmaya ait, kaldıraç oranı, satışların artışındaki değişimler, hisse senedi getirisindeki değişimler ve faaliyet kârındaki değişimler gibi göstergeler dikkate alınarak, çok güçlü, güçlü, zayıf ve çok zayıf olacak şekilde puanlama yapılarak ölçekli veri seti oluşturulmuştur. Kurumsal performans ve sermaye yapısı arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin analizinde ÖDH algoritması kullanılmıştır. Çalışma sonucunda benzer şirketlerin 4 kümeye dağıldığı belirtilmiştir.

Jardin ve Severin (2011), çalışmalarında finansal başarısızlığın bir, iki ve üç yıl öncesinden tahmin edilmesinde ÖDH algoritmasını, diğer tahmin modelleri olan diskriminant analizi, lojistik regresyon ve yapay sinir ağlarından olan çok katmanlı algılayıcılar algoritması ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda finansal başarısızlığın bir yıl öncesinden tahmin edilmesinde dört modelin de aynı sonuçları elde ettiği görülmüştür. Ancak finansal başarısızlığın iki ve üç yıl öncesinden tahmin edilmesinde ÖDH algoritmasının diğer modellere göre daha yetenekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Özşahin ve Yüregir (2012), yapmış olduğu çalışmada, Türkiye’de otomotiv sektöründe ve İMKB’de faaliyet gösteren 6 işletmenin 1998-2008 yılları arasındaki; şirket bilgileri (kuruluş yılı, ihracat oranı, sermaye yapısı vb.), makro göstergeler (ekonomik büyüme, işsizlik oranı vb.) ve şirketlere ait finansal oranlar olmak üzere 3 farklı grupta sınıflandırılmış 52 tane değişkeni kullanarak, finansal performanslarını saptanmışlardır. Çalışmada verilerin analiz edilmesinde yapay sinir ağlarının önemli bir çalışma alanı olan; “Kendini Örgütleyen Haritalar (KÖH)” algoritması kullanılarak, işletmelerin finansal başarısında ve ihracat durumunun hangi faktörlerden etkilendiği iki boyutlu haritalar ile incelenmeye çalışılmıştır.

İnce vd. (2013), çalışmalarında tüketicilerin alışveriş motivasyon ve değerleri ile birlikte karar verme stillerine dayalı profilini çıkarmak için ÖDH tekniği ve k-ortalama tekniğini kullanmışlardır. Toplamda 1.459 adet müşteriyle anket uygulanmış ve tüketici

profilleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak, normal olmayan dağılımlı örneklerde ÖDH kümeleme tekniğinin k-ortalama kümeleme tekniğinden daha iyi sonuç verdiği istatistiksel olarak gösterilmiştir.

Özçalıcı (2017), çalışmasında, Türkiye ikinci el otomobil piyasasını bölümlendirmek amacıyla ÖDH yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, Temmuz 2016 tarihinde ilana çıkan 65931 adet ikinci el veya sıfır otomobile ilişkin 6 adet değişkenden oluşan veri seti bir araya getirilmiş ve araçlar yapay sinir ağları tabanlı ÖDH yöntemi ile kümelere ayrılmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan kümeler istatistiksel açıdan da incelenmiş ve kümelerin birbirlerinden farklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.



Tablo 2.2. ÖDH Literatür Taraması

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Serrano-Cinca (1996)	Finansal tanılama yapabilmek amacıyla bir karar destek sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır.	Karar destek sisteminin geliştirilmesinde de ÖDH yöntemi kullanılmıştır.	1975-1985 yılları arasında 65'i iflas etmiş toplamda 129 şirkete ait 5 finansal oran kullanılarak şirketlerin iflas riskini ve finansal karakteristiğini gösteren bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.
Cottrell vd. (1998)	Faiz oranlarının gelecekteki dağılımının tahmin edilmesi ve risk yönetim politikası seçilmesini sağlayan bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır.	Sınıflandırma yöntemi olarak ÖDH algoritması kullanılarak, 1987-1995 yılları arasında ABD tahvil piyasasında işlem gören vade süresi 1 - 15 yıl arasında olan 2.088 adet tahvili kullanarak faiz oranlarının değişimini göstermişlerdir.	Geliştirilen modelin tarihi veriler kullanılarak gelecekteki faiz oranlarının öngörülebilmesi için uygun bir model olduğu ortaya konulmuştur.
Eklund vd. (2001)	ÖDH algoritmasının finansal karşılaştırmada kullanılabilirliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.	Pulp and Paper International sıralamasına göre dünyada en fazla selüloz ve kâğıt net satışı yapan 150 şirketin 76'sına ait 1995-1999 yıllarına ait kârlılık, likidite, finansal yapı ve etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan 7 adet finansal oran kullanılmıştır.	Şirketler finansal durumlarının benzerliklerine göre 5 farklı küme içerisinde görselleştirilmiştir.
Koskivaara (2003)	Aylık finansal tabloların denetiminde ÖDH algoritmasının uygulanabilir olduğunun gösterilmesi amaçlanmıştır.	Finlandiya'da faaliyet gösteren bir şirketin geçmiş 10 yıla ait aylık finansal tabloları kullanılarak, denetim sürecinde denetçi için önemli ve nispi büyüklüğü olan 9 adet hesap seçilerek veri seti oluşturulmuştur.	ÖDH algoritmasının, veri setindeki düzensizlikleri ve anomalileri görselleştirerek analitik denetim sürecinde denetçilere yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır.
Zorin (2003)	İki farklı yapay sinir ağı modelini kullanarak hisse senedi fiyatını tahmin etmeyi amaçlamıştır.	Çalışmasında, geri yayılım ve ÖDH algoritmalarını kullanarak, 1 Aralık 2000 - 28 Aralık 2001 tarihleri arasında işlem gören bir şirkete ait günlük hisse senedi fiyatlarını kullanmıştır.	İki algoritmanın da hisse senedi fiyatlarının değişimi arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve fiyatların tahmin edilmesi konusunda kullanışlı olduğu ancak ÖDH algoritmasının yapılan bu çalışma için daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 2.3. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Bircan vd. (2006)	SOM tipinde yapay sinir ağları kullanılarak Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler kümelenmesi amaçlanmıştır.	Türkiye'nin 2002 yılında çeşitli ülkelere yaptığı USD cinsinden ihracat tutarları veri olarak kullanılarak, ülkelerin kümelenmesi için bir SOM sinir ağı modeli kurulmuştur.	Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler için ihracat modelinde 14 küme elde edilmiştir.
Marghescu (2007)	Çok boyutlu finansal verilerin görselleştirilmesinde kullanılan 9 adet tekniğin (çizgisel grafik, permütasyon matrisi, gözlem grafiği, serpilme diyagramı, paralel koordinatlar, ağaç haritası, temel bileşenler analizi, Sammon's haritası ve ÖDH algoritması) kullanıcılara sağladıkları görsel kavrama yeteneklerine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır.	1997-1998 yılları arasında selüloz ve kâğıt endüstrisinde dünya çapında faaliyet gösteren 80 şirkete ilişkin kârlılık, borç ödeme gücü, likidite ve performans ile ilgili 7 finansal oran kullanılmıştır.	Tekniklerin birçoğunun verilerin analizinde tek başına kullanılmasının, yeterli olmadığı ve bazı sınırlılıklara sahip olduğunun ortaya konulmasına karşın, ÖDH algoritmasının belirlenen bütün yetenekleri yerine getirebildiği gösterilmiştir.
Vatansever ve Büyüklü (2009)	Görsel veri madenciliği yöntemleri yardımıyla, insan algı sisteminin de devreye girmesiyle etkili bir şekilde, sapan değerlerin, potansiyel küme yapılarının, küme sayılarının keşfedilebileceği, uygun kümeleme algoritmalarının seçilebileceği ve küme sonuçlarının değerlendirilebileceğini ortaya koymayı amaçlamışlardır.	Türkiye'de 918 ilçeye ait 20 değişkenle yapılan çalışmada, veri madenciliği çerçevesinde kümeleme analizinde, görselliğin yeri ve önemi vurgulanmaya çalışılmıştır. Çalışmada k- ortalamalar, tek ve tam bağlantılı hiyerarşik ve SOM kümeleme yöntemleri kullanılmıştır.	İlçelerin gelişmiş ve gelişmekte olan ilçeler olmak üzere iki kümede başarılı bir şekilde kümelendiği ortaya konulmuştur.
Hanafizadeh ve Mirzazadeh (2010)	İran'da faaliyet gösteren bir Telekom firmasının ADSL pazarının bölümlendirilmesi amaçlanmıştır.	Müşteriler; yerleşim yeri, yaş, eğitim, gelir ve kullanım amacı gibi değişkenleri kullanılarak, ÖDH yöntemiyle bölümlendirmişlerdir.	Müşteriler, sadakat seviyelerine göre kümeler ayrılmış ve iki boyutlu haritalarda gösterilmiştir.

Tablo 2.4. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Taşkın ve Emel (2010)	Bir perakende işletmenin belirli bir dönem boyunca alışveriş yapmış müşterilerinin Kohonen tekniği ile kümelendiği amaçlanmıştır.	Bir işletmenin 10.000 adet müşterisine ait veri tabanı kullanılmış ve Kohonen tekniği ile kümeleme gerçekleştirilmiştir.	Yapılan kümeleme analizi ile işletmenin mevcut pazarının anlamlı ve etkin pazar bölümlerine ayrılabilmesi için önceden bilinmeyen kritik müşteri özellikleri ve önem dereceleri de ortaya çıkarılmıştır.
Yao vd. (2010)	Kohonen - Ward yöntemini ve çıkarımsal analiz tekniklerini kullanarak 1,5 milyondan fazla müşterisi olan bir işletme için pazar bölümlendirmesi yapmayı amaçlamışlardır.	Kohonen-Ward yöntemi kullanılarak müşteriler; harcama miktarı, demografik ve davranışsal özelliklerine göre 7 bölüme ayrılmıştır. Daha sonra, destek vektör makineleri, yapay sinir ağı ve karar ağacı gibi çıkarımsal analiz tekniklerini birlikte kullanarak müşterileri harcama düzeylerine göre 2 bölüme ayırmışlardır.	Doğrusal olmayan ilişkileri tespit edebilme, eksik veri ve çarpık dağılımlar ile çalışabilme yeteneklerine sahip olması nedeniyle Kohonen-Ward yönteminin oluşturulacak kümelere ait hazır bir ön bilgi olmaksızın keşfedici veri analizi için kullanışlı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.
Severin (2010)	Şirket iflaslarının önceden tespit edilebilmesi amacıyla kurumsal performans ve sermaye yapısı arasındaki ilişkinin ÖDH yöntemiyle analiz edilmesi amaçlanmıştır.	1991-1993 yılları arasında faaliyetlerini sürdüren 205 firmaya ait, kaldırma oranı, satışların artışındaki değişimler, hisse senedi getirisindeki değişimler ve faaliyet kârındaki değişimler gibi göstergeler dikkate alınarak, veri seti oluşturulmuştur.	Benzer özellikler gösteren şirketlerin 4 kümeye dağıldığı belirtilmiştir.
Jardin ve Severin (2011)	Finansal başarısızlığın tahmin edilmesinde ÖDH algoritmasını, diğer tahmin modelleri olan diskriminant analizi, lojistik regresyon ve yapay sinir ağlarından olan çok katmanlı algılayıcılar algoritması ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır.	ÖDH algoritması, diğer tahmin modelleri olan diskriminant analizi, lojistik regresyon ve yapay sinir ağlarından olan çok katmanlı algılayıcılar algoritması ile finansal başarısızlığın bir, iki ve üç yıl öncesinden tahmin edilmesi sağlanmıştır.	Finansal başarısızlığın bir yıl öncesinden tahmin edilmesinde dört modelin de aynı sonuçları elde ettiği görülmüştür. Ancak finansal başarısızlığın iki ve üç yıl öncesinden tahmin edilmesinde ÖDH algoritmasının diğer modellere göre daha yetenekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 2.5. ÖDH Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Özşahin ve Yüregir (2012)	İşletmelerin finansal başarısında ve ihracat durumunun hangi faktörlerden etkilendiği iki boyutlu haritalar ile incelenmesi amaçlanmıştır.	Kendini Örgütleyen Haritalar (KÖH) algoritması kullanılarak, Türkiye’de otomotiv sektöründe ve İMKB’de faaliyet gösteren 6 işletmenin 1998-2008 yılları arasındaki; şirket bilgileri (kuruluş yılı, ihracat oranı, sermaye yapısı vb.), makro göstergeler (ekonomik büyüme, işsizlik oranı vb.) ve şirketlere ait finansal oranlar olmak üzere 3 farklı grupta sınıflandırılmış 52 tane değişkeni kullanılmıştır.	Yabancı sermaye ortaklı firmaların ihracat oranları yüksek olmaktadır. Holding bağlılığı olmayan işletmelerin finansal başarısı düşük düzeyde olmaktadır. Yüksek çalışan sayısına sahip olan işletmeler yüksek düzeyde finansal başarı göstermektedirler.
İnce vd. (2013)	Tüketicilerin alışveriş motivasyon ve değerleri ile birlikte karar verme stillerine dayalı profilinin çıkartılması amaçlanmıştır.	ÖDH tekniği ve k-ortalama tekniğini kullanarak, toplamda 1.459 adet müşteriyle anket uygulanmış ve tüketici profilleri oluşturulmuştur.	Normal olmayan dağılımlı örneklemelerde ÖDH kümeleme tekniğinin k-ortalama kümeleme tekniğinden daha iyi sonuç verdiği istatistiksel olarak gösterilmiştir.
Özçalıcı (2017)	Türkiye ikinci el otomobil piyasasını ÖDH yöntemini kullanarak bölümlendirmeyi amaçlamıştır.	Temmuz 2016 tarihinde ilana çıkan 65931 adet ikinci el veya sıfır otomobile ilişkin 6 adet değişkenden oluşan veri seti bir araya getirilmiş ve araçlar yapay sinir ağları tabanlı ÖDH yöntemi ile kümelere ayrılmıştır.	Ortaya çıkan kümeler istatistiksel açıdan da incelenmiş ve kümelerin birbirlerinden farklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Hisse senetlerinin kümelere ayrılması, araştırmacıların ilgisini çeken konulardan bir tanesidir. Bu nedenle de hisse senetlerinin kümelendirilmesi ile ilgili çalışmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. İlgili literatür taraması sonuçlarına ilişkin bilgiler özet olarak Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Gavrilov vd. (2000), çalışmalarında S&P500 endeksinde 1998 yılında yer alan hisse senetlerini kümelemeye çalışmışlardır. Kümeleme yöntemi olarak birleştirici hiyerarşik kümeleme (hierarchical agglomerative clustering) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada her bir hisse senedinin yaklaşık 252 işlem günüdeki başlangıç fiyatını veri olarak almışlardır. Çalışmaları sonucunda normalleştirme işlemi ile birlikte daha anlamlı kümelerin ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.

Basalto vd. (2005), çalışmada kaotik harita senkronizasyonu (chaotic map synchronization) yöntemini kullanarak, Dow Jones Endeksinde yer alan 30 adet hisse senedini kümelere ayırmışlardır. Çalışmada söz konusu hisselerin 1998 – 2002 yılları arasındaki kapanış fiyatları kullanılarak günlük fiyat değişimlerinin logaritmik getirisinden hesaplanan korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Çalışmalarının sonucunda hisse senetlerini sermaye malları ve hammadde ile finans, hizmetler, sağlık, teknoloji, holdingler ve konjonktürel olmayan tüketim malları olmak üzere iki kümeye ayırmışlardır.

Tola vd. (2008), çalışmada beklenen ve gerçekleşen risk arasındaki oransal ilişkinin kümeleme analizi ile ortaya çıkarılmasının portföylerin güvenilirliklerini arttırabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmada filtrelenmiş korelasyon katsayısı matrisleri kullanarak portföy optimizasyonu gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu matrisler orijinal korelasyon katsayısı matrisine farklı filtreleme yöntemleri uygulanarak elde edilmiştir. Yöntem olarak ortalama bağlantı ve tek bağlantı kümeleme tekniklerine dayanan iki filtreleme yöntemi kullanmışlardır. Bu iki yeni yöntemle göre elde edilen optimal portföy çeşitli modeller ile karşılaştırılmıştır. Önerdikleri modelin ideal şartlarda ve daha gerçekçi koşullar altında geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Irmak ve Çetin (2009), çalışmalarında yatırımcıların portföy seçiminde portföy riskinin azaltılmasına yönelik menkul kıymet değerlendirmesinde kümeleme analizinin kullanılması etkin bir portföy seçimi için başlangıç noktası oluşturulabileceğinin gösterilmesini amaçlanmışlardır. Çalışmada, IMKB Ulusal-50 endeksinde yer alan seçilmiş hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatlarından elde edilen haftalık yüzdelik getiriler

kullanılarak korelasyonlara dayalı ve tam bağıntı yöntemini kullanan hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda getirileri açısından firmaların sektörel kümelenmeden daha farklı kümelendiği ve elde edilen kümelerin kendi içinde yüksek korelasyon gösterdikleri görülmüştür. Portföy riskinin azaltılmasında, menkul kıymetlerin bu tür bir çalışmayla elde edilecek farklı kümelerden seçilmesi önerilmiştir.

Xiu vd. (2009), çalışmada, Şangay borsasındaki hisse senetlerini fraktal teorisinden faydalanmak suretiyle kümelemeye çalışmışlardır. Çalışmada, 19 Aralık 2008 tarihinden önceki 500 günlük veri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, benzer özellik gösteren hisse senetlerinin aynı kümede yer aldığı ve bu bilginin yatırımcılar tarafından kayıplardan kaçınmak için kullanılabileceği sonucunu ortaya koymuşlardır.

Karabayır ve Doğanay (2010), çalışmalarında hiyerarşik kümeleme analizi kullanarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (IMKB-100) endeksinde işlem gören hisse senetlerinin risk-getiri kıstaslarına göre sınıflandırılması yapılmış, böylece bilgilendirilmiş bir yatırımcının kümeleme analizi yardımıyla nasıl daha rasyonel yatırımlar yapabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. IMKB-100 endeksinde işlem gören hisse senetleri 10 kümeye ayrılmış ve elde edilen bulgulara göre yatırımcının ilk zaman aralığında seçtiği hisse senetlerinden oluşan kümeyi, ikinci zaman aralığında portföyünde tuttuğunda kazanç sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Nanda vd. (2010), çalışmalarında, Bombay hisse senedi piyasasında (Bombay Stock Exchange – BSE) 2007-2008 yılları arasında işlem gören hisse senetlerini, k-ortalamalar, ÖDH ve bulanık c-ortalamalar yöntemlerini kullanarak kümelere ayırmışlardır. Kümelerin performanslarını, farklı uzaklık ölçülerine göre ölçmüşler ve karşılaştırmışlardır.

Silva ve Marques (2010), çalışmalarında yatırımcıların dengeli bir yatırım portföyü oluşturmaya destek olacak bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, ÖDH algoritmasının kümeleme özelliği kullanılarak, veri setindeki doğrusal olmayan ilişkilerin keşfedilmesi ve dinamik sistem modellemesi geliştirilmeye çalışılmıştır. Örneklem olarak 1998-2009 yılları arasından işlem gören 49 hisse senedi ve altın fiyatlarından elde edilen, 50 değişkenden oluşan 2.928 gözlem kullanılmıştır. Hisse senetleri, altının geçmiş fiyat hareketlerine benzerlikleri referans alınarak 10 farklı küme elde edilmiştir. Benzer tarihi davranışlar sergileyen hisse senetleri aynı kümelerde yer almıştır. Ayrıca altın ve hisse

senetleri fiyatları farklı kümelerde görselleştirilmiştir. ÖDH algoritmasının portföy seçiminde yatırımcılar için kullanışlı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Topak (2010), çalışmasında finans teorisinde yaygın olarak kabul gören Finansal Varlıkları Fiyatlandırma Modeli ve Arbitraj Fiyatlama Teorisi'nin mevcut kısıtlayıcı varsayımları ve uygulanabilirliklerine ilişkin zorluklar nedeniyle finansal varlıklara ilişkin risk primlerinin belirlenmesinde yardımcı olabilecek, firmalara ait toplam risk düzeylerinin ortaya konulmasını olanaklı kılan, alternatif bir yaklaşım önermiştir. Çalışmada, örnekleme yer alan ve İMKB'de hisse senedi işlem gören imalat sanayine ait 129 firmanın Ocak 2004 – Eylül 2009 tarihleri arasındaki 23 dönemine ilişkin finansal tablolarından hesaplanan belirli oranlar kullanılarak taşımış oldukları iş riski, finansal risk ve toplam risk düzeyleri İki Aşamalı Kümeleme Analizi yardımıyla belirlenmiştir. Çalışma sonucunda oluşan 5 kümeye göre, iş ve finansal riski yüksek olan şirketlerin toplam risklerinin de yüksek olacağı, iş ve finansal riski düşük olan şirketlerin toplam risklerinin de düşük olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam risk açısından imalat sektörü incelendiğinde en riskli sektörün tekstil sektörü en az riskli sektörün ise taş-toprak sektörü olduğu ortaya konulmuştur.

Özdemir (2011), yaptığı çalışmada İMKB-100 endeksinde yer alan hisse senetlerinin 15.05.2008 ile 26.06.2009 arasında günlük kapanış fiyatlarını kullanarak optimal portföyü oluşturmaya çalışmıştır. Bunun için önce genetik algoritma kullanarak optimal portföyde olması gereken hisse senetlerini seçmiş daha sonra Kuadratik programlama kullanarak genetik algoritmanın seçmiş olduğu hisse senetlerinin yatırım tutarlarını tespit etmiştir. Yani, genetik algoritma ile hisse senetleri seçilmiş, kuadratik programlama ile portföydeki ağırlıkları bulunmuştur. Küçük yatırımcıların iyi bir çeşitlendirme yapabilmesi için portföydeki hisse senedi sayısı 8 olarak tespit edilmiştir.

Canbaz ve Çevik (2011), çalışmalarında, 2003-2007 yılları arasında İMKB'de işlem gören kimya, metal, çimento, tekstil, teknoloji ve gıda sektörlerinde faaliyetlerini sürdüren 78 şirketin finansal tablolarını kullanarak, diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi ve öz düzenlemeli haritalar analizi ile şirketlerin varlık ve kaynak kompozisyonunun şirket kârı veya zararı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Finansal tablolardan elde edilen likidite, mali yapı, faaliyet ve kârlılık olmak üzere 18 finansal gösterge kullanılarak, diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi ve ÖDH sonuçlarına göre, analize dahil edilen şirketler sektörler bazında bir harita üzerinde finansal karakteristikleri esas alınarak “riskli” ya da “karlı” olarak ifade edilen bölgelere yerleştirilmiştir.

Liu vd. (2012), çalışmada CSI300 endeksinde yer alan hisse senetlerini kümelemişlerdir. Kümeleme yöntemi olarak, İzometrik Özellik Haritalama (ISOMAP – Isometric Feature Mapping) yöntemini kullanmışlardır. Veri seti olarak Eylül 2009-Kasım 2011 tarihleri arasındaki 300 adet hisse senedinin kapanış fiyatlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak, ISOMAP algoritmasının yüksek boyutlu verilerin boyutlarını azaltabildiğini ve veri setinin başarılı bir şekilde kümelendirildiğini ortaya koymuşlardır.

Kalfa ve Bekçioğlu (2013), çalışmada gıda, tekstil ve çimento sektörlerinde faaliyet gösteren ve İMKB 100’de işlem gören 42 şirketin finansal oranlar kullanılarak kümelendiğini amaçlamışlardır. Kümelemede kullanılan 10 finansal oran, şirketlerin yılsonu finansal tabloları aracılığıyla elde edilmiştir. Veri olarak, finansal oranların 2006-2011 yılları arasında aldıkları değerlerin ortalamaları kullanılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda birinci küme 5, ikinci küme 19, üçüncü küme ise 18 şirketten oluşmaktadır. Kümeleme analizi ile grupların oluşmasında istatistiksel olarak anlamlı olan oranlar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kümelerin oluşmasında şirketlerin ait oldukları sektörlerin etken bir faktör olduğu görülmüştür. Çalışmada, geleneksel portföy çeşitlendirmesinin öne sürdüğü farklı sektörlerle yatırım yapılması gerektiği olgusunun sağlandığı belirtilmiştir.

Aghabozorgi ve Teh (2014), çalışmada Kuala Lumpur borsasında işlem gören hisse senetlerine ilişkin verileri kullanarak, üç aşamalı yeni bir sınıflandırma yöntemi uygulamak suretiyle, fiyatları birlikte hareket eden hisse senetlerini belirlemişlerdir. İlk aşamada, şirketleri yaklaşık olarak kategorize etmek için düşük çözünürlüklü zaman serisi verileri ön kümeleme işlemi uygulanmıştır. İkinci aşamada, ön kümelendiği şirketler bazı alt kümelere ayrılarak saflaştırılmış ve özetlenmiştir. Son olarak, alt kümeler üçüncü aşamada birleştirilmiştir. Çalışmalarında önerdikleri yöntemin performansını istatistiksel uzaklık ölçü birimleri ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak kullandıkları yöntemin mevcut geleneksel kümeleme algoritmalarına kıyasla verimlilik ve etkinlik açısından iyi bir performansa sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Rea ve Rea (2014), çalışmada hisse senetlerinin korelasyon matrisini yeni bir kümeleme yaklaşımı olan Neighbour-Net yöntemi ile görselleştirmişlerdir. Yeni Zelanda Hisse Senedi Piyasasında işlem gören 48 adet hisse senedinin korelasyon matrisini hesaplamışlar ve bu matrisi Neighbour-Net yöntemi ile görselleştirmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca hiyerarşik kümeleme yöntemini de kullanmışlardır. Sonuç olarak önerdikleri

yöntemin hisse senetleri arasındaki korelasyonun daha iyi anlaşılmasını sağladığını ortaya koymuşlardır.

Arı vd. (2016), çalışmalarında, Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren 90 adet firmanın 2013 yılına ait finansal tablolarından elde edilen bilgileri kullanmak suretiyle performanslarını incelemiştir. Çalışmada iki aşamalı kümeleme yöntemini kullanmışlardır. Çalışma kapsamında uygulanan üç farklı analizden ilk uygulamada 12 faktör ve 90 birimden oluşan matris iki aşamalı kümeleme analizine alınmış, sonuçta küme kalitesi orta derecede olan iki adet küme elde edilmiştir. İkinci uygulamada veri seti varyans analizine tabi tutularak faktörlerden birimler için istatistiksel olarak anlamlı farklılık arz etmeyen 5 faktör elenmiş, iki aşamalı kümeleme uygulaması elde kalan 7 faktör üzerinden yapılmıştır. Küme kalitesi oldukça yüksek olan yine iki küme elde edilmiştir. Üçüncü uygulamada ise daha önceki uygulamalarda eleman sayısı çok yüksek olan küme ayırtırmak istenmiş, sonuçta 3 kümeli ancak kalitesi biraz daha düşük bir sonuç elde edilmiştir.

Özçalıcı (2016), çalışmasında BİST-50 endeksinde yer alan 50 adet hisse senedinin günlük standartlaştırılmış getiri ve risk değerlerini kullanarak hisse senetlerini kümelere ayırmıştır. Çalışmada hisse senetlerine ait 01.01.2014-30.06.2015 tarihleri arasındaki 708 seansa ilişkin kapanış fiyatları kullanılmıştır. Her bir hisse senedi risk ve getiri değerlerine göre iki farklı kümede toplanmıştır. Çalışmada, kümeleme işlemini gerçekleştirmek üzere yapay sinir ağlarının özel bir çeşidi olan ÖDH yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca benzerlik matrisi, dağılım grafiği, silhouette grafiği ve kümelerden seçilmiş senetlerin zaman serisi grafiği çizilmiştir. Sonuçlar, ÖDH yönteminin başarılı bir şekilde hisse senetlerini kümelendirdiğini ve görselleştirdiğini ortaya çıkarmaktadır.

Tekin (2018), çalışmada üç farklı kümeleme analizi yöntemi kullanılarak Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturulmasını amaçlamaktadır. Ayrıca çalışmada, hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturmada kümeleme analizi yöntemlerinin kullanılabilirliğini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu amaçlarla hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward yöntemi, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-Ortalamalar yöntemi ve iki adımlı kümeleme yöntemleri kullanılarak toplam 69 adet hisse senedi kümelendirilmiştir. Kümeleme analizinde kullanılan finansal göstergeler şirketlerin finansal tablolarından ve hisse senedi fiyat hareketlerinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda her üç yöntemle göre oluşan kümeler genel itibarıyla

benzer şekillenmiştir. Kümeler, finansal gösterge ortalamaları ve hisse senedi sayıları temel alınarak değerlendirilmiş ve tercih edilebilecek kümeler belirtilmiştir.

Şenol ve Polatlıgil (2020), çalışmada 19 ülke borsasının 3 Ocak 2000-29 Aralık 2017 dönemine ait günlük kapanış endekslerini kullanmıştır. Endeksler günlük getiri ve risk değerlerine dönüştürülerek kümeleme işlemi yapılmıştır. Çalışmada, kümeleme işlemi gerçekleştirmek üzere yapay sinir ağlarının özel bir çeşidi olan ÖDH kullanılmıştır. Sonuçlar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülke borsalarının birbirinden ayrıldığını, gelişmiş ülke borsaları arasındaki ilişkilerin daha yaygın olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, küresel kriz döneminde borsalarda birlikte hareket etme niteliğinin azaldığı, küresel kriz sonrasında ise borsalar arası ilişkilerin arttığı anlaşılmıştır.



Tablo 2.6. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Gavrilov vd. (2000)	S&P500 endeksinde 1998 yılında yer alan hisse senetlerini kümelemeyi amaçlamışlardır.	Kümeleme yöntemi olarak birleştirici hiyerarşik kümeleme yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada her bir hisse senedinin yaklaşık 252 işlem günündeki başlangıç fiyatını veri olarak almışlardır.	Normalleştirme işlemi ile birlikte daha anlamlı kümelerin ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.
Basalto vd. (2005)	Kaotik harita senkronizasyonu (chaotic map synchronization) yöntemini kullanarak, Dow Jones Endeksinde yer alan hisse senetlerini kümelere ayırmayı amaçlamışlardır.	1998 – 2002 yılları arasında Dow Jones Endeksinde yer alan 30 adet hisse senedinin kapanış fiyatları kullanılarak günlük fiyat değişimlerinin logaritmik getirisinden hesaplanan korelasyon katsayısı kullanılmıştır.	Hisse senetlerini sermaye malları ve hammadde ile finans, hizmetler, sağlık, teknoloji, holdingler ve konjonktürel olmayan tüketim malları olmak üzere iki kümeye ayırmışlardır.
Tola vd. (2008)	Beklenen ve gerçekleşen risk arasındaki oransal ilişkinin kümeleme analizi ile ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.	Yöntem olarak ortalama bağlantı ve tek bağlantı kümeleme tekniklerine dayanan iki filtreleme yöntemi kullanmışlardır.	Bu iki yeni yönteme göre elde edilen optimal portföy çeşitli modeller ile karşılaştırılmıştır. Önerdikleri modelin ideal şartlarda ve daha gerçekçi koşullar altında geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
Irmak ve Çetin (2009)	Yatırımcıların portföy seçiminde portföy riskinin azaltılmasına yönelik menkul kıymet değerlendirmesinde kümeleme analizinin kullanılması etkin bir portföy seçimi için başlangıç noktası oluşturulabileceğinin gösterilmesini amaçlamışlardır.	IMKB Ulusal-50 endeksinde yer alan seçilmiş hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatlarından elde edilen haftalık yüzdelik getiriler kullanılarak korelasyonlara dayalı ve tam bağıntı yöntemini kullanan hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmıştır.	Getirileri açısından firmaların sektörel kümelenmeden daha farklı kümelendiği ve elde edilen kümelerin kendi içinde yüksek korelasyon gösterdikleri görülmüştür. Portföy riskinin azaltılmasında, menkul kıymetlerin bu tür bir çalışmayla elde edilecek farklı kümelerden seçilmesi önerilmiştir.
Xiu vd. (2009)	Şangay borsasındaki hisse senetlerini fraktal teorisinden faydalanmak suretiyle kümelemeyi amaçlamışlardır.	19 Aralık 2008 tarihinden önceki 500 günlük veri analiz edilmiştir.	Benzer özellik gösteren hisse senetlerinin aynı kümede yer aldığı ve bu bilginin yatırımcılar tarafından kayıplardan kaçınmak için kullanılabileceği sonucunu ortaya koymuşlardır.

Tablo 2.7. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Karabayır ve Doğanay (2010)	Bir yatırımcının kümeleme analizi yardımıyla nasıl daha rasyonel yatırımlar yapabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.	Hiyerarşik kümeleme analizi kullanılarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB-100) endeksinde işlem gören hisse senetlerini risk-getiri kıstaslarına göre sınıflandırmışlardır.	İMKB-100 endeksinde işlem gören hisse senetleri 10 kümeye ayrılmış ve elde edilen bulgulara göre yatırımcının ilk zaman aralığında seçtiği hisse senetlerinden oluşan kümeyi, ikinci zaman aralığında portföyünde tuttuğunda kazanç sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.
Nanda vd. (2010)	Bombay hisse senedi piyasasında (Bombay Stock Exchange – BSE) işlem gören hisse senetlerini kümelere ayırmayı amaçlamışlardır.	2007-2008 yılları arasında işlem gören hisse senetlerini, k-ortalamlar, ÖDH ve bulanık c-ortalamlar yöntemlerini kullanarak kümelere ayırmışlardır.	Kümelerin performanslarını, farklı uzaklık ölçülerine göre ölçmüşler ve karşılaştırmışlardır.
Silva ve Marques (2010)	Yatırımcıların dengeli bir yatırım portföyü oluşturmaya destek olacak bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır.	1998-2009 yılları arasından işlem gören 49 hisse senedi ve altın fiyatlarından elde edilen, 50 değişkenden oluşan 2.928 gözlem kullanılmıştır. ÖDH algoritmasının kümeleme özelliği kullanılarak, veri setindeki doğrusal olmayan ilişkilerin keşfedilmesi ve dinamik sistem modellemesi geliştirilmeye çalışılmıştır.	Hisse senetleri, altının geçmiş fiyat hareketlerine benzerlikleri referans alınarak 10 farklı küme elde edilmiştir. Benzer tarihi davranışlar sergileyen hisse senetleri aynı kümelere yer almıştır. Ayrıca altın ve hisse senetleri fiyatları farklı kümelere görselleştirilmiştir. ÖDH algoritmasının portföy seçiminde yatırımcılar için kullanışlı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.
Topak (2010)	Finansal varlıklara ilişkin risk primlerinin belirlenmesinde yardımcı olabilecek, firmalara ait toplam risk düzeylerinin ortaya konulmasını olanaklı kılan, alternatif bir yaklaşım önermeyi amaçlamıştır.	İMKB’de hisse senedi işlem gören imalat sanayine ait 129 firmanın Ocak 2004 – Eylül 2009 tarihleri arasındaki 23 dönemine ilişkin finansal tablolarından hesaplanan belirli oranlar kullanılarak taşınmış oldukları iş riski, finansal risk ve toplam risk düzeyleri İki Aşamalı Kümeleme Analizi yardımıyla belirlenmiştir.	Oluşan 5 kümeye göre, iş ve finansal riski yüksek olan şirketlerin toplam risklerinin de yüksek olacağı, iş ve finansal riski düşük olan şirketlerin toplam risklerinin de düşük olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam risk açısından imalat sektörü incelendiğinde en riskli sektörün tekstil sektörü en az riskli sektörün ise taş-toprak sektörü olduğu ortaya konulmuştur.

Tablo 2.8. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Özdemir (2011)	İMKB-100 endeksinde yer alan hisse senetleri kullanılarak genetik algoritmalar yöntemiyle optimal portföyün oluşturulmasını amaçlamıştır.	Genetik algoritma kullanarak optimal portföyde olması gereken hisse senetlerini seçmiş daha sonra Kuadratik programlama kullanarak genetik algoritmanın seçmiş olduğu hisse senetlerinin yatırım tutarlarını tespit etmiştir.	Küçük yatırımcıların iyi bir çeşitlendirme yapabilmesi için portföydeki hisse senedi sayısı 8 olarak tespit edilmiştir.
Canbaz ve Çevik (2011)	İMKB’de işlem gören şirketlerin sektörel bazda ÖDH ile finansal risklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.	2003-2007 yılları arasında İMKB’de işlem gören kimya, metal, çimento, tekstil, teknoloji ve gıda sektörlerinde faaliyetlerini sürdüren 78 şirketin finansal tablolarını kullanarak, diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi ve öz düzenlemeli haritalar analizi ile şirketlerin varlık ve kaynak kompozisyonunun şirket kârı veya zararı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.	Diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi ve ÖDH sonuçlarına göre, analize dahil edilen şirketler sektörler bazında bir harita üzerinde finansal karakteristikleri esas alınarak “riskli” ya da “karlı” olarak ifade edilen bölgelere yerleştirilmiştir.
Liu vd. (2012)	CSI300 endeksinde yer alan hisse senetlerini kümelemeyi amaçlamışlardır.	Kümeleme yöntemi olarak, İzometrik Özellik Haritalama (ISOMAP – Isometric Feature Mapping) yöntemini kullanmışlardır. Veri seti olarak Eylül 2009-Kasım 2011 tarihleri arasındaki 300 adet hisse senedinin kapanış fiyatlarını kullanmışlardır.	ISOMAP algoritmasının yüksek boyutlu verilerin boyutlarını azaltabildiğini ve veri setinin başarılı bir şekilde kümelendirildiğini ortaya koymuşlardır.
Kalfa ve Bekçioğlu (2013)	Gıda, tekstil ve çimento sektörlerinde faaliyet gösteren ve İMKB 100’de işlem gören 42 şirketin finansal oranlar kullanılarak kümelenmesini amaçlamışlardır.	Kümelemede kullanılan 10 finansal oran, şirketlerin yılsonu finansal tabloları aracılığıyla elde edilmiştir. Veri olarak, finansal oranların 2006-2011 yılları arasında aldıkları değerlerin ortalamaları kullanılmıştır.	Kümelerin oluşmasında şirketlerin ait oldukları sektörlerin etken bir faktör olduğu görülmüştür. Çalışmada, geleneksel portföy çeşitlendirmesinin öne sürdüğü farklı sektörlerle yatırım yapılması gerektiği olgusunun sağlandığı belirtilmiştir.

Tablo 2.9. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)

Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Aghabozorgi ve Teh (2014)	Üç aşamalı yeni bir sınıflandırma yöntemi uygulamak suretiyle, fiyatları birlikte hareket eden hisse senetlerini belirlemeyi amaçlamışlardır.	Kuala Lumpur borsasında işlem gören hisse senetlerine ilişkin verileri kullanarak, şirketleri yaklaşık olarak kategorize etmek için düşük çözünürlüklü zaman serisi verileri ön kümeleme işlemi uygulanmıştır. Ön kümeleneş şirketler bazı alt kümelere ayrılarak saflaştırılmış ve özetlenmiştir. Son olarak, alt kümeler üçüncü aşamada birleştirilmiştir.	Kullandıkları yöntemin mevcut geleneksel kümeleme algoritmalarına kıyasla verimlilik ve etkinlik açısından iyi bir performansa sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.
Rea ve Rea (2014)	Hisse senetlerinin korelasyon matrisini yeni bir kümeleme yaklaşımı olan Neighbour-Net yöntemi ile görselleştirmeyi amaçlamışlardır.	Yeni Zelanda Hisse Senedi Piyasasında işlem gören 48 adet hisse senedinin korelasyon matrisini hesaplamışlar ve bu matrisi Neighbour-Net yöntemi ile görselleştirmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca hiyerarşik kümeleme yöntemini de kullanmışlardır.	Önerdikleri yöntemin hisse senetleri arasındaki korelasyonun daha iyi anlaşılmasını sağladığını ortaya koymuşlardır.
Arı vd. (2016)	Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören firmalara ait finansal tabloları üzerinden çalışma kapsamında belirlenmiş olan finansal oranlarının hibrid bir veri madenciliği yöntemi olan İki Aşamalı Kümeleme Analizi yöntemi ile performanslarının incelenmesi amaçlanmıştır.	Çalışmada iki aşamalı kümeleme yöntemini kullanmışlardır. 12 faktör ve 90 birimden oluşan matris iki aşamalı kümeleme analizine alınmıştır. İkinci uygulamada veri seti varyans analizine tabi tutularak faktörlerden birimler için istatistiksel olarak anlamlı farklılık arz etmeyen 5 faktör elenmiş, iki aşamalı kümeleme uygulaması elde kalan 7 faktör üzerinden yapılmıştır.	Küme kalitesi orta derecede olan iki adet küme elde edilmiştir. Üçüncü uygulamada ise daha önceki uygulamalarda eleman sayısı çok yüksek olan küme ayırtırmak istenmiş, sonuçta 3 kümeli ancak kalitesi biraz daha düşük bir sonuç elde edilmiştir.

Tablo 2.10. Hisse Senetlerinin Kümelenmesi Literatür Taraması (Devamı)

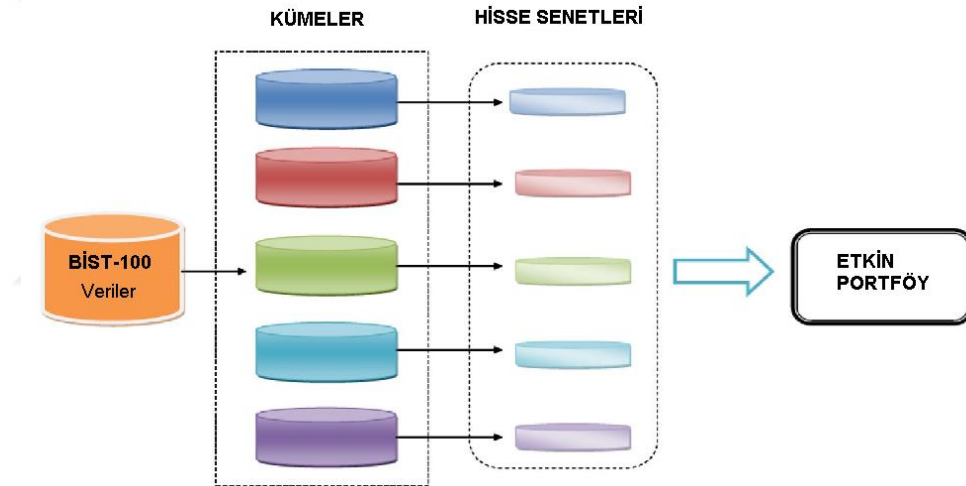
Yazarlar	Amaç	Yöntem	Sonuç
Özçalıcı (2016)	BİST-50 endeksinde yer alan 50 adet hisse senedinin günlük standartlaştırılmış getiri ve risk değerlerini kullanarak hisse senetlerini kümelere ayırmayı amaçlamıştır.	Çalışmada hisse senetlerine ait 01.01.2014-30.06.2015 tarihleri arasındaki 708 seansa ilişkin kapanış fiyatları kullanılmıştır. Her bir hisse senedi risk ve getiri değerlerine göre iki farklı kümede toplanmıştır. Çalışmada, kümeleme işlemini gerçekleştirmek üzere yapay sinir ağlarının özel bir çeşidi olan ÖDH yöntemi kullanılmıştır.	ÖDH yönteminin başarılı bir şekilde hisse senetlerini kümelendirdiğini ve görselleştirdiğini ortaya çıkarmaktadır.
Tekin (2018)	Üç farklı kümeleme analizi yöntemi kullanılarak Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturulmasını amaçlamaktadır. Ayrıca çalışmada, hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturmada kümeleme analizi yöntemlerinin kullanılabilirliğini ortaya koymayı amaçlamıştır.	Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward yöntemi, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-Ortalamalar yöntemi ve iki adımlı kümeleme yöntemleri kullanılarak toplam 69 adet hisse senedi kümelmiştir. Kümeleme analizinde kullanılan finansal göstergeler şirketlerin finansal tablolarından ve hisse senedi fiyat hareketlerinden elde edilmiştir.	Her üç yönteme göre oluşan kümeler genel itibarıyla benzer şekillenmiştir. Kümeler, finansal gösterge ortalamaları ve hisse senedi sayıları temel alınarak değerlendirilmiş ve tercih edilebilecek kümeler belirtilmiştir.
Şenol ve Polatlıgil (2020)	Dünya borsaları arası ilişkilerin ÖDH ile ortaya konulması amaçlanmıştır.	19 ülke borsasının 3 Ocak 2000-29 Aralık 2017 dönemine ait günlük kapanış endekslerini kullanmıştır. Endeksler günlük getiri ve risk değerlerine dönüştürülerek kümeleme işlemi yapılmıştır. Çalışmada, kümeleme işlemini gerçekleştirmek üzere ÖDH kullanılmıştır.	Sonuçlar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülke borsalarının birbirinden ayrıldığını, gelişmiş ülke borsaları arasındaki ilişkilerin daha yaygın olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, küresel kriz döneminde borsalarda birlikte hareket etme niteliğinin azaldığı, küresel kriz sonrasında ise borsalar arası ilişkilerin arttığı anlaşılmıştır.

Literatür incelemesinde tespit edildiği üzere, çeşitli çalışmalardaki kümeleme analizlerinde, ÖDH yönteminin başarılı sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmektedir. Tekin (2018) çalışmasında, BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerinin kümelenmesinde fiyat/kazanç, piyasa değeri/defter değeri, risk, ortalama getiri, temettü verimi, hisse başına kar, özsermaye karlılığı gibi göstergeleri kullanmıştır. Özçalıcı (2016) çalışmasında BİST-50 endeksinde yer alan 50 adet hisse senedinin günlük standartlaştırılmış getiri ve risk değerlerini kullanarak hisse senetlerini ÖDH yöntemini kullanarak kümelere ayırmıştır. Nanda vd. (2010), çalışmalarında, hisse senetlerinin fiyat bilgisi ve fiyat/kazanç oranı, piyasa değeri/defter değeri gibi göstergelerini kullanarak Bombay hisse senedi piyasasını k-ortalamar, ÖDH ve bulanık c-ortalamar yöntemlerini kullanarak kümelere ayırmışlardır. Bu tez çalışmasında ise, BİST-100 endeksinde yer alan hisse senetleri, getiri ve risk bilgisi dışında kalan diğer göstergeler kullanılarak, ÖDH yöntemi ile birbirine benzeyen ve benzemeyen hisse senetleri ortaya çıkartılarak, belirli karakteristik özellikleri yansıtan kriterlere göre kümelendirilmiştir. Elde edilen küme bilgisi, yatırımcıların yüksek getiri sağlayan hisse senetlerini belirleyip, benzer özellik sergileyen diğer hisse senetlerini portföy seçimi yaparken göz önünde bulundurmalarına olanak sağlamıştır.

3. BÖLÜM

3. UYGULAMA

Hisse senetlerinin benzerlik veya farklılıklarına ilişkin bilgilerin ortaya çıkartılması, etkin portföylerin oluşturulmasında yol gösterici bir rol oynayacaktır. Bu bilgi sayesinde yatırımcıların yüksek getiri sağlayan hisse senetlerini belirleyip, benzer özellik sergileyen diğer hisse senetlerini portföy seçimi yaparken göz önünde bulundurmalarına olanak sağlayacaktır. Kümeleme analizi ile birlikte birbirlerine benzer özelliklere sahip olan hisse senetleri bir araya toplanacak ve kümeler arası farklılıklar tespit edilecek, böylelikle portföye hisse senedi seçimi için yoğun çaba harcamak yerine kümelerden en iyi performans gösteren hisse senetleri veya en etkin kümeler, etkin portföy oluşturmak için seçilebilecektir. Bu durum Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Etkin Portföyün Oluşturulması (Nanda; 2010; 8795)

Çalışmada, ÖDH yöntemi aracılığıyla, BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerine ait belirli finansal göstergeleri girdi olarak kullanılarak, birbirine benzeyen ve benzemeyen hisse senetlerinin ortaya çıkartılması ve etkin bir kümelendirme yapılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma ile ÖDH yönteminin, portföy yönetim sürecinin etkinliğini artırmak amacıyla kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

3.1. Yöntem

Çalışmada, yöntem olarak yapay sinir ağlarının bir türü olan, danışmansız öğrenme yöntemi algoritmasına sahip, karmaşık ve çok boyutlu girdi verilerinin indirgenerek görselleştirilmesinde ve kümeleme analizlerinde yaygın olarak kullanılan ÖDH yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, yorumlanması basit iki boyutlu bileşen (değişken) düzlemleri ve U-Matris çıktısı üreterek, hisse senetlerinin göstergeleri arasındaki ilişkileri belirlemekte ve birbirine benzer özellik gösteren hisse senetlerinin aynı küme içerisinde kümelenmesini sağlamaktadır.

3.1.1. Araştırma Modeli

Yapılan çalışmanın araştırma modelini oluşturan adımlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Çalışmada kullanılacak BİST-100 Endeksinde işlem gören hisse senetlerinin belirlenmesi,
2. Çalışmada değişken olarak kullanılacak finansal göstergelerin belirlenmesi,
3. Çalışmanın örneklemini oluşturan şirketlerin finansal göstergelerinin Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Hisse Başına Kar, Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık)) 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 yılları için elde edilmesi,
4. Çalışmanın örneklemini oluşturan şirketlerin hisse senedi piyasasına ait bilgilerin (günlük açılış ve kapanış fiyatı, en yüksek ve en düşük fiyatlar, işlem hacmi vb.) 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 yılları için elde edilmesi,
5. Şirketlerin finansal göstergelerinin ve hisse senedi piyasasına ait bilgilerinin analiz edilebilmesi amacıyla her yıl için ayrı ayrı düzenlenmesi,
6. Her satır örneklem elemanını ve her sütun değişkeni temsil etmek üzere tüm verilerin listelenmesi,
7. Her satır örneklem elemanını ve her sütun değişkeni temsil etmek üzere her yıla ait verilerin Viscovery SOMine 7.2 yazılımında 100x55 boyutunda oluşturulan matrise aktarılması,

8. Viscovey SOMine 7.2 yazılımı kullanılarak veri setinin SOM algoritması için biçimlendirilmesi ve her değişkene ait gözlem değerlerinin dönüştürülerek analiz için hazır hale getirilmesi,
9. Analiz işleminin başlatılarak Viscovey SOMine 7.2 yazılımındaki adımların uygulanması,
10. Analiz sonucunda U-Matris ve bileşen düzlemleri oluşturularak, BİST-100 Endeksi hisse senetlerinin kümelenmesi ve haritaların görselleştirilmesi,
11. Analiz sonuçlarının çıktı olarak raporlanması, elde edilen kümeler kullanılarak hisse senetleri ile finansal göstergeler arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve yorumlanması,
12. BİST-100 Endeksinde etkin portföy oluşturulması için önerilen yöntemlerin sonuçlarının ölçülmesidir.

3.1.2. Evren ve Örneklem

Bu tez çalışmasında BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerini kümelendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla 2014-2018 yılları arasında hisse senetleri BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketler bu çalışmanın evrenini oluşturmaktadır. Hisse senetleri BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketler, sürekli değişmektedir. Bu nedenle, Nisan 2019 dönemi itibarıyla BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketler örneklem olarak dikkate alınmıştır. Bu şirketlerin 2014-2018 yılları arasındaki 5 yıllık dönemdeki verileri çalışmada kullanılmıştır.

BİST-100 Endeksi: Borsa İstanbul Pay Piyasası için temel endeks olarak kullanılmaktadır. Yıldız Pazar'da işlem gören şirketler arasından seçilen 100 paydan oluşmakta olup BIST 30 ve BIST 50 endekslerine dahil payları da kapsamaktadır (Borsa İstanbul, 2020: 5).

Yıldız Pazar: İki gruptan oluşmaktadır. Şirketlerin Borsaya kotasyonunda halka arz edilen payların piyasa değeri 150 milyon TL'nin üzerinde olanlardan 1 milyar TL'yi geçenler Yıldız Pazar Grup 1'e, 1 milyar TL'yi geçemeyenler Yıldız Pazar Grup 2'ye alınmaktadır.

Araştırma kapsamında Nisan 2019 dönemi itibariyle BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketlerin, analiz sürecinde kullanılan kodu Tablo 3.1.'de gösterilmiştir. Şirketlerin unvan bilgileri ve sektör bilgileri Ek-1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Veri Setinde Değişkenleri Kullanılan BİST 100 Endeksi Hisse Senetleri

SIRA	KOD	SIRA	KOD	SIRA	KOD	SIRA	KOD	SIRA	KOD
1	AFYON	21	DOHOL	41	GSDHO	61	KOZAA	81	TKFEN
2	AKBNK	22	DGKLB	42	GUBRF	62	MAVI	82	TOASO
3	AKSA	23	DOAS	43	SAHOL	63	METRO	83	TRKCM
4	AKSEN	24	ECZYT	44	HEKTS	64	MGROS	84	TCELL
5	ALGYO	25	EGEEN	45	HURGZ	65	MPARK	85	TMSN
6	ALARK	26	ECILC	46	ICBCT	66	NTHOL	86	TUPRS
7	ALBRK	27	EKGYO	47	IEYHO	67	NETAS	87	THYAO
8	ANACM	28	ENJSA	48	IHLGM	68	ODAS	88	TTKOM
9	AEFES	29	ENKAI	49	IHLAS	69	OTKAR	89	TTRAK
10	ANELE	30	EREGL	50	IPEKE	70	OZKGY	90	GARAN
11	ARCLK	31	FENER	51	ISDMR	71	PRKME	91	HALKB
12	ASELS	32	FLAP	52	ISFIN	72	PGSUS	92	ISCTR
13	BERA	33	FROTO	53	ISGYO	73	PETKM	93	TSKB
14	BJKAS	34	GSRAY	54	ITTFH	74	POLHO	94	SISE
15	BIMAS	35	GENTS	55	KRDMD	75	SASA	95	VAKBN
16	BRSAN	36	GEREL	56	KARSN	76	SODA	96	ULKER
17	CCOLA	37	GLYHO	57	KARTN	77	SKBNK	97	VESTL
18	CEMAS	38	GOODY	58	KCHOL	78	SOKM	98	YKBNK
19	CEMTS	39	GOLTS	59	KORDS	79	TATGD	99	YATAS
20	DEVA	40	GOZDE	60	KOZAL	80	TAVHL	100	ZOREN

3.2. Materyal

Bu bölümde özdüzenleyici haritaların oluşturulması için, Borsa İstanbul BİST-100 Endeksinde işlem gören hisse senetlerinden 01.01.2014 ile 31.12.2018 tarihleri arasında (5 yıllık sürede) sürekli işlem görmüş hisse senetlerinin değişkenlerinin tanımlanması ve veri setinin düzenlenmesi yapılmıştır.

3.2.1. Değişkenlerin Tanımlanması

Hisse senetlerine yatırım yapan yatırımcıların yatırım kararı verirken ilgili hisse senedi ile ilgili temel analiz ve teknik analiz yöntemleriyle değerlendirmelerde bulunduğu bilinmektedir. Bu amaçla, temel analiz kapsamında firma analizine ilişkin, Hisse Başına Kar, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) gibi karlılık oranlarına ilişkin göstergelerin değişken

olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Teknik analiz kapsamında geçmişte oluşana fiyat ve işlem bilgisine ilişkin Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı gibi göstergelerin değişken olarak dikkate alınmasına karar verilmiştir. Bu göstergelerin, yatırım yapılacak hisse senedi ve şirkete ilişkin bilgileri içerdiği düşünülmektedir. Bu göstergeler dışında, faaliyet oranları (stok devir hızı, aktif devir hızı vb.), likidite oranları (cari oran, likidite oranı vb.), finansal yapı oranları gibi göstergelerde bulunmaktadır. BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetleri, farklı sektörlere ait olmasından dolayı farklı bilanço yapısına sahiptir. Bu nedenle, bazı göstergeler bazı hisse senetleri için hesaplanamamaktadır. Bu nedenle, tüm hisse senetleri için elde edilebilecek şekilde bu göstergelerin değişken olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), işletmenin her 1 TL'lik hisse başına net karına karşılık yatırımcıların o hisse senedine kaç TL ödemeye razı olduklarını gösteren bir orandır. Hisse senedinin piyasa fiyatının, hisse başına dağıtılan kara bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır. Genel olarak, yüksek bir oran değeri hisse senedi fiyatının fazla yükselmiş olduğunun göstergesi olarak kabul edilir (Demir, 2001: 118) Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranı, hisse senetlerinin piyasa değerinin defter değerine bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır. Defter değeri, dolaşımda bulunan hisse senetlerinin nominal değerlerini ifade etmektedir. Pratik olarak, işletmenin öz sermaye tutarının, hisse senedi sayısına bölünmesi yoluyla hesaplanmaktadır (Demir, 2001: 119). Genel olarak, yüksek bir oran değeri hisse senedi fiyatının fazla yükselmiş olduğunun göstergesi olarak kabul edilir. Hisse Başına Kar (HBK), bilanço dönem karının ödenmiş sermayeye göre belirlenmiş hisse senedi sayısına bölünmesi yoluyla hesaplanmaktadır.

Aktif Karlılığı, net karın aktif toplamına bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır. Oran, işletmenin varlıklarını ne ölçüde verimli kullandığı ölçmeye yaramaktadır. İşletme ortaklarının işletmeye sağladıkları sermayeye karşılık ne oranda getiri elde ettiklerini ölçmektedir.

Yıllık Ortalama İşlem Hacmi, hisse senedinin yıl içerisindeki günlük işlem hacmi miktarlarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. Hisse senedinin, En Yüksek Fiyat ve En Düşük Fiyat bilgileri ise yıl içerisinde hisse senedi fiyatının ulaştığı en yüksek fiyat düzeyi ve en düşük fiyat düzeyini ifade etmektedir. Hisse senedinin bir yıllık zaman dilimi içerisinde gün sonu kapanış fiyatları bir önceki günün kapanış fiyatıyla karşılaştırılarak,

hisse senedinin fiyat değişim yönü ortaya konulmaktadır. Hisse senedi fiyatının bir önceki güne göre artış gösterdiği gün sayısı Artış Gün Sayısını, azalış gösterdiği gün sayısı Azalış Gün Sayısını, değişmediği gün sayısı toplamı ise Sabit Gün Sayısını ifade eder.

2014 – 2018 yılları arası için, Borsa İstanbul – BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketlerin, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Hisse Başına Kar, Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) gibi 11 farklı değişken kullanılmasına karar verilmiştir. Her bir değişkenin 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Elde edilen 55 adet değişkenin hepsine özel bir kod verilmiştir. Örneğin, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) değişkeninin 2018 yılındaki değerini ifade etmesi için “FK_2018” kodu, 2017 yılındaki değerini ifade etmesi için “FK_2017” kodu kullanılmıştır. Benzer şekilde, diğer değişkenlerde de bu kodlama prensibi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 3.2.’de belirtilmiştir.

Tablo 3.2. Veri Setindeki Değişkenler ve Kodları

SIRA	KOD	DEĞİŞKEN	ÖLÇEK	SIRA	KOD	DEĞİŞKEN	ÖLÇEK
1	FK_2018	Fiyat/Kazanç Oranı (F/K)	Nicel	31	AR_2018	Artış Gün Sayısı	Nicel
2	FK_2017		Nicel	32	AR_2017		Nicel
3	FK_2016		Nicel	33	AR_2016		Nicel
4	FK_2015		Nicel	34	AR_2015		Nicel
5	FK_2014		Nicel	35	AR_2014		Nicel
6	PD_2018	Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD)	Nicel	36	AZ_2018	Azalış Gün Sayısı	Nicel
7	PD_2017		Nicel	37	AZ_2017		Nicel
8	PD_2016		Nicel	38	AZ_2016		Nicel
9	PD_2015		Nicel	39	AZ_2015		Nicel
10	PD_2014		Nicel	40	AZ_2014		Nicel
11	HB_2018	Hisse Başına Kar	Nicel	41	SA_2018	Sabit Gün Sayısı	Nicel
12	HB_2017		Nicel	42	SA_2017		Nicel
13	HB_2016		Nicel	43	SA_2016		Nicel
14	HB_2015		Nicel	44	SA_2015		Nicel
15	HB_2014		Nicel	45	SA_2014		Nicel
16	OH_2018	Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot)	Nicel	46	AK_2018	Aktif Karlılığı (%) (Yıllık)	Nicel
17	OH_2017		Nicel	47	AK_2017		Nicel
18	OH_2016		Nicel	48	AK_2016		Nicel
19	OH_2015		Nicel	49	AK_2015		Nicel
20	OH_2014		Nicel	50	AK_2014		Nicel
21	MX_2018	En Yüksek Fiyat	Nicel	51	OK_2018	Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık)	Nicel
22	MX_2017		Nicel	52	OK_2017		Nicel
23	MX_2016		Nicel	53	OK_2016		Nicel
24	MX_2015		Nicel	54	OK_2015		Nicel
25	MX_2014		Nicel	55	OK_2014		Nicel
26	MN_2018	En Düşük Fiyat	Nicel				
27	MN_2017		Nicel				
28	MN_2016		Nicel				
29	MN_2015		Nicel				
30	MN_2014		Nicel				

3.2.2. Veri Setinin Tanımlanması

BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketlerin mali tablolarına ilişkin bilgiler, Kamuyu Aydınlatma Platformu (KAP) resmi internet sitesinden elde edilmiştir. Diğer yandan şirketlerin pay senetlerine ilişkin yıllık piyasa verilerinin bir kısmı (günlük açılış ve kapanış fiyatı, en yüksek ve en düşük fiyatlar, işlem hacmi) Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>) internet sitesinden RStudio (Version 1.2.5001) yazılımı kullanılarak piyasa ve pay bilgilerine ilişkin geçmiş verilerden elde edilmiştir. Diğer kısmı ise FINNET (Financial Information News Network - <https://www.finnet.com.tr>) internet sitesinden web tabanlı bir ürün olan, Stockkeys Pro (<https://www.stockkeys.com>) ürününe abone olunarak satın alınmıştır. Çalışmada; 11 tane ana değişken kullanılmıştır. Her bir değişkenin 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir.

Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Hisse Başına Kar, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) değişkenlerine ilişkin veriler www.finnet.com.tr internet sitesinden Stockkeys Pro ürününe (<https://www.stockkeys.com>) abone olunarak satın alınmıştır. Veriler her bir şirket için Microsoft Office Excel 2019 dosya biçimi şeklinde ayrı ayrı elde edilmiştir. Daha sonra Tablo 3.3.'te belirtilen biçimde ilgili veri tablosuna aktarılmıştır.

Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı değişkenine ilişkin veriler, Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>) internet sitesinden Microsoft Office Excel 2019 dosya biçimi şeklinde her bir şirket için ayrı ayrı elde edilmiştir. Daha sonra Microsoft Office 2019 Excel uygulamasında bazı hesaplama formülleri, veri filtreleme adımları ve uyarlanmış makrolar kullanılarak yıllık ortalama hacim elde edilmiştir. Daha sonra Tablo 3.3.'te belirtilen biçimde ilgili veri tablosuna aktarılmıştır.

Borsa İstanbul – BİST-100 Endeksinde işlem gören şirketlerin, bu değişkenlerinin oluşturduğu tablonun satırlarında şirket bilgileri (100 satır), sütun kısmında ise değişkenler (55 sütun) yer almaktadır. Veri tablosu Tablo 3.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Veri Tablosu Örnek Gösterimi

	Sütun No	1	2	3	4	5		55
Satır No	KOD	FK_2018	FK_2017	FK_2016	FK_2015	FK_2014	.....	OK_2014
1	AFYON	109,87	14,40	82,38	43,16	38,16	.....	27,67
2	AKBNK	5,59	6,52	6,49	8,95	10,96	.....	13,60
3	AKSA	6,61	8,06	13,50	9,70	8,44	.....	15,07
4	AKSEN	56,16	7,09	0	0	45,35	.....	3,94
5	ALGYO	1,74	3,55	2,94	2,22	2,64	.....	18,46
6	ALARK	0	6,70	8,56	0	29,07	.....	2,93
7	ALBRK	9,81	5,88	4,92	3,92	6,20	.....	15,37
8	ANACM	5,12	10,88	2,57	14,28	8,72	.....	7,59
9	AEFES	120,58	95,90	0	0	0	.....	-5,96
								
								
100	ZOREN	72,94	90,06	0	0	0	.....	-34,65

3.2.3. Veri Setinin Düzenlenmesi

Veri tablosu satırlarında hisse senedi isimleri (100 satır), sütun kısmında ise değişkenler (55 sütun) yer alacak biçimde Tablo 3.3.'te gösterildiği gibi 5.500 gözlem den oluşacak bir matris şeklinde düzenlenmiştir.

$$Veri\ Seti = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1d} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & \cdots & x_{nd} \end{bmatrix}$$

Kümeleme analizi, bilinen en iyi tanımlayıcı bir veri madenciliği yöntemidir. Kümeleme analizinin amacı, n adet birim (satır) ve d adet değişkenden (sütundan) oluşan bir veri seti matrisindeki gözlemleri, grup içinde homojen ve grupların birbirleriyle heterojen özellik gösterdiği gruplara ayırmaktır.

Homojen grupların oluşturulması faktör analizi ile karıştırılabilmektedir. Buradaki ayırım noktası olarak faktör analizinde d kadar istatistik değişkeni k kadar yeni değişkene dönüştürülürken ($k < d$), kümeleme analizinde n kadar gözlem g kadar alt gruba ayrılır ($g < n$). Faktör analizinde değişkenler kümelenirken, kümeleme analizinde birimler (çalışmamızda hisse senetleri) kümelendirilir. Veri seti matrisindeki değişkenler nicel ölçekli değişkenlerden oluşmaktadır. Bazen veri matrisindeki bazı birimlere ait özelliklerin veri değerleri eksik olabilmektedir.

Veri tablosunda 5.500 adet gözlemden 420 tanesinin eksik olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, FENER hisse senedinin 2014-2018 yıllarında kar elde etmediği, bu nedenle Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ve Hisse Başına Kar değişkenlerinin (FK_2018, FK_2017, FK_2016, FK_2015, FK_2014, HB_2018, HB_2017, HB_2016, HB_2015, HB_2014) değerleri hesaplanamamıştır.

Veri tablosunda eksik gözlem olan satırlar (hisse senetleri) kontrol edilmiştir. 55 adet değişken olduğu için her bir şirket için 55 adet gözlem olması gerekmektedir. Hisse senetlerine ait eksik gözlem sayıları Tablo 3.4.'te belirtilmiştir.

Tablo 3.4. Veri Setinde Eksik Gözlem Olan Hisse Senetlerinin Belirlenmesi

SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI	SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI	SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI
1	AFYON	0	36	OZKGY	0	71	ALARK	4
2	AKBNK	0	37	PETKM	0	72	GUBRF	4
3	AKSA	0	38	POLHO	0	73	KRDMD	4
4	ALBRK	0	39	SAHOL	0	74	METRO	4
5	ALGYO	0	40	SASA	0	75	TMSN	4
6	ANACM	0	41	SISE	0	76	TTKOM	4
7	ANELE	0	42	SKBNK	0	77	AEFES	6
8	ARCLK	0	43	SODA	0	78	IEYHO	6
9	ASELS	0	44	TATGD	0	79	IHLAS	6
10	BIMAS	0	45	TAVHL	0	80	MGROS	6
11	BR SAN	0	46	TCELL	0	81	ODAS	6
12	CEMTS	0	47	TKFEN	0	82	ZOREN	6
13	DEVA	0	48	TRKCM	0	83	BERA	7
14	DOAS	0	49	TSKB	0	84	DGKLB	8
15	ECZYT	0	50	TTRAK	0	85	DOHOL	8
16	EKGYO	0	51	TUPRS	0	86	HURGZ	8
17	ENKAI	0	52	ULKER	0	87	KARSN	8
18	EREGL	0	53	VAKBN	0	88	CEMAS	10
19	FLAP	0	54	VESTL	0	89	GLYHO	10
20	FROTO	0	55	YATAS	0	90	ICBCT	11
21	GARAN	0	56	YKBNK	0	91	IHLGM	12
22	GENTS	0	57	EGEEN	1	92	BJKAS	13
23	GEREL	0	58	KOZAL	1	93	FENER	17
24	GOLTS	0	59	TOASO	1	94	GSRAY	17
25	GOODY	0	60	COLLA	2	95	MAVI	24
26	GSDHO	0	61	ECILC	2	96	GOZDE	25
27	HALKB	0	62	IPEKE	2	97	ISDMR	34
28	HEKTS	0	63	ITTFH	2	98	MPARK	37
29	ISCTR	0	64	KOZAA	2	99	ENJSA	39
30	ISFIN	0	65	NETAS	2	100	SOKM	44
31	ISGYO	0	66	NTHOL	2			
32	KARTN	0	67	PRKME	2			
33	KCHOL	0	68	THYAO	2			
34	KORDS	0	69	PGSUS	3			
35	OTKAR	0	70	AKSEN	4			

Bu incelemelerden sonra olması gereken 55 adet gözlem üzerinden eksik sayısı fazla olan hisse senetlerinin veri tablosundan çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle, SOKM (44 eksik gözlem), ENJSA (39 eksik gözlem), MPARK (37 eksik gözlem), ISDMR (34 eksik gözlem), GOZDE (25 eksik gözlem), MAVI (24 eksik gözlem) olmak üzere 6 adet hisse senedi veri tablosundan çıkartılmıştır.

Benzer durum, veri tablosunda eksik gözlem olan sütunlarda (değişkenler) da kontrol edilmiştir. 100 tane hisse senedi olduğu için her bir değişken için 100 adet gözlem olması gerekmektedir. Ancak 6 adet hisse senedi veri tablosundan çıkartıldığı için 94 gözlem olması gerekmektedir. Değişkenlere ait eksik gözlem sayıları Tablo 3.5.'te belirtilmiştir.

Tablo 3.5. Veri Setinde Eksik Gözlem Olan Değişkenlerin Belirlenmesi

SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI	SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI	SIRA	KOD	EKSİK GÖZLEM SAYISI
1	AK_2017	-	21	AZ_2015	-	41	OK_2018	3
2	MX_2018	-	22	AZ_2014	-	42	OK_2017	3
3	MN_2018	-	23	SA_2015	-	43	OK_2016	3
4	AK_2016	-	24	SA_2014	-	44	OK_2015	3
5	AK_2015	-	25	PD_2015	-	45	OK_2014	3
6	AK_2014	-	26	PD_2014	-	46	HB_2017	9
7	PD_2017	-	27	SA_2018	1	47	FK_2017	9
8	MX_2017	-	28	OH_2017	1	48	FK_2014	14
9	MN_2017	-	29	AR_2017	1	49	HB_2014	15
10	PD_2016	-	30	AZ_2017	1	50	FK_2018	18
11	OH_2015	-	31	SA_2017	1	51	HB_2018	18
12	OH_2014	-	32	OH_2016	1	52	HB_2015	23
13	MX_2016	-	33	AR_2016	1	53	FK_2015	23
14	MX_2015	-	34	AZ_2016	1	54	HB_2016	24
15	MX_2014	-	35	SA_2016	2	55	FK_2016	24
16	MN_2016	-	36	PD_2018	3			
17	MN_2015	-	37	AK_2018	3			
18	MN_2014	-	38	OH_2018	3			
19	AR_2015	-	39	AR_2018	3			
20	AR_2014	-	40	AZ_2018	3			

Bu incelemelerden sonra olması gereken 94 adet hisse senedi üzerinden eksik gözlem sayısı fazla olan değişkenlerin sayı olarak az olması ve ÖDH algoritmasının eksik örüntüyü tamamlayabilme yeteneğinden dolayı veri tablosundan değişken çıkartılması gereği duyulmamıştır.

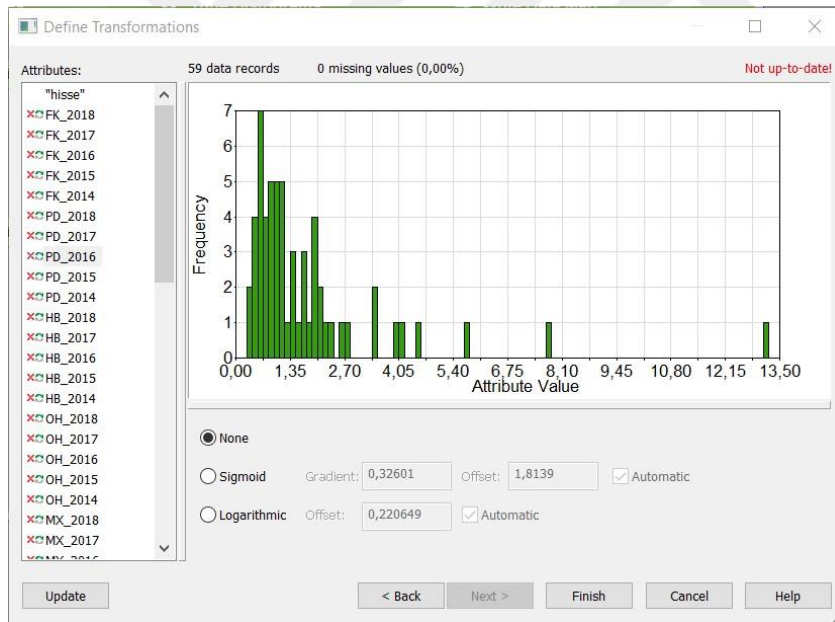
Bu düzenlemeden sonra veri tablosu satırlarında hisse senedi bilgileri (94 satır), sütun kısmında ise değişkenler (55 sütun) yer alacak şekilde Tablo 3.3.'te gösterildiği gibi 4.953

gözlemden oluşacak bir matris şeklinde Microsoft Office Excel 2019 dosyası biçiminde düzenlenmiştir.

3.2.4. Veri Setinin Normalleştirilmesi

Veri seti düzenlendikten sonra sayısal ölçekle ölçeklendirilmiş değişkenler için normalleştirme (standartlaştırma) işlemi uygulanmalıdır. Normalleştirme işlemi analiz sonuçlarının doğru olabilmesi için gereklidir.

Veri setini normalleştirmek için kullanılabilecek çeşitli yöntemlerden daha önce bölüm 2.3.5.'te bahsedilmiştir. Ancak veri setini normalleştirmek için ayrıca bir çalışma yapılmamıştır. Çünkü, veri setinin normalleştirilmesi için çalışmada kullanılan yazılımın (Viscovery SOMine 7.2) modülü kullanılmıştır. Viscovery SOMine 7.2 yazılımı verileri bu modül sayesinde otomatik olarak normalleştirebilmektedir. Yazılımın veri dönüştürme arayüzü Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Veri Düzenleme Modülü

Belirli bir değişkenin frekans dağılımı bazı uygunsuz gözlemlere sahip olabilmektedir. Örneğin, değerler dağılımının belirli bir aralığında yığılmış olabilir. Bu durumda, değişkeni dönüştürmek gerekli olabilir. Bir dönüşüm uygulanarak, değişkenin dağılımı düzenlenebilir. Yazılımda muhtemel dönüşüm seçenekleri, *None*, *Sigmoid* ve *Logarithmic* olarak sunulmuştur (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 58).

Veri setindeki her bir değişken, istenirse olduğu gibi bırakılabilir. Bunun için *None* seçeneği kullanılmalıdır.

Veri dönüşümü, bir değişkenin dahili gösterimini belirtilen işlevle yeniden tanımlamaktadır. Bu, gözlemler arasındaki mesafeleri değiştirecek ve bu nedenle, veri seti içindeki gerçek komşuluk ilişkilerini etkileyecektir. Yazılımda veri dönüşümü, uzaklık mesafelerini hesaplamak için yapılmaktadır. Bununla birlikte, kümeleme sonuçlarının istatistiksel raporlarını da içeren sonraki tüm adımlarda dönüştürülmemiş orijinal verileri kullanmaktadır. Yazılım kullanım kolaylığı açısından veri dönüşümü için *Gradient* ve *Offset* seçeneklerini varsayılan parametreler olarak sağlamaktadır.

Belirli bir değişkenin gözlemlerinin histogramın sol ucunda yoğunlaşması durumunda, eğitim sürecine yaklaşık olarak eşit bir yoğunluk dağılımıyla başlamak tercih edilebilir. Bu tür verilere *Logarithmic* bir dönüşüm uygulamak, logaritmik fonksiyonun histogramdaki küçük değerlere daha yüksek bir "çözünürlük" vermesi nedeniyle dağılım eşitlenir. Dolayısıyla, değişkenin daha küçük değerleri verilerin kümelenmesi üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir.

Aşırı uç değerler içeren bir dağılımda daha dengeli bir dağılım elde etmek için *Sigmoid* işlevi uygulanabilir. Bu dönüşüm dağılımın merkezini uzatır ve en yüksek ve en düşük değerleri sıkıştırır. Varsayılan, *Gradient* ve *Offset* seçenekleri kullanılarak, *Sigmoid* dönüşümü aykırı değerlerin eğitim süreci üzerindeki etkisi azaltılır.

Gradient, verilerin x ekseninde ne kadar "sıkıştırıldığını" belirtir. Sadece *Sigmoid* dönüşümleri için belirtilebilir. *Gradient* değeri 0'dan büyük olmalıdır.

Offset değeri isteğe göre belirlenebilir. *Offset*, *Logarithmic* dönüşümler için öz niteliğin minimum değerinden az olmalıdır. *Automatic* seçeneğini seçerek, *Gradient* ve *Offset* için aşağıdaki değerler kullanılır.

Sigmoid dönüşümleri için *Gradient* $2/s$ 'dir ve varsayılan *Offset* ortalama x 'tir. *Logarithmic* dönüşümler için, *Offset* değişkenin minimum değerinden $x_{\min}$ 'den biraz daha küçüktür ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 58):

$$x_{\min} - \frac{\Delta}{10s/\Delta} \quad (3.1)$$

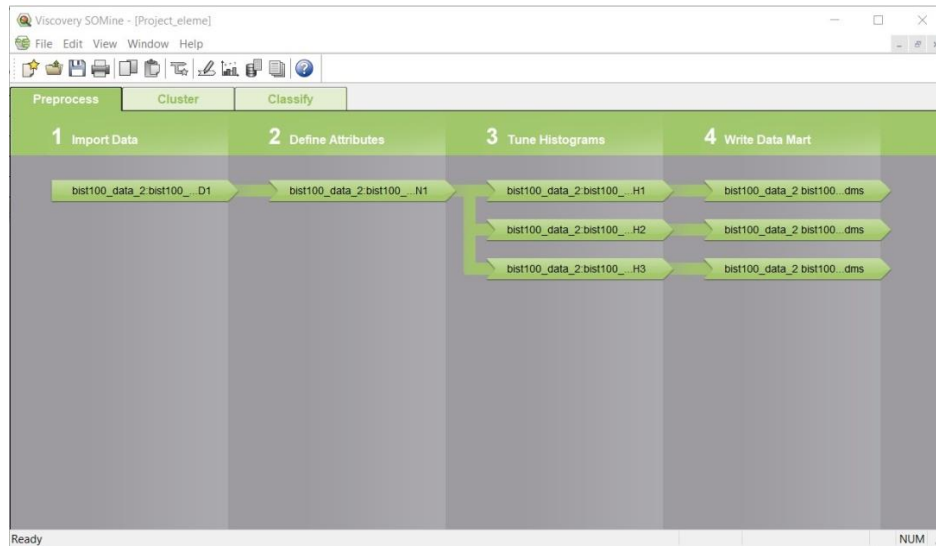
Burada, $\Delta = x - x_{\min}$ ve s , x değişkeninin standart sapmasıdır.

3.3. Analiz

Özdüzenleyici haritaların oluşturulmasında Viscovery Software GmbH firması tarafından üretilen Viscovery SOMine 7.2 yazılımının Visual Clusters, Explore and Classify, Enterprice Data modüllerini içeren sürümünden yararlanılmıştır. Yazılım ilgili firmadan altı ay süre için ücretsiz temin edilmiştir. Yazılıma ilişkin lisans bilgileri ve analizler için kullanılan kişisel bilgisayarın donanımına ilişkin bilgiler Ek-2’de sunulmuştur.

Viscovery SOMine 7.2 yazılımı, verilerin yazılıma girilmesinden, verilerin düzenlenmesi, değişkenlerin tanımlanması, haritaların oluşturulması, kümelerin gözlenmesi ve istatistiksel verilerin elde edilmesi işlemlerini sağlayacak şekilde bir proses (süreç) olarak tasarlanmıştır. Aşağıda bu yazılımdan bazı süreçlere ilişkin görüntülere yer verilmiştir.

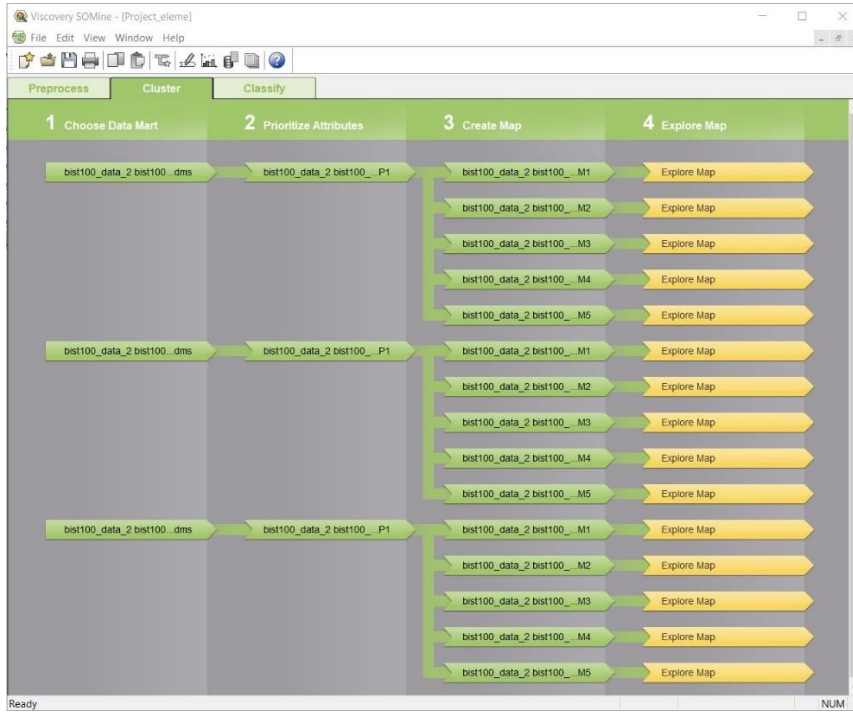
Şekil 3.3’te görülebileceği gibi ilk aşama olan *Preprocess* adımı, ilk olarak veri setinin yazılıma girişi yapılmakta daha sonra verilerin düzenlenmesi, değişkenlerin tanımlanması yapılabilmektedir. Ayrıca gözlemlerin frekans dağılımları incelenerek, veriye ilişkin gözlemin silinmesi, dönüştürülmesi veya başka bir değer ile değiştirilmesi sağlanabilmektedir. Yapılan düzenlemeler, bir ayar dosyasına kaydedilmektedir. Ayrıca, Şekil 3.3.’te görülebildiği gibi her adım için alternatif düzenlemeler yapılarak çok çeşitli kümeleme alternatifleri üzerinde çalışılabilmektedir.



Şekil 3.3. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Önışlem Aşaması

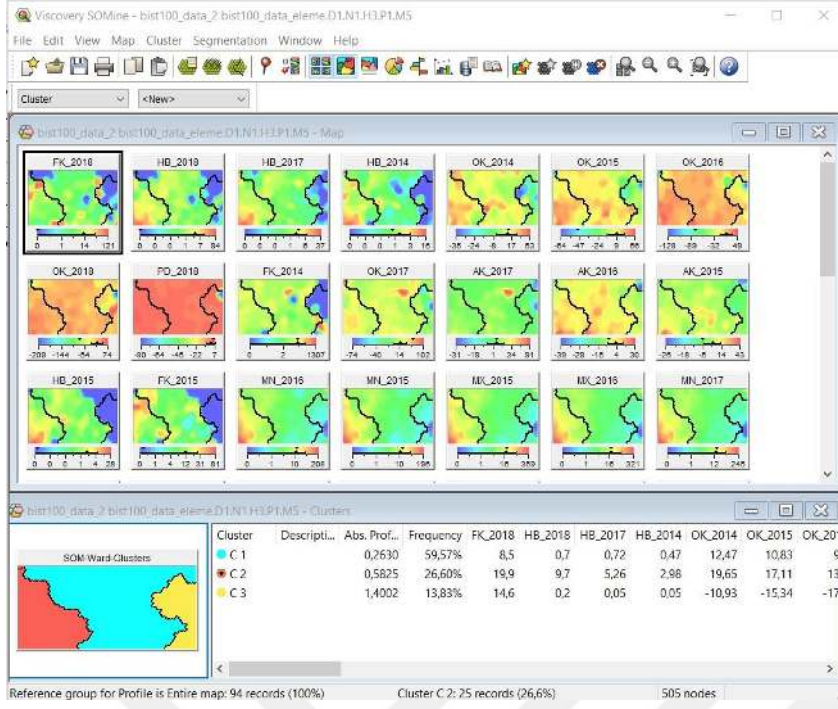
İkinci adım olan *Cluster* aşamasında bir önceki adımdan transfer edilen ayar dosyasından devam edilerek haritaların oluşturulması için değişkenler ile ilgili parametreler

ayarlanmakta ve haritalar oluşturulmaktadır. Bu adımın görseli Şekil 3.4.’te gösterilmiştir. Bu adımda bazı değişkenler için öncelik ayarlaması yapılabilir. Bu ayar, *Priority* ekranında yapılmaktadır. Tüm değişkenler için bu ayar, standart bir biçimde 1 olarak seçili gelmektedir. Ancak araştırmacı örneğin bu katsayıyı, önemli değişkenler için 1.2, çok önemli değişkenler için 1.5 ve daha az öneme sahip değişkenler için 0.7 olarak düzenleyebilir (Viscovery SOMine User’s Manuel, 2018: 75). Harita oluşturma adımında çıktı katmanındaki düğüm sayısı, eğitim algoritmasına ilişkin parametreler ve kümeleme yöntemi tercihleri belirlenebilmektedir.



Şekil 3.4. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Kümeleme Aşaması

Şekil 3.5.’te görülebileceği gibi kümelerin oluşturulmasından sonra yazılım arayüzünde, harita ve kümeler pencereleri açılmaktadır. Bu adımda, haritalar ve kümeler gözlemlenebilmekte, harita ve kümeler ile ilgili istatistiksel veriler raporlanabilmektedir.



Şekil 3.5. Viscovery SOMine 7.2 Yazılımı Kümeleme Sonuçlarının Raporlanması

3.3.1. Veri Setinin Yazılıma Girilmesi ve Düzenlenmesi

Analiz aşamasından önceki aşamada düzenlenen, 94 adet hisse senedi (satur) ve 55 adet değışkenden (sütun) oluşan veri tablosunun, Microsoft Office Excel 2019 yazılımındaki görüntüsü Şekil 3.6.'da verilmiştir. Her bir satur hisse senedi kodu her bir sütun ise 11 farklı ana değışkene ait 5 yıllık değeri göstermektedir.

bist100_data_yeni - Excel																
	A	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
1	"hisse"	OH_2017	OH_2016	OH_2015	OH_2014	MX_201	MX_201	MX_201	MX_201	MX_201	MN_20	MN_20	MN_20	MN_20	MN_20	
2	"AFYON"	5973212	7181239	6032196	3371397	8,30	9,94	9,16	31,00	6,30	4,45	6,80	4,76	4,01	1,65	
3	"AKBNK"	25669453	29107131	19642105	17422412	9,60	9,19	7,67	8,18	7,80	4,58	6,32	5,53	5,29	4,79	
4	"AKSA"	441459	349956	260332	157750	17,84	14,56	10,82	12,10	8,50	7,20	9,06	7,00	7,36	6,50	
5	"AKSEN"	2534920	2974895	1955951	1389642	5,20	4,20	3,03	3,50	3,19	2,52	2,81	2,00	2,29	2,10	
6	"ALGYO"	223697	311980	99483	78567	58,05	52,80	43,86	30,35	22,65	37,62	37,16	23,34	19,35	17,85	
7	"ALARK"	5716233	4086014	1362459	1825380	3,88	4,04	2,35	2,35	2,74	1,91	2,20	1,54	1,52	1,95	
8	"ALBRK"	5780274	1630068	799547	768618	1,74	1,85	1,72	1,85	1,82	1,06	1,10	1,10	1,29	1,31	
9	"ANACM"	2646959	3256360	2104400	1355323	3,79	2,66	1,64	1,39	1,21	2,46	1,57	0,91	0,91	0,86	
10	"AEFFES"	405661,3478	299296,116	173403,8142	184021,2072	28,74	24,8	22,62	26,05	29,4	17,65	17,86	14,41	18	20,65	
11	"ANELE"	3136226	2036331	1378145	897900	4,10	3,88	1,80	1,47	1,56	1,52	1,29	1,00	0,83	0,92	
12	"ARCLK"	1814773	1396855	969939	1030068	22,02	27,46	22,52	16,90	15,60	11,39	19,14	13,57	13,05	10,70	
13	"ASELS"	8516811	1363396	919431	873705	34,96	47,26	13,10	8,70	6,10	19,03	12,05	8,25	5,53	3,81	
14	"BERA"	1819532	726664	347073	404533	1,15	1,17	1,08	1,32	1,88	1,15	0,76	0,74	0,90	1,08	
15	"BIKAS"	8548534	22869454	3099394	5590340	4,45	6,17	6,62	2,63	2,86	1,57	3,75	2,13	1,68	1,76	
16	"BIMAS"	661840	904842	499276	465598	90,05	82,85	63,50	62,15	53,95	62,55	48,00	46,62	42,75	37,10	

Şekil 3.6. Veri Tablosunun Microsoft Office Excel 2019 Yazılımında Düzenlenmesi

Microsoft Office Excel 2019 programında oluşturulan veri tablosu, yazılımında mevcut olan “veri al” özelliği kullanılarak, Viscosity SOMine 7.2 yazılıma aktarılmıştır. Şekil 3.7.’de yazılıma aktarılmış veri seti görülmektedir.

The screenshot displays the Viscosity SOMine 7.2 software interface. At the top, there is a menu bar with options like 'File', 'Edit', 'View', 'Tools', 'Window', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main area is a large table with columns labeled 'ab_hisse', '73 FK_2018', '73 FK_2017', '73 FK_2016', '73 FK_2015', '73 FK_2014', '73 HB_2018', '73 HB_2017', '73 HB_2016', '73 HB_2015', '73 HB_2014', '73 OH_2018', '73 OH_2017', and '73 O'. The table contains numerous rows of numerical data. At the bottom of the interface, there is a status bar with the text 'Type: Value' and 'First Line: 7'. There are also buttons for 'Geri', 'İleri', 'İstat', and 'Yardım'.

Şekil 3.7. Veri Tablosunun Yazılıma Girilmesi

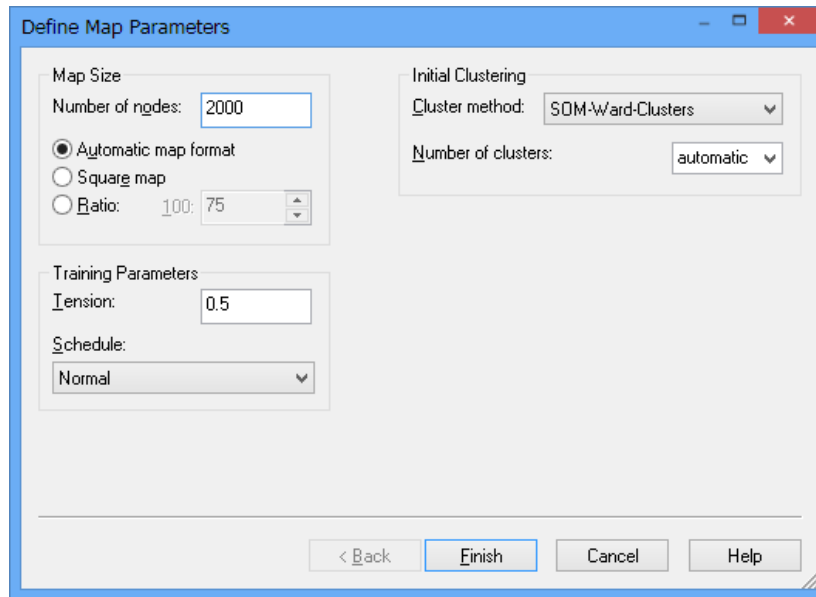
Viscosity SOMine 7.2 yazılımında eksik veriler ile ilgili şu düzenlemeler yapılmıştır:

- Eksik verilerin tamamlanması: Veri tablosu satırlarında şirket bilgileri (94 satır), sütun kısmında ise değişkenler (55 sütun) yer alacak şekilde Tablo 3.3.’te gösterildiği gibi 4.953 gözlemde oluşacak bir matris şeklinde düzenlenmiştir. Ancak, bazı hisse senetlerinde bazı değişkenler gözlemlenmemiştir. Eksik gözlemin olduğu hisse senetleri Tablo 3.4.’te gösterilmiştir. Yazılımda, eksik verilerin düzenlenebilmesi için, *Missing Values* seçeneği bulunmaktadır. Bu seçenek yardımıyla, değişkenlerdeki eksik veriler, bireysel olarak ya da topluca, yeni bir değer ile değiştirilebilmektedir. Örneğin, eksik veriler seçenek olarak, olduğu gibi bırakılabilir, değişken setindeki en düşük gözlem, en yüksek gözlem veya değişkenin ortalama değeri ile doldurulabilir, ya da başka bir değer girilebilir. Çalışmada bu değişken başka değer = 0, olarak düzenlenerek, veri setindeki 217 eksik gözlem, 0 olarak düzenlenmiştir.

- ii. Veri setinin normalleştirilmesi: Değişkenlerin frekans dağılımı incelenerek, verilere dönüştürme işlemi uygulanmıştır. Yazılımda muhtemel dönüşüm seçenekleri, *None*, *Sigmoid* ve *Logarithmic* olarak sunulmuştur (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 58). Veri setinin normalleştirilmesi için *Logarithmic* seçeneğini kullanmak, logaritmik fonksiyonun histogramdaki küçük değerlere daha yüksek bir "çözünürlük" vermesi nedeniyle dağılım daha dengeli hale getirmektedir. Çalışmada tüm değişkenler için *Logarithmic* dönüştürme uygulanmıştır.
- iii. Değişkenlerin öncelik sırasının belirlenmesi: Çalışmada belirlenen 55 adet değişkenin öncelik sırası tümü için standart değer olarak belirlenen 1 değeri kullanılmıştır. Yani, tüm değişkenlere kümeleme algoritmasında eşit şans tanınmıştır.

3.3.2. Özdüzenleyici Haritaların Oluşturulması

Haritaların oluşturulabilmesi için *Cluster* aşamasında *Create Map* adımı haritalar ile ilgili parametrelerin tanımlanması yapılmalıdır. Şekil 3.8.'de görüldüğü gibi yazılımda değişkenler ile ilgili parametreler ayarlanmakta ve haritalar oluşturulmaktadır. Çalışmada Viscovery SOMine 7.2 yazılımı üzerinde parametreler değiştirilerek çok sayıda alternatif kümeleme sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar arasından en uygun sonucu verdiği düşünülen kümeleme sonucu tesadüfi olarak seçilmiştir.



Şekil 3.8. Harita Parametrelerinin Tanımlanması

Haritada kaç adet nöron (düğüm) kullanılacağına araştırmacı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Daha fazla nöron belirlenmesi daha detaylı haritaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ancak eğitim süresi buna bağlı olarak uzamaktadır. Elde edilen haritadaki nöronlar altıgen bir ızgarada düzenlendiğinden ve bir format (harita oranı) dikkate alındığından, gerçek haritadaki nöronların sayısı belirtilenden biraz farklı olabilir (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 75).

Çalışmada, 94 adet hisse senedi üzerinden kümeleme yapıldığı için, nöron sayısı bu sayının 10 katı olacak biçimde yaklaşık olarak 936 olarak seçilmiştir. Harita formatı *Automatic* olarak seçilmiştir. Yazılım bu girdilere bağlı olarak, 39 x 23 boyutunda bir harita üretmiştir.

Nöronların birbirleriyle eğitim aşamasında ne kadar rekabetçi davranacakları haritanın gerginlik parametresi ile belirlenir. Bu değer ne kadar küçükse harita veri setine daha iyi adapte olarak, kendisini uyumlaştırmaya çalışır (yani, verilerdeki farklılıklar daha iyi temsil edilir). Bu değer 0.3 ile 2 arasında değişmektedir. Çalışmada çeşitli değerler kullanılarak çok sayıda alternatif kümeler elde edilmiştir. Nihai olarak, bu değer 1.5 olarak belirlenmiştir (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 75).

Haritalama için bir eğitim süreci belirtilmelidir. Eğitim süreci için önceden tanımlanmış üç parametre seçeneği bulunmaktadır. *Fast*, *Normal*, *Accurate*. Hızlı bir eğitim süreci için *Fast* seçilmelidir. Standart bir eğitim süreci için *Normal* seçeneği seçilebilir. Daha yüksek doğruluk için *Accurate* tercih edilmektedir. Bu ayar, *Normal* ayardan daha fazla yineleme adımı gerektiren ve bu nedenle daha uzun bir eğitim süreci gerektiren bir yöntemdir (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 75). Çalışmada eğitim süreci, *Normal* olarak seçilmiştir.

Kümeleme işleminin yapılabilmesi için kümeleme yöntemi seçilmelidir. *SOM-Ward-Clusters*, *Ward-Clusters*, veya *SOM-Single-Linkage Clusters* seçeneklerinden birisi seçilebilir. Çalışmada kümeleme yöntemi *SOM-Ward Clusters* olarak seçilmiştir.

SOM-Ward Clusters yöntemi, her bir düğümü (gözlemi) ayrı bir küme olarak tanımlayarak kümeleme işlemine başlar. Böylelikle gözlem sayısı kadar küme oluşur. Daha sonra algoritmanın her adımında, SOM-Ward mesafe ölçüsüne göre minimum mesafeye sahip iki küme birleştirilir. Yani, bu özel uzaklık ölçümünde komşu olmayan kümelerin mesafesinin her zaman daha yüksek olduğunu tanımlayarak, komşu iki kümenin topolojik

olarak harita üzerindeki konumunu dikkate alarak komşu kümelerin birleştirilmesini sağlamaktadır (Viscovery SOMine User's Manuel, 2018: 165).

3.3.3. Kümelenendirme ve Kümelerin Görüntülenmesi

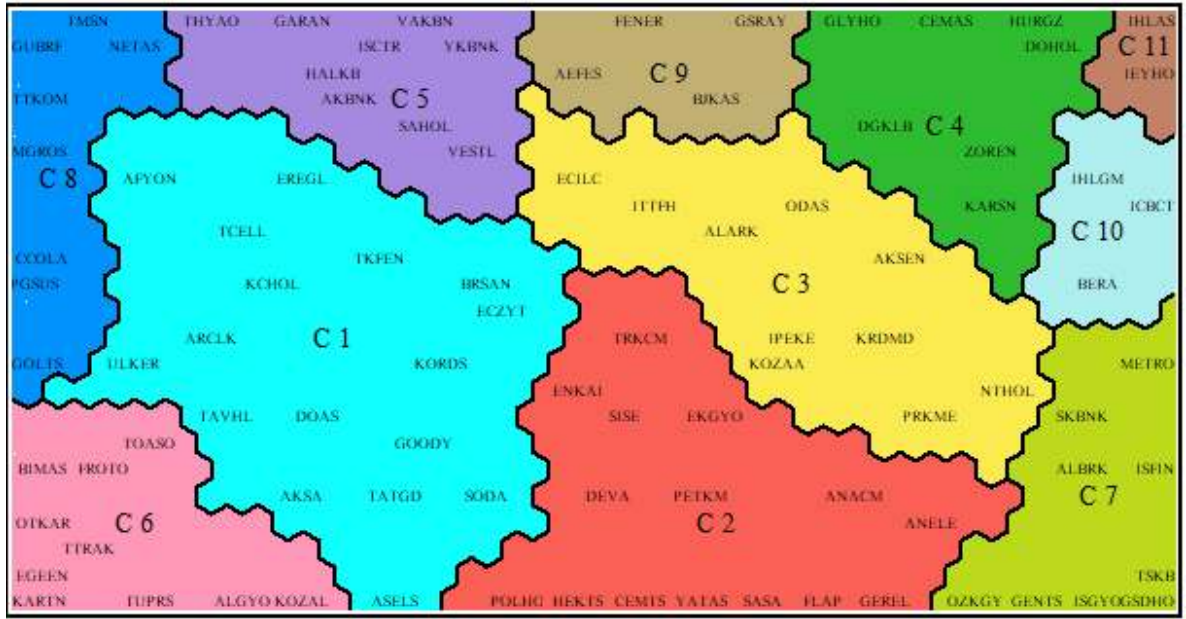
Özdüzenleyici haritalar yöntemi ham haliyle kümeler hakkında detaylı bilgi vermemektedir. Kümeleri daha belirgin bir hale getirmek için bazı ek işlemlerin uygulanması gerekir. Viscovery SOMine 7.2 yazılımında ise kümeleme algoritması ile özdüzenleyici haritalar bir arada kullanılmakta ve ortaya çıkan haritaların yorumlanması daha kolay olmaktadır.

Kümeler oluşturulduktan sonra yazılım ara yüzünde, harita ve kümeler pencereleri açılmaktadır. Bu adımda, haritalar ve kümeler gözlemlenebilmekte, harita ve kümeler ile ilgili istatistiksel veriler raporlanabilmektedir.

Veri setinde var olan kümelerin ortaya çıkarılması için 55 adet değişkenin tamamı dikkate alınarak, 936 düğüm (nöron) sayısı olacak şekilde SOM-Ward kümeleme yöntemine göre yapılan kümelendirme işlemini sonucunda 11 adet küme ortaya çıkmıştır.

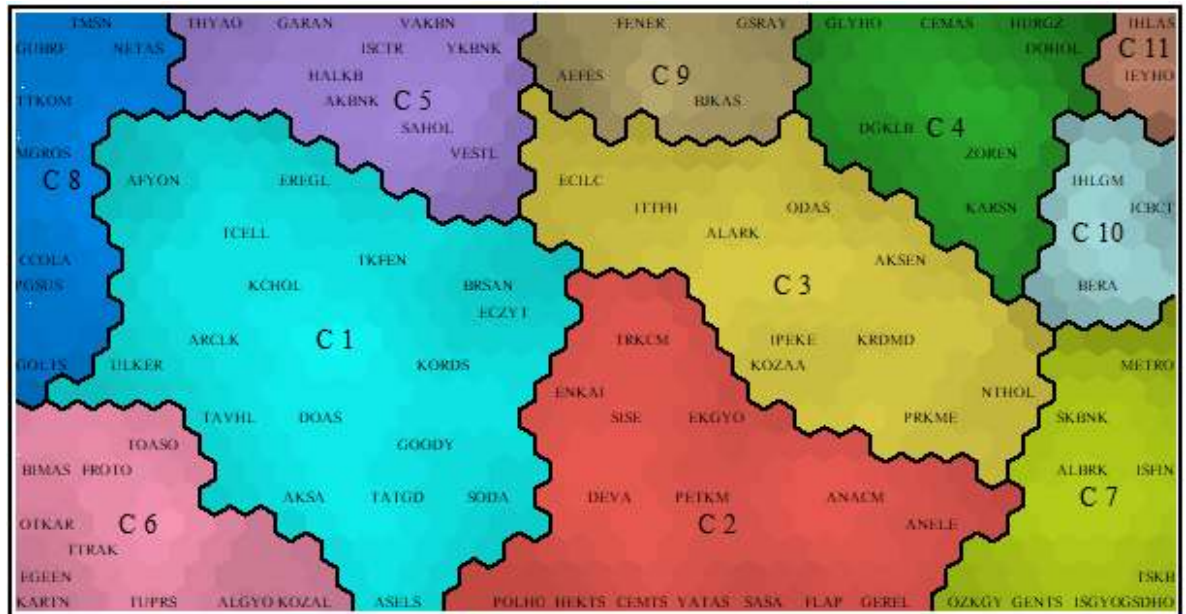
Küme haritalarının görsel olarak sunulmasında farklı gösterim şekilleri mevcuttur. Bunlar, şu şekilde belirtilebilir:

Düz Gösterim: Şekil 3.9.'da yer alan düz gösterimde; kümeler tek renkte ve küme hatları belirgin olmadan (kontursuz olarak) görüntülenir. Bu gösterim şekli, standart bir görselleştirmedir ve kümelerin daha belirgin bir şekilde görüntülenmesini sağlar.



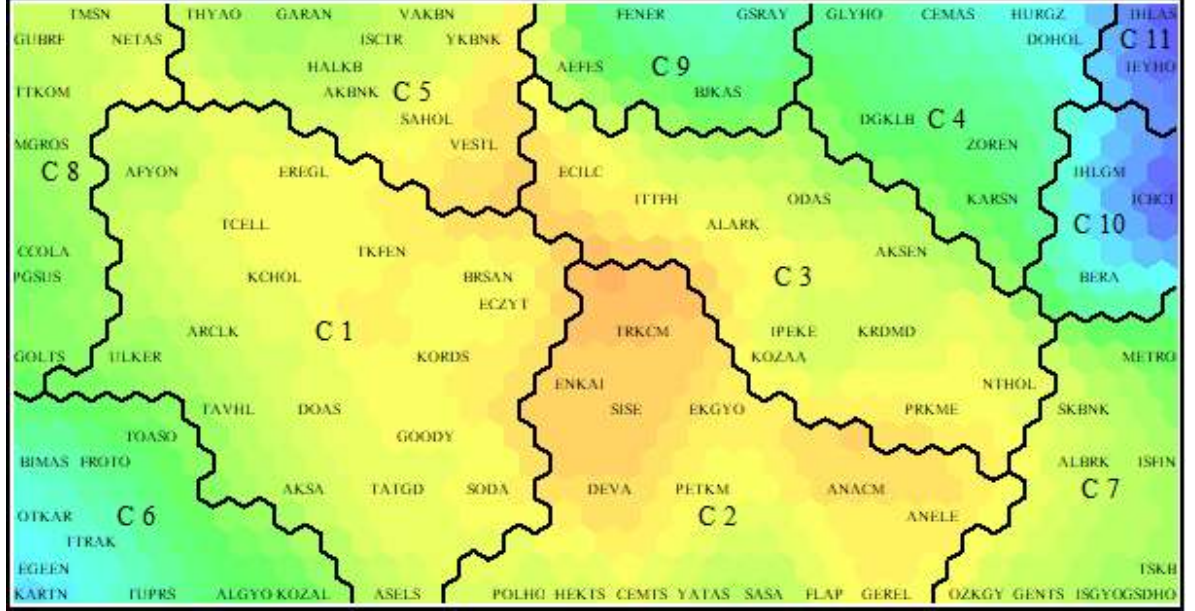
Şekil 3.9. Flat Clusters (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Düz Gösterimi)

Gölgeli Gösterim: Şekil 3.10.'da yer alan gölgeli gösterimde, kümeler farklı renklerde görüntülenmektedir. Kümenin merkezine yakın olan düğümler açık renkte gösterilmekte, daha koyu renklerde belirtilen düğümler merkezden daha uzak olduğunu ifade etmektedir. Burada merkez terimi, harita görüntüleme alanını değil, veri setindeki ağırlıkların merkezini ifade etmektedir.



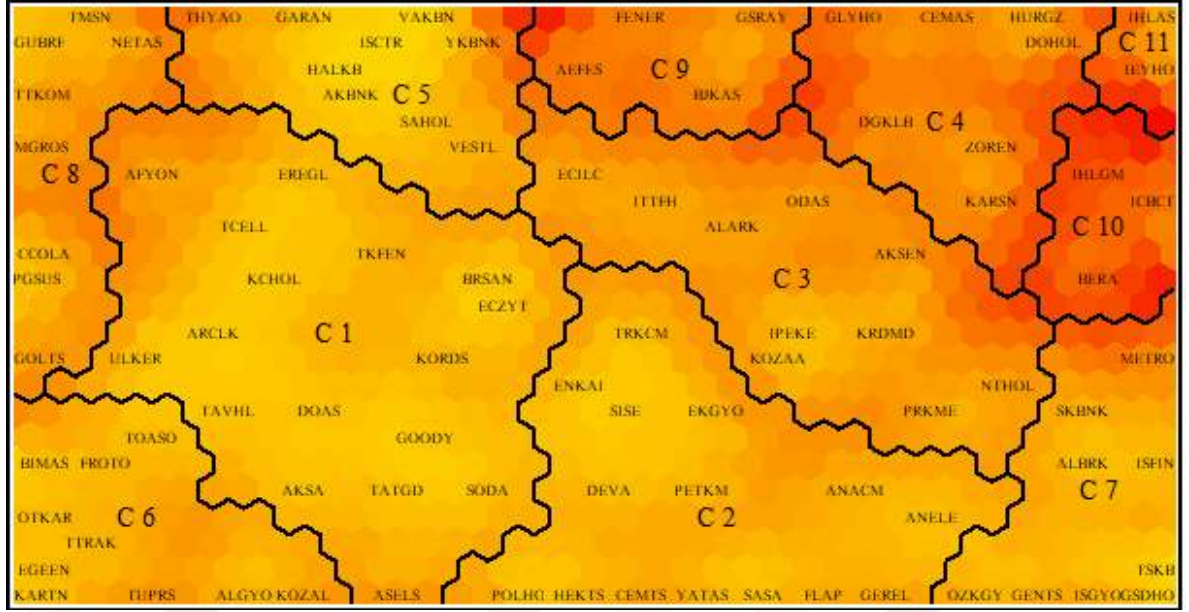
Şekil 3.10. Shaded Clusters (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Gölgeli Gösterimi)

Genel Gölgeleme Gösterim: Şekil 3.11.'de yer alan genel gölgeleme gösterimde tek tek kümeler gösterilmemekte bunun yerine düğümlerin haritanın merkezinden uzaklıkları belirtilmektedir. Merkezdeki düğümler kırmızı olarak belirtilmekte, merkeze olan uzaklık arttıkça sarı, yeşil ve mavi renkte gösterilmektedir. Burada merkez terimi, harita görüntüleme alanını değil, veri setindeki ağırlıkların merkezini ifade etmektedir.



Şekil 3.11. Global Shading (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin Genel Gölgeleme Gösterimi)

U-Matris Gösterim: Şekil 3.12.'de yer alan U-Matris gösterimde, düğüm rengi, düğümün komşularına olan medyan uzaklığını (ortanca mesafesini) belirtir. Uzaktaki düğümler koyu renkte gösterilir. Haritanın “yoğun” bir bölgesine ait olan düğümler açık renkte gösterilmiştir.



Şekil 3.12. U-Matris Çıktısı (ÖDH Sonrası Oluşan Kümelerin U-Matris Gösterimi)

Ward Hiyerarşik kümeleme ve Özdüzenleyici haritaların birlikte oluşturulmasından sonra ortaya çıkan U-Matris, Şekil 3.12.'de görülebilir. U-Matris aynı zamanda Kohonen katmanıdır. Kaç kümenin olacağı bu matris yardımıyla belirlenmektedir. Bu haritada açık renkler daha fazla hisse senedinin bulunduğunu, dolayısıyla bir kümelenmeyi ifade etmektedir. Bu haritadaki koyu renkler ise haritanın o bölgesinde gözlem olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla haritadaki koyu renkler, küme sınırlarını belirlemektedir. U-Matrislere bakılarak küme sayısı belirlenebilmektedir.

Çalışmamızda BİST-100 Endeksinde yer alan 94 adet hisse senedi 11 kümeye ayrılmıştır. Kümelerde yer alan hisse senetleri Tablo 3.6.'da gösterilmiştir. Çalışmada ortaya çıkan kümeler gerek harita üzerindeki gösterimlerde gerek tablo içindeki gösterimlerde, sırasıyla C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10 ve C11 biçiminde kodlanarak gösterilmiştir. Bu kümelere ilişkin, kümelerdeki gözlemlerle ilgili bazı istatistiksel veriler ve her bir birimin (hisse senedinin) ilgili kümelerde bulunma yüzdesi Tablo 3.7.'de yer almaktadır.

Tablo 3.6. Hisse Senetlerinin Kümelere Dağılımı

KÜMELER										
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
AFYON	ANACM	AKSEN	CEMAS	AKBNK	ALGYO	ALBRK	CCOLA	AEFES	BERA	IEYHO
AKSA	ANELE	ALARK	DGKLB	GARAN	BIMAS	GENTS	GOLTS	BJKAS	ICBCT	IHLAS
ARCLK	CEMTS	ECILC	DOHOL	HALKB	EGEEN	GSDHO	GUBRF	FENER	IHLGM	
ASELS	DEVA	IPEKE	GLYHO	ISCTR	FROTO	ISFIN	MGROS	GSRAY		
BRSAN	EKGYO	ITTFH	HURGZ	SAHOL	KARTN	ISGYO	NETAS			
DOAS	ENKAI	KOZAA	KARSN	THYAO	KOZAL	METRO	PGSUS			
ECZYT	FLAP	KRDMD	ZOREN	VAKBN	OTKAR	OZKGY	TMSN			
EREGL	GEREL	NTHOL		VESTL	TOASO	SKBNK	TTKOM			
GOODY	HEKTS	ODAS		YKBNK	TTRAK	TSKB				
KCHOL	PETKM	PRKME			TUPRS					
KORDS	POLHO									
SODA	SASA									
TATGD	SISE									
TAVHL	TRKCM									
TCELL	YATAS									
TKFEN										
ULKER										

Tablo 3.7. Kümeler ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

	KÜMELER										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Küme Eleman Sayısı (adet)	17	15	10	7	9	10	9	8	4	3	2
Frequency	0,1809	0,1596	0,1064	0,0745	0,0957	0,1064	0,0957	0,0851	0,0426	0,0319	0,0213
FK_2018	14,2	15,5	8,9	10,8	4,8	8,7	6	13,3	30,1	33,7	6,9
FK_2017	11,6	15,5	10,9	39,4	13,2	14,8	6,8	23,4	37,4	55,1	4,9
FK_2016	16,1	8,3	6,5	0	5,7	38,3	13	14,7	56,8	24,8	1,9
FK_2015	17,14	11,05	5,79	0	9,16	15,83	5,57	27,51	0	19,42	0
FK_2014	18	54	21	0	11	18	23	25	0	457	13
PD_2018	1,331	1,428	0,746	1,041	0,606	3,29	0,723	1,46	0,26	2,33	0,94
PD_2017	2,1	2,46	1,4	3,4	0,86	4,53	0,63	2,28	0,37	2,28	1,88
PD_2016	1,87	1,26	1,25	3,14	0,73	4,34	0,57	4,02	0,28	0,99	0,41
PD_2015	1,795	1,057	0,842	2,15	0,792	4,252	0,561	2,876	0,363	1,08	0,31
PD_2014	2,37	1,19	1,13	1,97	1,22	4,65	0,71	2,87	0,44	1,21	0,38
HB_2018	1,6	0,6	0,4	0,3	1,6	22,1	0,4	0,8	0	0	0
HB_2017	1,21	0,59	0,77	0,01	1,34	10,83	0,36	1,4	0,07	0,04	0,03
HB_2016	0,83	0,49	0,14	0	1,01	7,14	0,19	0,23	0	0,01	0,04
HB_2015	1,08	0,3	0,15	0	0,97	7,83	0,41	0,69	0	0,01	0
HB_2014	1,16	0,2	0,21	0	0,89	5,33	0,39	1,41	0	0,01	0
OH_2018	4.072.848	10.581.181	16.932.929	22.919.393	43.288.073	876.736	9.339.334	4.492.073	4.734.340	0	17.427.677
OH_2017	4.271.406	7.791.633	15.786.795	20.515.596	31.633.286	522.783	6.804.366	2.481.974	5.450.642	3.382.427	24.570.434
OH_2016	3.577.877	5.663.537	7.902.970	7.998.032	37.406.982	580.375	3.901.598	2.235.918	9.178.357	1.152.831	5.950.507
OH_2015	2.007.219	3.422.714	3.938.423	4.889.599	22.498.749	318.102	2.120.466	1.518.025	1.924.190	1.405.683	2.948.179
OH_2014	1.812.205	4.318.913	3.785.097	4.236.968	21.637.758	324.068	2.243.409	1.044.706	1.928.516	2.192.602	5.642.400
MX_2018	16,5	8,6	5,5	3,5	10,8	152,8	2,3	21,6	14,7	1,3	0,7
MX_2017	15,8	6,7	4,8	2,6	10,4	131,8	1,7	23	13,3	1,3	0,6
MX_2016	11,5	3,3	2,7	1,5	7,5	113,1	1,5	19,5	14,7	1,2	0,4
MX_2015	12,4	2,5	3,2	1,6	9,1	117,3	1,5	23,3	13,9	1,6	0,3
MX_2014	9,1	2,1	3,1	1,5	8,8	83,7	1,4	21,7	13,5	3,8	0,4

Tablo 3.8. Kümeler ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler (Devamı)

MN_2018	8,9	3,5	2,6	1,1	5,4	89,9	1,1	10,8	6,7	1,3	0,2
MN_2017	8,9	2,6	2	1,1	5,9	85,9	1,1	13,8	9,5	1,1	0,3
MN_2016	7	1,7	1,5	0,9	5,1	72,8	0,9	12,7	8,2	1	0,2
MN_2015	7,1	1,6	1,7	0,9	5,5	67	0,9	13,5	8,8	0,9	0,2
MN_2014	5,5	1,3	1,7	0,8	5	48,5	0,9	14,3	9,3	0,9	0,3
AR_2018	116,1	115,8	109	101,3	115,6	116,8	99,3	115	106,8	0	73,5
AR_2017	124,4	124,7	118,5	104,1	123,8	129,6	94,8	122	115,8	27,3	78
AR_2016	121,4	117,6	103,8	89,4	120,8	120,3	93,2	120,8	122,3	53	57
AR_2015	115,6	110,8	104,9	86,3	114,8	121	93,6	116	113,5	93,7	51
AR_2014	121,5	110,2	107,1	84	129	123,6	94,8	124,1	115,3	94,7	53
AZ_2018	126,2	124,3	128,9	119,9	127,4	130,1	107,6	129,5	129,3	0	84
AZ_2017	118,8	109,7	113	102,9	119,6	118,6	95,3	121,5	125,5	25,7	84,5
AZ_2016	120,1	106,8	116,8	99,3	119,8	125,1	96,6	124,1	121,5	64,7	56
AZ_2015	123,5	111,2	125,1	101,7	128,4	122,8	104,7	127	122	102,3	60,5
AZ_2014	111,9	100,8	116	91,4	110,4	113,1	99,8	113,1	117,3	115	66,5
SA_2018	8,7	10,9	13,1	29,9	8	4,1	44,1	6,5	15	251	93,5
SA_2017	9,8	18,7	21,5	46	9,7	4,8	62,9	9,5	11,8	200	90,5
SA_2016	8,5	25,6	29,4	61,3	9,4	4,6	60,2	5,1	6,3	132,3	137
SA_2015	13,9	31	23	65	9,8	9,2	54,8	10	17,5	57	141,5
SA_2014	17,6	40	27,9	75,6	11,6	14,3	56,4	13,8	18,5	41,3	131,5
AK_2018	8,52	9,92	4,65	9,54	1,88	20,18	5,79	0,92	0,07	0,35	1,29
AK_2017	8,61	10,8	14,28	0,5	1,41	14,87	5,26	3,17	0,47	0,32	0,82
AK_2016	6,79	10,2	1,43	0	1,32	13,18	3,35	1,6	0,28	0,06	1,19
AK_2015	6,96	7,55	1,48	0	1,84	15,63	5,7	3,37	0	0,09	0
AK_2014	8,94	5,4	3,52	0	1,96	14,72	6,75	5,59	0	0,16	0,41
OK_2018	18,81	20,08	10,29	19,23	13,91	40,44	13,33	2,93	0,23	2,31	5,29
OK_2017	19,3	20,9	26,5	4,7	12,8	33,7	12,3	17	0,4	2,1	4,1
OK_2016	14,6	19,4	2,92	0	11,9	29,09	9,44	2,63	0	0,77	6,64
OK_2015	14,83	14,72	3,06	0	12,03	31,79	15,07	8,26	0	0,18	0
OK_2014	17,83	10,24	9,47	0	13,45	28,25	15,15	15,46	0	0,74	0,76

Kümelerin ayırıcı özellikleri şu şekilde ifade edilebilir;

C1 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 17'si, yani veri setinin %18,09'u bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde İmalat sektöründe Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünler alt sektöründe bulunan toplam sekiz adet hisse senedinden üç tanesi (AKSA, GOODY ve SODA) bu kümede kümelenmiştir. Bu alt sektördeki hisse senetlerinin dört tanesi de C2 kümesinde kümelenmiştir. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam on yedi adet hisse senedinin on tanesi İmalat sektörüne, dört tanesi Mali Kurumlar sektörü Holdingler ve Yatırım Şirketleri alt sektörüne aittir.

C2 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 15'i, yani veri setinin %15,96'sı bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde İnşaat ve Bayındırlık İşleri sektöründe bulunan toplam iki adet hisse senedinin her ikisi de (ANELE ve ENKAI) bu kümede kümelenmiştir. BİST-100 Endeksinde İmalat sektöründe Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünler alt sektöründe bulunan toplam sekiz adet hisse senedinden dört tanesi (DEVA, HEKTS, PETKM ve SASA) bu kümede kümelenmiştir. Ayrıca BİST-100 Endeksinde İmalat sektöründe Taş ve Toprağa Dayalı İmalat alt sektöründe bulunan toplam dört adet hisse senedinden iki tanesi (ANACM ve TRKCM) bu kümede kümelenmiştir. Bu iki hisse senedi de BİST-100 Endeksinde yer alan iki adet cam sanayii imalatçısıdır. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam on beş adet hisse senedinin dokuz tanesi İmalat sektörüne, iki tanesi Mali Kurumlar sektörü Holdingler ve Yatırım Şirketleri alt sektörüne, iki tanesi İnşaat ve Bayındırlık İşleri sektörüne aittir.

C3 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 10'u, yani veri setinin %10,64'ü bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde Madencilik ve Taş Ocaklığı sektöründe bulunan toplam dört adet hisse senedinden üç tanesi (IPEKE, KOZAA ve PRKME) bu kümede kümelenmiştir. Ayrıca, BİST-100 Endeksinde Elektrik Gaz ve Su sektöründe bulunan toplam üç adet hisse senedinden iki tanesi (AKSEN ve ODAS) bu kümede kümelenmiştir. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam on adet hisse senedinin dört tanesi Mali Kurumlar sektörü Holdingler ve Yatırım Şirketleri alt sektörüne, üç tanesi Madencilik ve Taş Ocaklığı sektörüne, iki tanesi Elektrik Gaz ve Su sektörüne aittir.

C4 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 7'si, yani veri setinin %7,45'i bu kümede yer almaktadır. Bu kümede yer alan toplam yedi adet hisse senedinin dört tanesi İmalat sektörüne, iki tanesi Mali Kurumlar sektörü Holdingler ve Yatırım Şirketleri alt sektörüne aittir.

C5 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 9'u, yani veri setinin %9,57'si bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde Mali Kuruluşlar sektöründe Bankalar alt sektöründe bulunan toplam dokuz adet hisse senedinden beş tanesi (AKBNK, GARAN, HALKB, ISCTR ve YKBK) bu kümede kümelenmiştir. Bu alt sektördeki hisse senetlerinin üç tanesi de (ALBRK, SKBNK ve TSKB) C7 kümesinde kümelenmiştir. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam dokuz adet hisse senedinin yedi tanesi Mali Kurumlar sektörüne (Beş tanesi Bankalar alt sektörüne) aittir.

C6 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 10'u, yani veri setinin %10,64'ü bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde İmalat sektöründe Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları alt sektöründe bulunan toplam on adet hisse senedinden beş tanesi (EGEEN, FROTO, OTKAR, TOASO ve TTRAK) bu kümede kümelenmiştir. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam on adet hisse senedinin yedi tanesi İmalat sektörüne (Beş tanesi Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları alt sektörüne) aittir.

C7 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 9'u, yani veri setinin %9,57'si bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde Mali Kurumlar sektöründe Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları alt sektöründe bulunan toplam dört adet hisse senedinden iki tanesi (ISGYO ve OZKGY) bu kümede kümelenmiştir. Ayrıca, bu kümede yer alan toplam dokuz adet hisse senedinin sekiz tanesi Mali Kuruluşlar sektörüne aittir.

C8 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 8'i, yani veri setinin %8,51'i bu kümede yer almaktadır. Bu kümede yer alan toplam sekiz adet hisse senedinin dört tanesi İmalat sektörüne aittir.

C9 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 4'ü, yani veri setinin %4,26'sı bu kümede yer almaktadır. BİST-100 Endeksinde Eğitim, Sağlık, Spor ve Diğer Sosyal Hizmetler sektöründe bulunan toplam 3 adet hisse senedinin her üçü de (BJKAS, FENER ve GSRA) bu kümede kümelenmiştir.

C10 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 3'ü, yani veri setinin %3,19'u bu kümede yer almaktadır. Bu kümeye özgü bir sektörel ayrışma gözlemlenmemiştir.

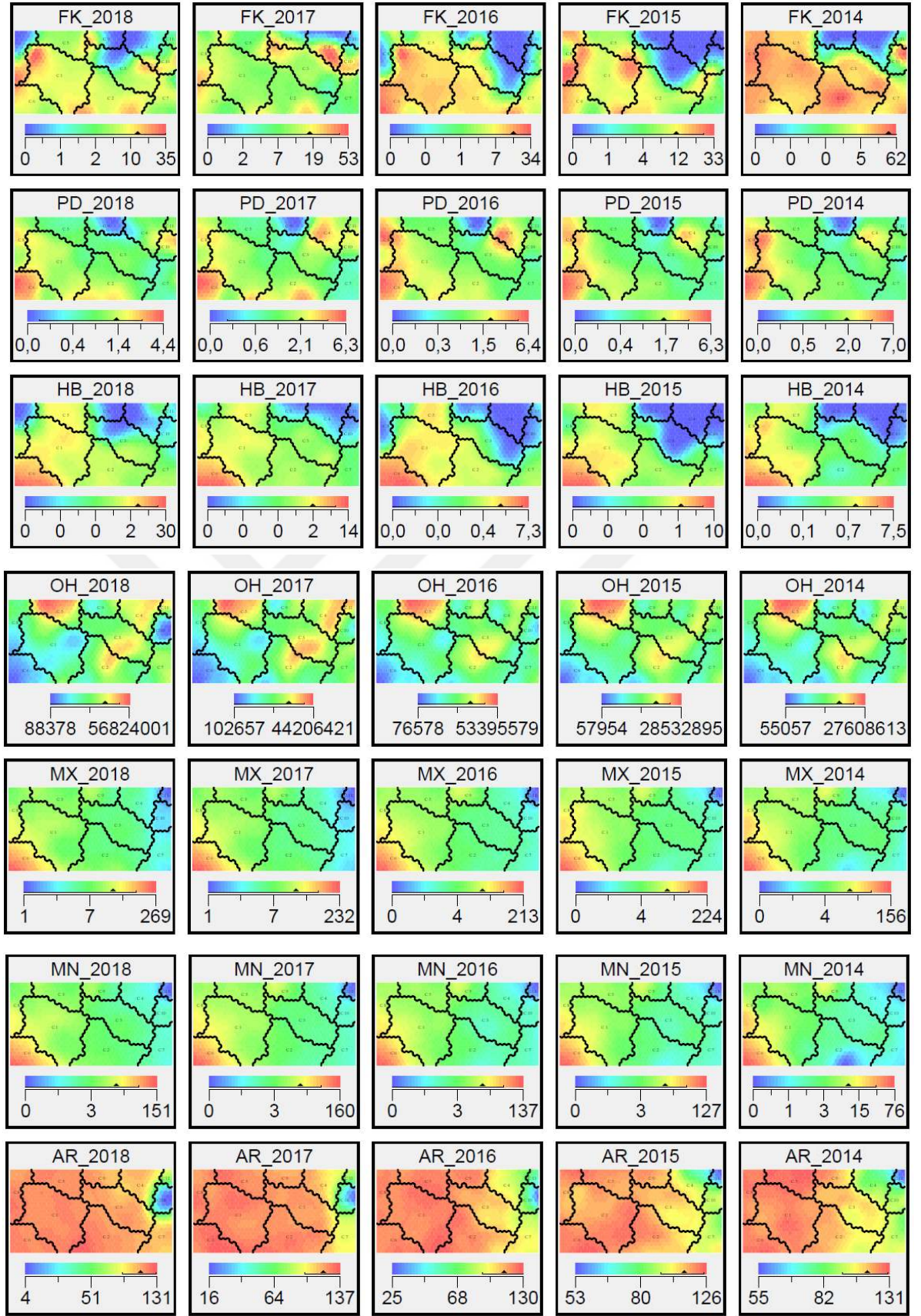
C11 Kümesi: Çalışmada kullanılan toplam 94 adet hisse senedinin 2'si, yani veri setinin %2,13'ü bu kümede yer almaktadır. Bu kümeye özgü bir sektörel ayrışma gözlemlenmemiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, BİST-100 Endeksinde yer alan ve çalışmaya konu olan 94 adet hisse senedinin, 38 tanesi İmalat sektörü, 33 tanesi Mali Kuruluşlar sektörüne ilişkin olup, geri kalan 23 tanesi farklı dokuz sektöre aittir.

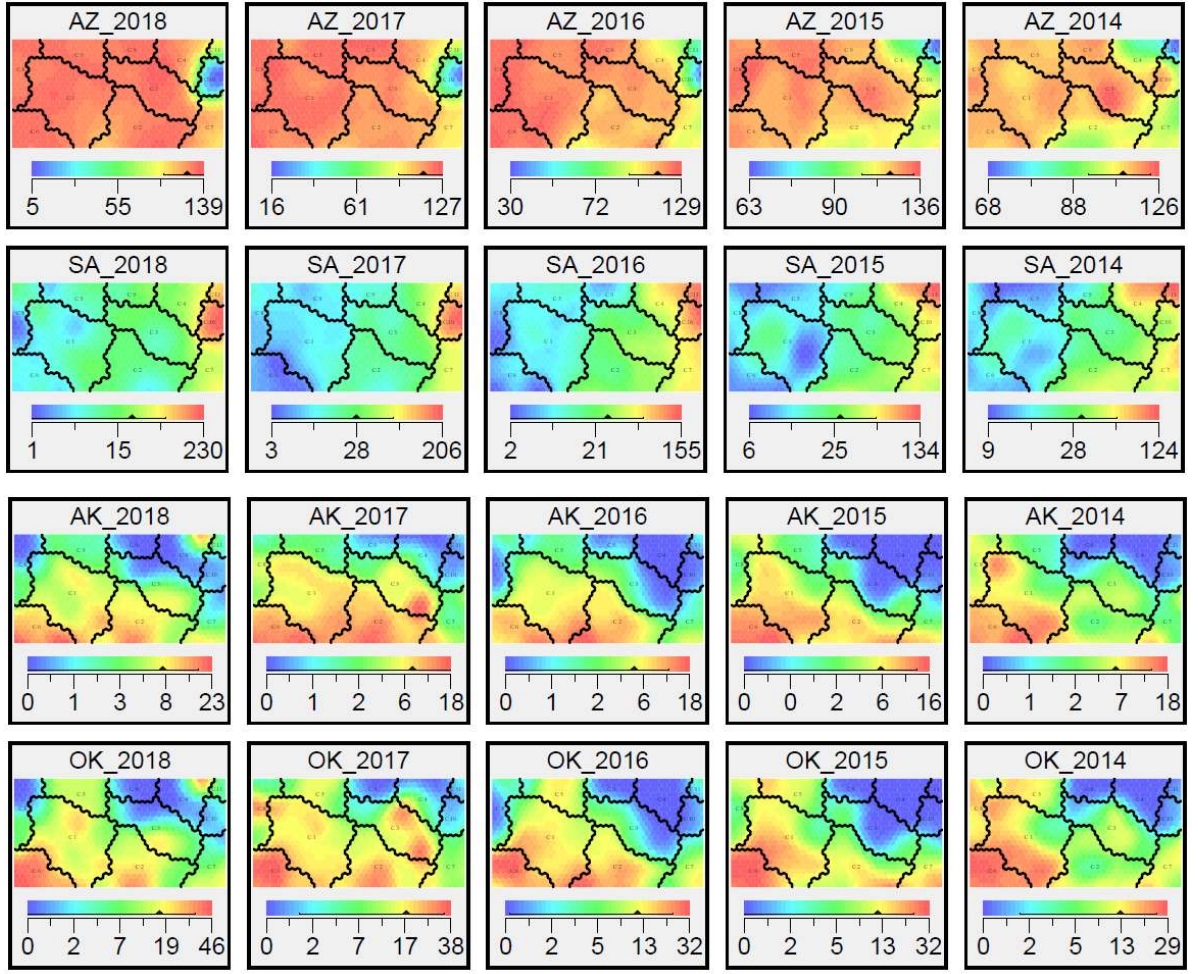
İmalat sektöründe yer alan 38 adet hisse senedinin, 10 tanesi C1 kümesinde, 18 tanesi C2 kümesinde, 7 tanesi C6 kümesinde, 4 tanesi C4 kümesinde, 4 tanesi C8 kümesinde kümelenmiştir. C3, C5, C7 ve C9 kümelerinde birer tane bulunurken, C10 ve C11 kümelerinde sektöre ait hisse senedi gözlemlenmemiştir.

Mali Kurumlar sektöründe yer alan 33 adet hisse senedinin, C8 ve C9 kümeleri hariç diğer kümelere dağıldığı görülmektedir. Ancak bu sektöre ait Holdingler ve Yatırım Şirketleri alt sektörüne ait 18 adet hisse senedinin, C6, C10 ve C11 kümeleri hariç diğer sekiz kümeye dağıldığı gözlemlenmiştir. Bankalar alt sektörüne ait 9 adet hisse senedinin, 5 tanesinin C5 kümesine, 3 tanesinin C7 kümesine ve 1 tanesinin de C10 kümesine dağıldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bankalara ait hisse senetlerinin belirgin bir şekilde kümelandiğini söylemek mümkündür.

Değişkenlere ilişkin haritalar, kümelere göre Şekil 3.13.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Değişken Haritaları

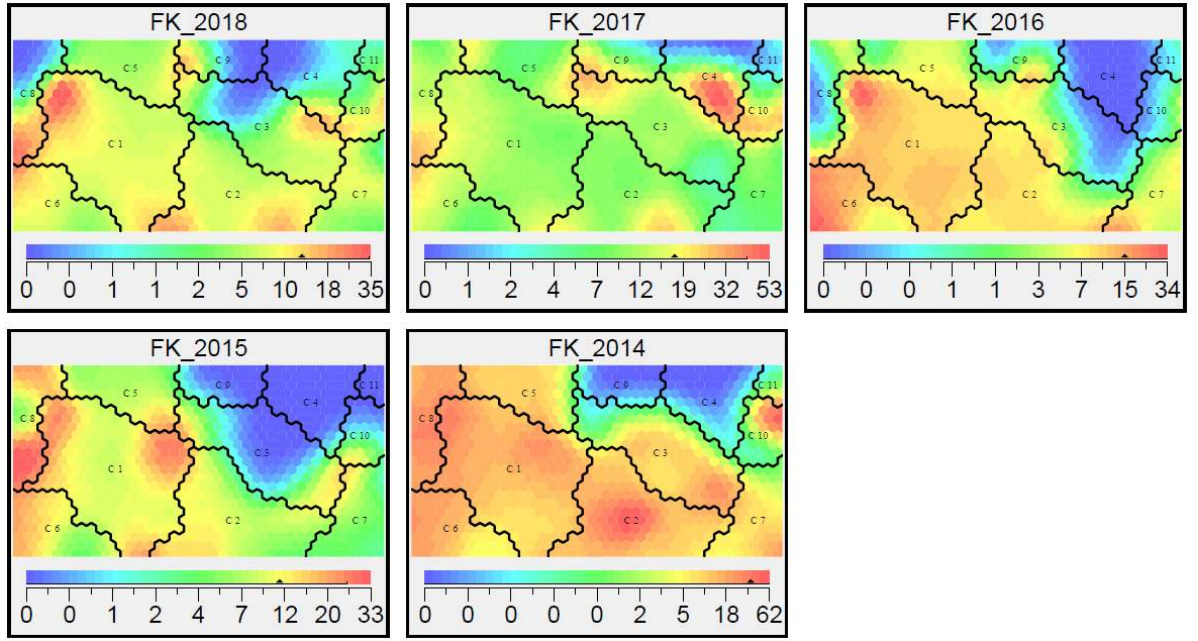


Şekil 3.14. Değişken Haritaları (Devamı)

3.3.4. Değişkenler ve Kümelerin İncelenmesi

Çalışmanın bu bölümünde Şekil 3.13.'te yer alan değişkenlerin hepsi ayrı ayrı incelenmiştir.

Kümelerin yıllar itibarıyla Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) değişkeni haritası Şekil 3.14.'te verilmiştir. 2014 yılı için oldukça yüksek ortalamada seyreden oranının 2018 yılında düşüş gösterdiği gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak, 2014 yılında şirketlerin yüksek kar dağıtımını yaptığı, sonraki yıllarda ise bazı firmaların kar elde edemeyip zararlarla karşılaştığı, bazı firmaların ise kar payı dağıtmadığı veya daha az tutarda kar payı dağıttığı söylenebilir. Özellikle, C4 kümesinde ve C9 kümesinde kümelenen hisse senetlerinde bu durum daha net görülebilmektedir.



Şekil 3.15. Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) Değişkeni Haritası

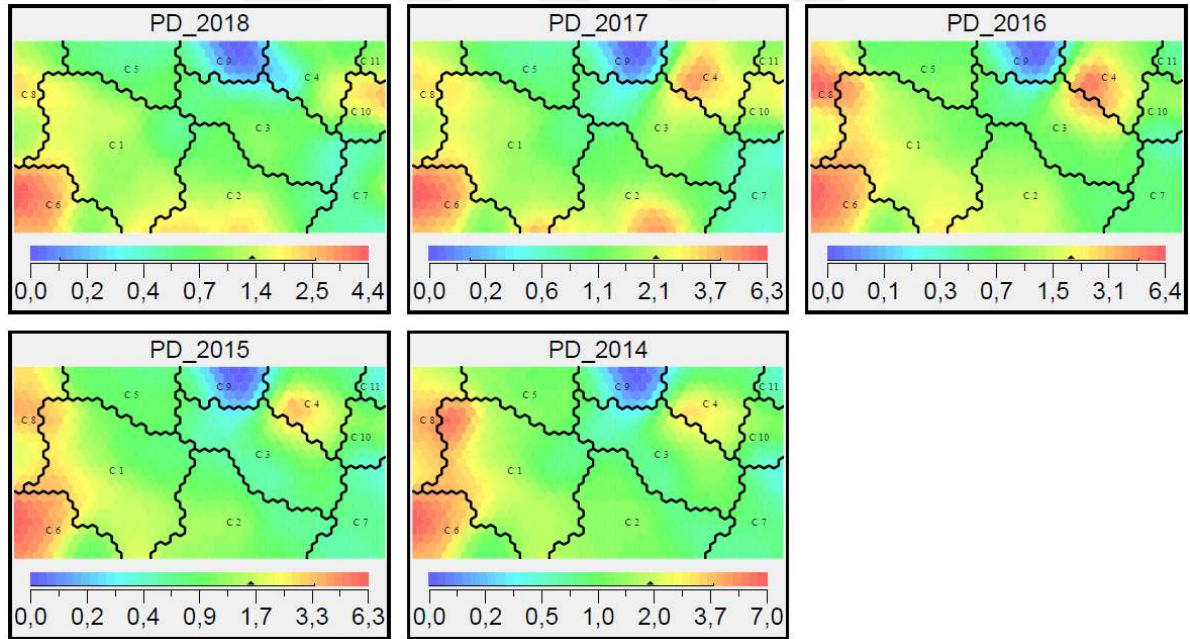
Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ile ilgili Tablo 3.8.'de verilen kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C1 kümesinde yıllar itibariyle 11,60 – 18 aralığında, C8 kümesinde ise 13,30 – 27,51 aralığındadır. Bu iki kümede Fiyat/Kazanç (F/K) oranının istikrarlı olarak seyrettiğini söylemek mümkündür. Benzer şekilde 2014 yılı gözlemi dikkate alınmazsa C3 kümesinde 5,79 – 10,9 aralığında, C2 kümesinde 8,03 – 15,50 aralığında seyrettiği gözlenmektedir.

C4 kümesinde yer alan şirketlerin 2014, 2015, 2016 yıllarında, C9 kümesinde yer alan şirketlerin de 2014 ve 2015 yıllarında kar dağıtımı yapmadıkları söylenebilir. C10 kümesinin, 2014 yılı gözlemi dikkate alınmazsa, 19,42 – 55,10 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Fiyat/Kazanç (F/K) oranına sahip olduğu, C11 kümesinin de 1,90 – 13 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Fiyat/Kazanç (F/K) oranına sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 3.9. Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	FK_2018	FK_2017	FK_2016	FK_2015	FK_2014	Ortalama
C1	14,2	11,6	16,1	17,14	18	15,41
C2	15,5	15,5	8,3	11,05	54	20,87
C3	8,9	10,9	6,5	5,79	21	10,62
C4	10,8	39,4	0	0	0	10,04
C5	4,8	13,2	5,7	9,16	11	8,77
C6	8,7	14,8	38,3	15,83	18	19,13
C7	6	6,8	13	5,57	23	10,87
C8	13,3	23,4	14,7	27,51	25	20,78
C9	30,1	37,4	56,8	0	0	24,86
C10	33,7	55,1	24,8	19,42	457	118,00
C11	6,9	4,9	1,9	0	13	5,34

Kümelerin yıllar itibariyle Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) değişkeni haritası Şekil 3.15.'te verilmiştir. 2014, 2015 ve 2016 yılları için birbirine yakın ortalamada seyreden oranının 2017 yılında en yüksek düzeyde ve 2018 yılında en düşük seviyede olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.16. Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) Değişkeni Haritası

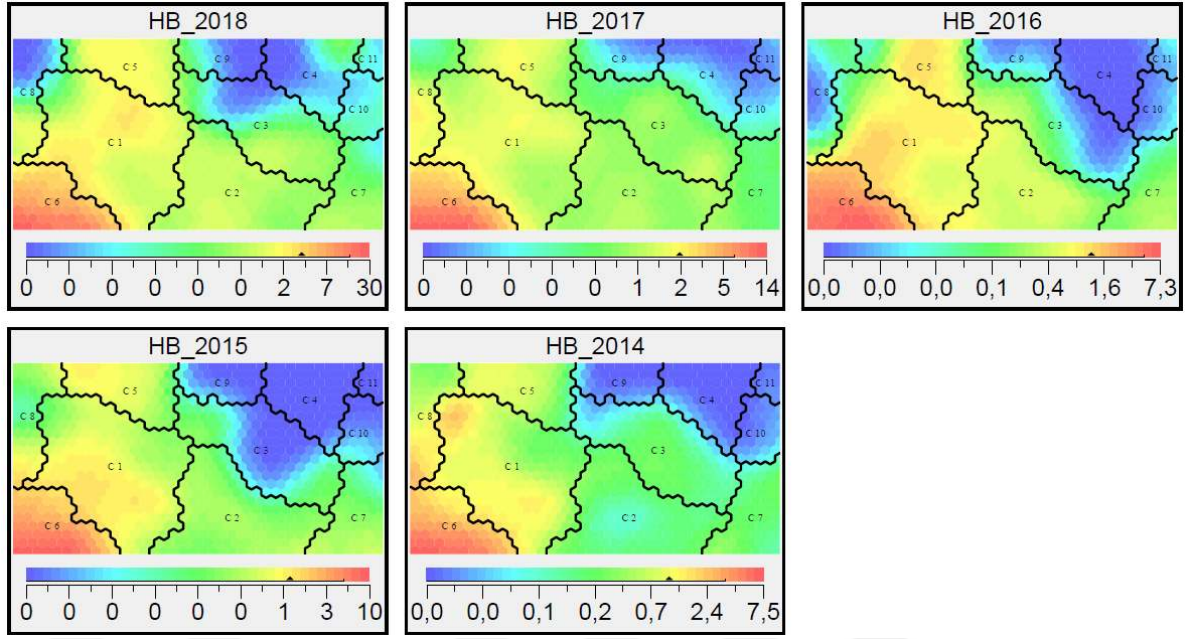
Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranı ile ilgili Tablo 3.9.'da verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C7 kümesinde yıllar itibariyle 0,56 – 0,72 aralığında, C6 kümesinde ise 3,29 – 4,65 aralığındadır. Bu iki kümede Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranının istikrarlı olarak seyrettiğini söylemek mümkündür. C6 kümesinin,

3,29 – 4,65 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranına sahip olduğu, C9 kümesinin de 0,26 – 0,44 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranına sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 3.10. Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	PD_2018	PD_2017	PD_2016	PD_2015	PD_2014	Ortalama
C1	1,331	2,1	1,87	1,795	2,37	1,89
C2	1,428	2,46	1,26	1,057	1,19	1,48
C3	0,746	1,4	1,25	0,842	1,13	1,07
C4	1,041	3,4	3,14	2,15	1,97	2,34
C5	0,606	0,86	0,73	0,792	1,22	0,84
C6	3,29	4,53	4,34	4,252	4,65	4,21
C7	0,723	0,63	0,57	0,561	0,71	0,64
C8	1,46	2,28	4,02	2,876	2,87	2,70
C9	0,26	0,37	0,28	0,363	0,44	0,34
C10	2,33	2,28	0,99	1,08	1,21	1,58
C11	0,94	1,88	0,41	0,31	0,38	0,78

Kümelerin yıllar itibariyle Hisse Başına Kar değişkeni haritası Şekil 3.16.'da verilmiştir. 2014, 2015 ve 2016 yılları için birbirine yakın ortalamada seyreden oranının 2017 yılında artış gösterdiği ve 2018 yılında en yüksek seviyede olduğu gözlenmektedir. Hisse Başına Kar oranını, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ve Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranı ile birlikte değerlendirmek gerekir.



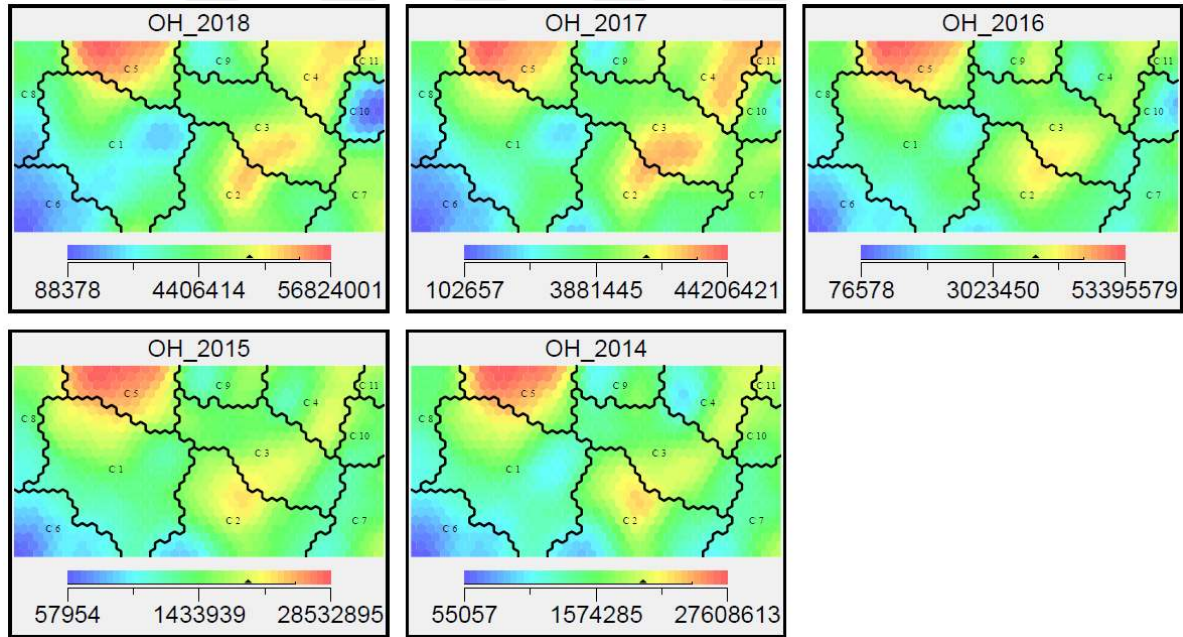
Şekil 3.17. Hisse Başına Kar Değişkeni Haritası

Hisse Başına Kar değişkeni ile ilgili Tablo 3.10.'da verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C5 kümesinde yıllar itibariyle 0,89 – 1,60 aralığında, C1 kümesinde ise 0,83 – 1,60 aralığındadır. Bu iki kümede Hisse Başına Kar değişkeni oranının istikrarlı olarak seyrettiğini söylemek mümkündür. C6 kümesinin, 5,33 – 22,10 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Hisse Başına Kar değişkeni oranına sahip olduğu söylenebilir. C4 kümesinde yer alan şirketlerin 2014, 2015, 2016 yıllarında, C9 kümesinde yer alan şirketlerin de 2014 ve 2015 yıllarında kar dağıtım yapmadıkları Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) değişkeni yorumlanırken ifade edilmiştir. Buna bağlı olarak, C4 ve C9 kümelerinde bu yıllarda Hisse Başına Kar oranını gözlemlenmediği ve ortalamanın düşük seviyelerde olduğu söylenebilir. Buna ilave olarak, C10 ve C11 kümelerinde de Hisse Başına Kar oranlarının ortalama olarak en düşük seviyelerde olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.11. Hisse Başına Kar Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	HB_2018	HB_2017	HB_2016	HB_2015	HB_2014	Ortalama
C1	1,6	1,21	0,83	1,08	1,16	1,18
C2	0,6	0,59	0,49	0,3	0,2	0,44
C3	0,4	0,77	0,14	0,15	0,21	0,33
C4	0,3	0,01	0	0	0	0,06
C5	1,6	1,34	1,01	0,97	0,89	1,16
C6	22,1	10,83	7,14	7,83	5,33	10,65
C7	0,4	0,36	0,19	0,41	0,39	0,35
C8	0,8	1,4	0,23	0,69	1,41	0,91
C9	0	0,07	0	0	0	0,01
C10	0	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
C11	0	0,03	0,04	0	0	0,01

Kümelerin yıllar itibariyle Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) değişkeni haritası Şekil 3.17.'de verilmiştir. 2014 yılından itibaren her yıl artış gösteren Yıllık Ortalama İşlem Hacmi değişkeninin 2018 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir.



Şekil 3.18. Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) Değişkeni Haritası

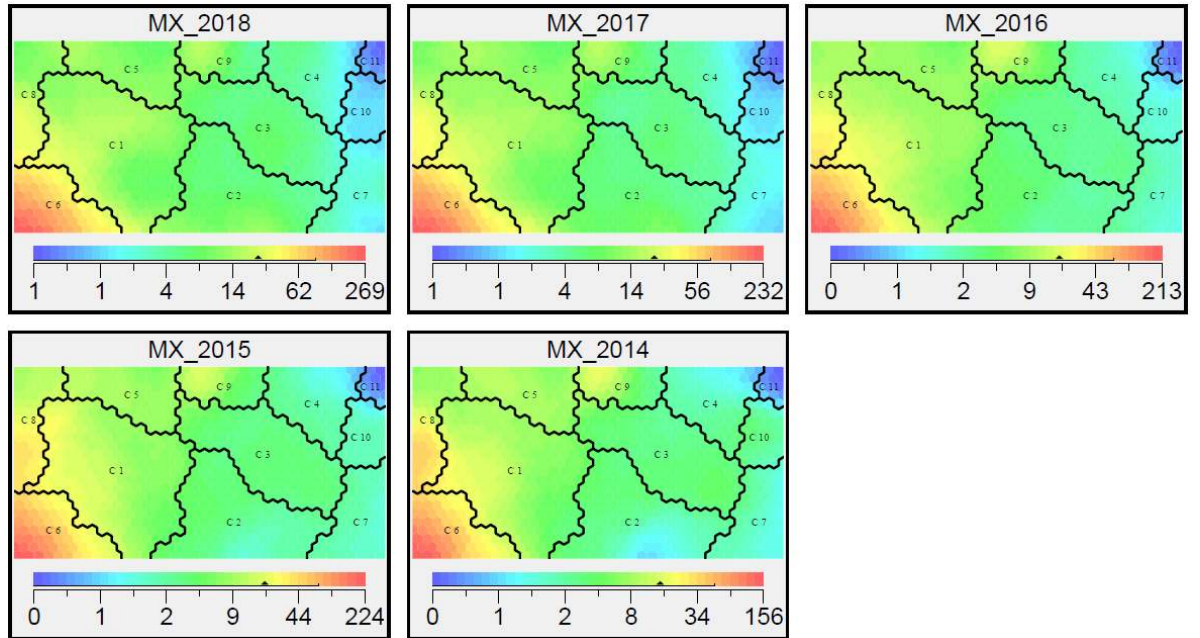
Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) değişkeni ile ilgili Tablo 3.11.'de verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C5 kümesinin, 21.637.758 – 43.288.073 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Yıllık Ortalama İşlem Hacmi değişkenine sahip olduğu, C6 kümesinin de 318.102 – 876.736 aralığında yıllar itibariyle

ortalama olarak en düşük Yıllık Ortalama İşlem Hacmi değişkenine sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 3.12. Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	OH_2018	OH_2017	OH_2016	OH_2015	OH_2014	Ortalama
C1	4.072.848	4.271.406	3.577.877	2.007.219	1.812.205	3.148.311
C2	10.581.181	7.791.633	5.663.537	3.422.714	4.318.913	6.355.596
C3	16.932.929	15.786.795	7.902.970	3.938.423	3.785.097	9.669.243
C4	22.919.393	20.515.596	7.998.032	4.889.599	4.236.968	12.111.918
C5	43.288.073	31.633.286	37.406.982	22.498.749	21.637.758	31.292.970
C6	876.736	522.783	580.375	318.102	324.068	524.413
C7	9.339.334	6.804.366	3.901.598	2.120.466	2.243.409	4.881.835
C8	4.492.073	2.481.974	2.235.918	1.518.025	1.044.706	2.354.539
C9	4.734.340	5.450.642	9.178.357	1.924.190	1.928.516	4.643.209
C10	0	3.382.427	1.152.831	1.405.683	2.192.602	1.626.709
C11	17.427.677	24.570.434	5.950.507	2.948.179	5.642.400	11.307.839

Kümelerin yıllar itibariyle En Yüksek Fiyat değişkeni haritası Şekil 3.18.'de verilmiştir. 2014 yılından itibaren her yıl artış gösteren En Yüksek Fiyat değişkeninin 2018 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durum hisse senetlerinin piyasa fiyatlarının artan bir eğilim gösterdiği şeklinde yorumlanabilir.



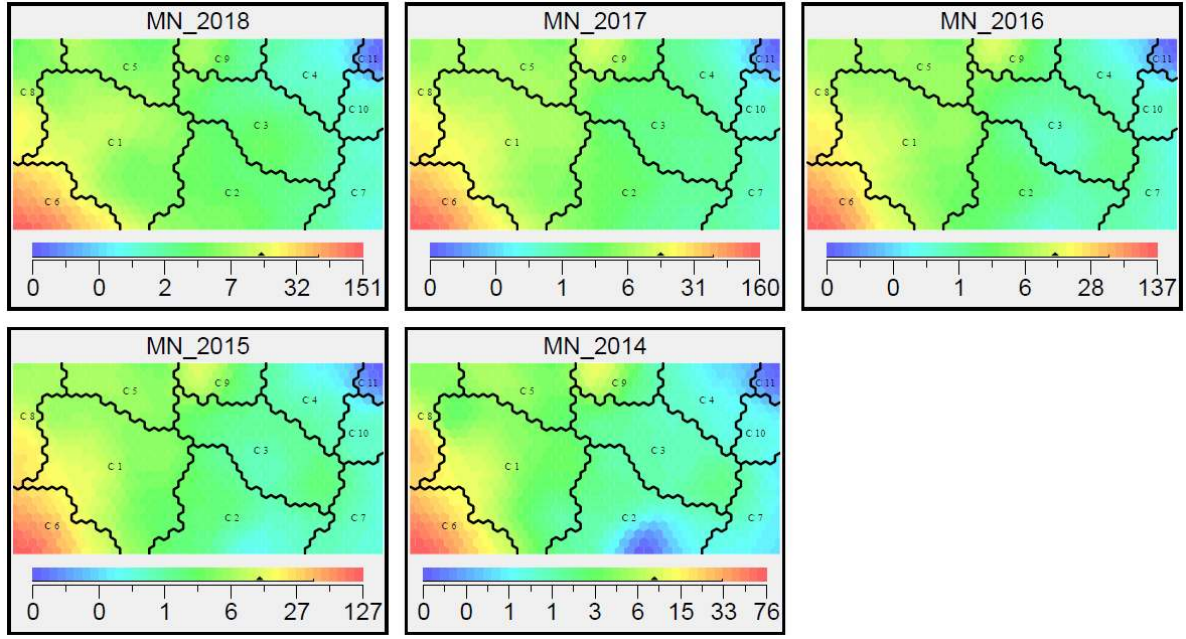
Şekil 3.19. En Yüksek Fiyat Değişkeni Haritası

En Yüksek Fiyat değişkeni ile ilgili Tablo 3.12.'de verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C9 kümesinde yıllar itibariyle 13,30 – 14,70 aralığında, C8 kümesinde ise 19,50-23,30 aralığındadır. Bu iki kümede fiyat değişkeninin yükselme eğilimin düşük olduğu ve dengeli bir fiyat artışı olduğu söylenebilir. C6 kümesinin, 83,70 – 152,80 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek düzeyde fiyat değişkeni artışına sahip olduğu, C11 kümesinin de 0,30 – 0,70 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük düzeyde fiyat değişkeni artışına sahip olduğu söylenebilir. Bunun anlamı, piyasa fiyatı olarak yüksek fiyat düzeyine sahip hisse senetlerinin C6 kümesinde, düşük fiyat düzeyine sahip hisse senetlerinin C11 kümesinde yer almasıdır. C2 kümesinde, 2014 – 2018 yılları arasında en yüksek fiyat seviyesi sırasıyla; 2,10 – 2,50 – 3,30 – 6,70 ve 8,60 olarak gerçekleşmiştir. Bu gruptaki hisse senetlerinin fiyatları, yıllar itibariyle bir önceki yıllara göre daha hızlı oranda artış göstermiştir.

Tablo 3.13. En Yüksek Fiyat Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	MX_2018	MX_2017	MX_2016	MX_2015	MX_2014	Ortalama
C1	16,5	15,8	11,5	12,4	9,1	13,06
C2	8,6	6,7	3,3	2,5	2,1	4,64
C3	5,5	4,8	2,7	3,2	3,1	3,86
C4	3,5	2,6	1,5	1,6	1,5	2,14
C5	10,8	10,4	7,5	9,1	8,8	9,32
C6	152,8	131,8	113,1	117,3	83,7	119,74
C7	2,3	1,7	1,5	1,5	1,4	1,68
C8	21,6	23	19,5	23,3	21,7	21,82
C9	14,7	13,3	14,7	13,9	13,5	14,02
C10	1,3	1,3	1,2	1,6	3,8	1,84
C11	0,7	0,6	0,4	0,3	0,4	0,48

Kümelerin yıllar itibariyle En Düşük Fiyat değişkeni haritası Şekil 3.19.'da verilmiştir. 2014 yılından itibaren her yıl artış gösteren En Düşük Fiyat değişkeninin 2018 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durum hisse senetlerinin piyasa fiyatlarının artan bir eğilim gösterdiği şeklinde yorumlanabilir.



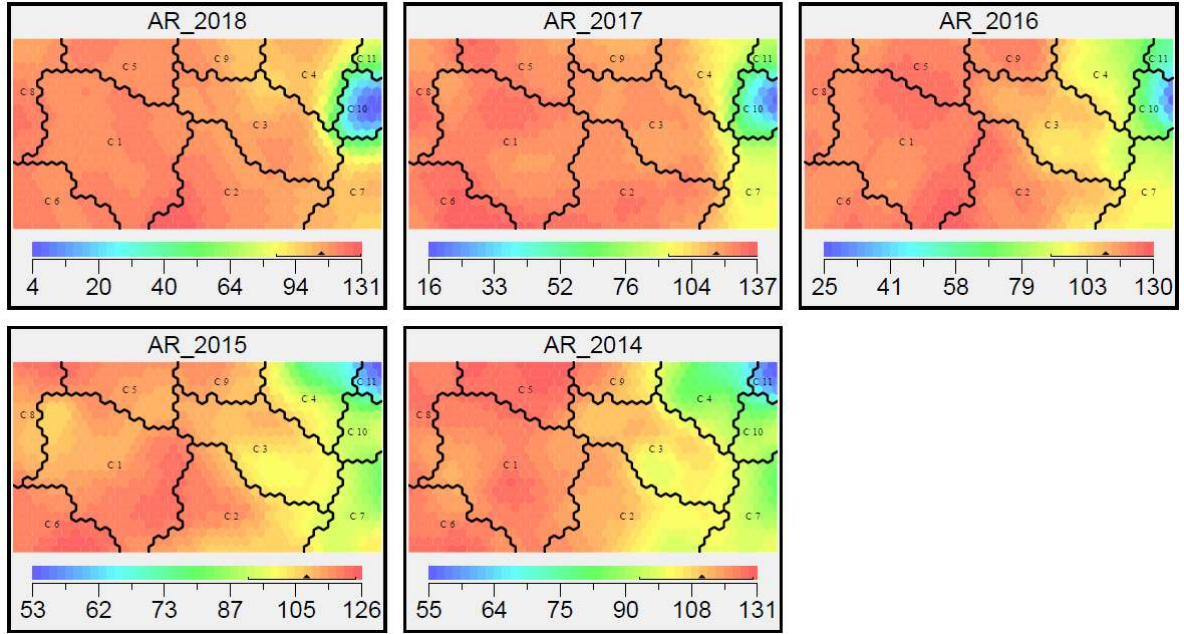
Şekil 3.20. En Düşük Fiyat Değişkeni Haritası

En Düşük Fiyat değişkeni ile ilgili Tablo 3.13.'te verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C5 kümesinde yıllar itibariyle 5,00 – 5,90 aralığında, C7 kümesinde ise 0,90 – 1,10 aralığındadır. Bu iki kümede fiyat değişkeninin düşüş eğilimin fazla olmadığı ve dengeli bir fiyat düzeyi olduğu söylenebilir. C6 kümesinin, 48,50 – 89,90 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek düzeyde fiyat değişkeni azalışına sahip olduğu, C11 kümesinin de 0,20 – 0,30 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük düzeyde fiyat değişkeni azalışına sahip olduğu söylenebilir. Bu durum En Yüksek Fiyat değişkeni ile birlikte incelendiğinde, piyasa fiyatı olarak yüksek fiyat düzeyine sahip hisse senetlerinin C6 kümesinde, düşük fiyat düzeyine sahip hisse senetlerinin C11 kümesinde yer aldığı sonucuna varılabilir. C8 kümesinde, 2014 – 2018 yılları arasında en düşük fiyat seviyesi sırasıyla; 14,30 – 13,50 – 12,70 – 13,80 ve 10,80 olarak gerçekleşmiştir. Bu gruptaki hisse senetlerinin fiyatları yıllar itibariyle bir önceki yıllara göre sürekli düşüş göstermiştir.

Tablo 3.14. En Düşük Fiyat Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	MN_2018	MN_2017	MN_2016	MN_2015	MN_2014	Ortalama
C1	8,9	8,9	7	7,1	5,5	7,48
C2	3,5	2,6	1,7	1,6	1,3	2,14
C3	2,6	2	1,5	1,7	1,7	1,90
C4	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,96
C5	5,4	5,9	5,1	5,5	5	5,38
C6	89,9	85,9	72,8	67	48,5	72,82
C7	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,98
C8	10,8	13,8	12,7	13,5	14,3	13,02
C9	6,7	9,5	8,2	8,8	9,3	8,50
C10	1,3	1,1	1	0,9	0,9	1,04
C11	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,24

Kümelerin yıllar itibariyle Artış Gün Sayısı değişkeni haritası Şekil 3.20.'de verilmiştir. Hisse senetlerinin 365 günlük bir takvim yılında resmî tatil günleri hariç ortalama 250 gün civarında işlem gördüğü bilinmektedir. Bu 250 işlem gününün, ortalama olarak, 2014 yılında 105 günü, 2015 yılında 102 günü, 2016 yılında 102 günü, 2017 yılında 105 günü, 2018 yılında 106 günü hisse senedi fiyatlarının bir önceki güne göre artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.21. Artış Gün Sayısı Değişkeni Haritası

Artış Gün Sayısı değişkeni oranı ile ilgili Tablo 3.14.'te verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C7 kümesinde yıllar itibariyle 93 – 99 aralığında, C1 kümesinde

ise 116 – 124 aralığındadır. Bu iki kümede hisse senetlerinin fiyatlarının bir önceki güne göre Artış Gün Sayısının yıllar itibariyle dengeli bir düzeyde olduğu söylenebilir.

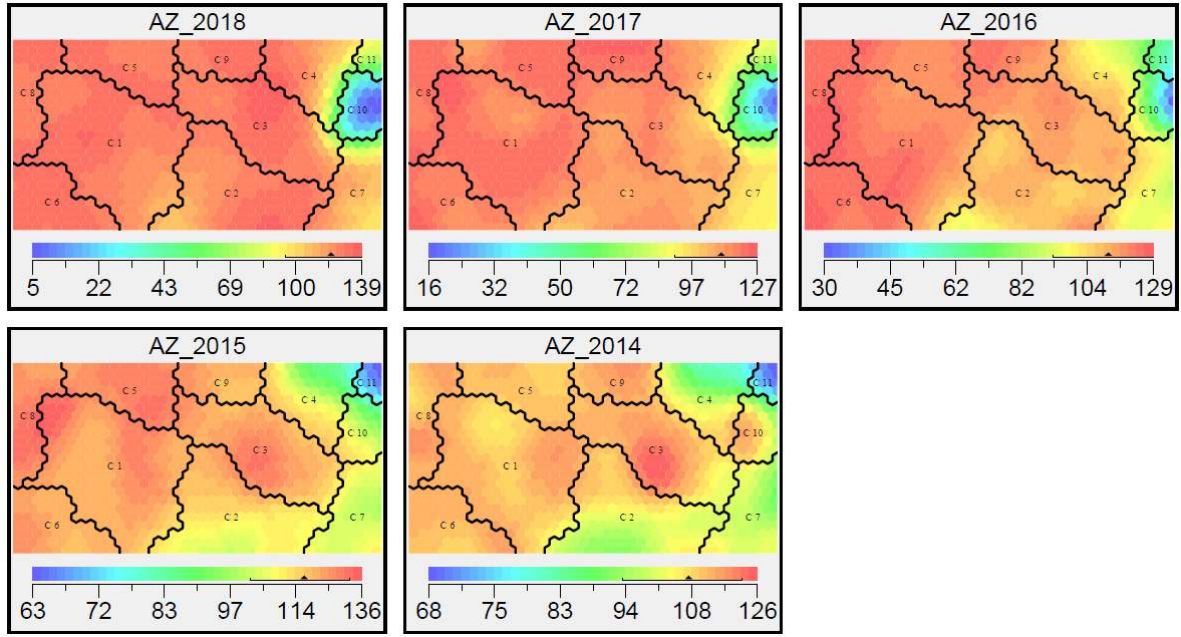
C6 kümesinin, 117 – 130 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Artış Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu, C11 kümesinin de 51 – 78 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Artış Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu söylenebilir.

C10 kümesinde, 2014 – 2018 yılları arasında Artış Gün Sayısı değişkeni sırasıyla; 95, 94, 53, 27 ve 0 olarak gerçekleşmiştir. Bu gruptaki hisse senetlerinin fiyatları bir önceki güne göre yıllar itibariyle sürekli düşüş göstermiştir. C4 kümesinde, 2014 – 2018 yılları arasında Artış Gün Sayısı değişkeni sırasıyla; 84, 86, 89, 104 ve 101 olarak gerçekleşmiştir. Bu kümedeki hisse senetlerinin fiyatları bir önceki güne göre yıllar itibariyle sürekli artış göstermiştir.

Tablo 3.15. Artış Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	AR_2018	AR_2017	AR_2016	AR_2015	AR_2014	Ortalama
C1	116,1	124,4	121,4	115,6	121,5	119,80
C2	115,8	124,7	117,6	110,8	110,2	115,82
C3	109	118,5	103,8	104,9	107,1	108,66
C4	101,3	104,1	89,4	86,3	84	93,02
C5	115,6	123,8	120,8	114,8	129	120,80
C6	116,8	129,6	120,3	121	123,6	122,26
C7	99,3	94,8	93,2	93,6	94,8	95,14
C8	115	122	120,8	116	124,1	119,58
C9	106,8	115,8	122,3	113,5	115,3	114,74
C10	0	27,3	53	93,7	94,7	53,74
C11	73,5	78	57	51	53	62,50

Kümelerin yıllar itibariyle Azalış Gün Sayısı değişkeni haritası Şekil 3.21.'de verilmiştir. Yıllık yaklaşık 250 işlem gününün, ortalama olarak, 2014 yılında 105 günü, 2015 yılında 112 günü, 2016 yılında 105 günü, 2017 yılında 103 günü, 2018 yılında 120 günü hisse senedi fiyatlarının bir önceki güne göre azalış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.22. Azalış Gün Sayısı Değişkeni Haritası

Azalış Gün Sayısı değişkeni ile ilgili Tablo 3.15.'te verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C9 kümesinde yıllar itibariyle 117 – 130 aralığında, C1 kümesinde ise 112 – 126 aralığındadır. Bu iki kümede hisse senetlerinin fiyatlarının bir önceki güne göre Azalış Gün Sayısının yıllar itibariyle dengeli bir düzeyde olduğu söylenebilir.

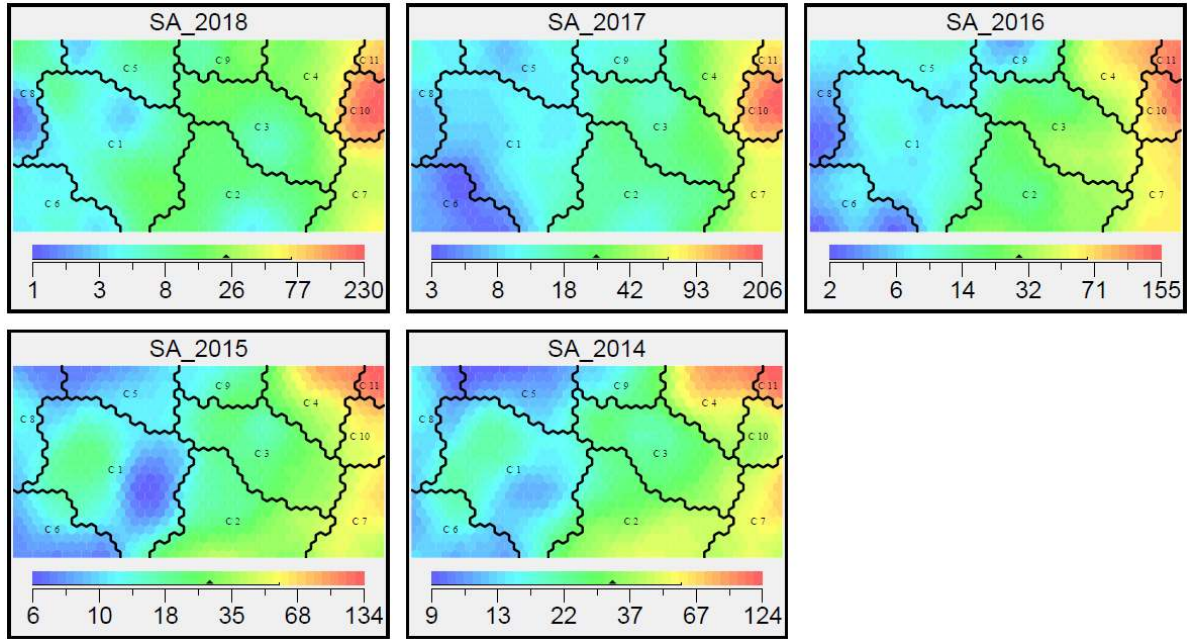
C9 kümesinin, 117 – 130 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Azalış Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu, C11 kümesinin de 56 – 85 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Azalış Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu söylenebilir.

C10 kümesinde, 2014 – 2018 yılları arasında Azalış Gün Sayısı değişkeni sırasıyla; 115, 102, 63, 26 ve 0 olarak gerçekleşmiştir. Bu gruptaki hisse senetlerinin fiyatları bir önceki güne göre yıllar itibariyle sürekli düşüş göstermiştir. C1, C2, C4, C6, C8 ve C9 kümelerinin tamamında, en düşük Azalış Gün Sayısı 2014 yılında, en yüksek Azalış Gün Sayısı 2018 yılında gerçekleşmiştir.

Tablo 3.16. Azalış Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	AZ_2018	AZ_2017	AZ_2016	AZ_2015	AZ_2014	Ortalama
C1	126,2	118,8	120,1	123,5	111,9	120,10
C2	124,3	109,7	106,8	111,2	100,8	110,56
C3	128,9	113	116,8	125,1	116	119,96
C4	119,9	102,9	99,3	101,7	91,4	103,04
C5	127,4	119,6	119,8	128,4	110,4	121,12
C6	130,1	118,6	125,1	122,8	113,1	121,94
C7	107,6	95,3	96,6	104,7	99,8	100,80
C8	129,5	121,5	124,1	127	113,1	123,04
C9	129,3	125,5	121,5	122	117,3	123,12
C10	0	25,7	64,7	102,3	115	61,54
C11	84	84,5	56	60,5	66,5	70,30

Kümelerin yıllar itibariyle Sabit Gün Sayısı değişkeni haritası Şekil 3.22.'de verilmiştir. Yıllık yaklaşık 250 işlem gününün, ortalama olarak, 2014 yılında 41 günü, 2015 yılında 39 günü, 2016 yılında 44 günü, 2017 yılında 44 günü, 2018 yılında 44 günü hisse senedi fiyatlarının bir önceki güne göre sabit kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 3.23. Sabit Gün Sayısı Değişkeni Haritası

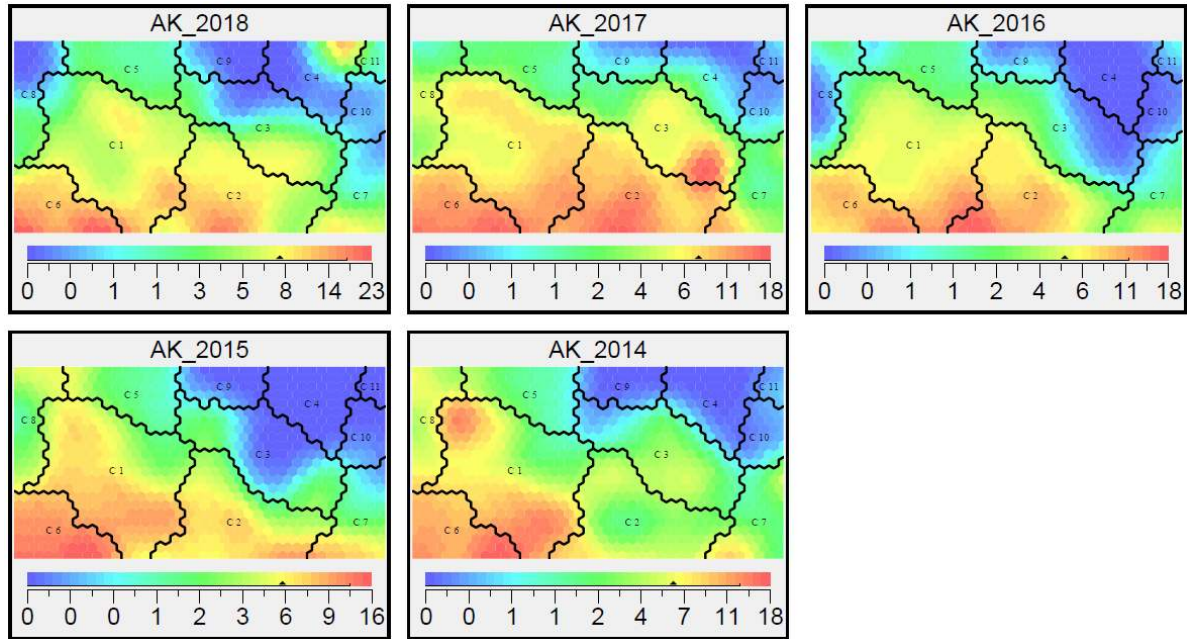
Sabit Gün Sayısı değişkeni ile ilgili Tablo 3.16.'da verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C7 kümesinde yıllar itibariyle 44 – 63 aralığında, C5 kümesinde ise 8 – 12 aralığındadır. Bu iki kümede hisse senetlerinin fiyatlarının bir önceki güne göre Sabit Gün Sayısının yıllar itibariyle dengeli bir düzeyde olduğu söylenebilir.

C11 kümesinin, 91 – 142 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Sabit Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu, C6 kümesinin de 4 – 14 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Sabit Gün Sayısı değişkenine sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 3.17. Sabit Gün Sayısı Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	SA_2018	SA_2017	SA_2016	SA_2015	SA_2014	Ortalama
C1	8,7	9,8	8,5	13,9	17,6	11,70
C2	10,9	18,7	25,6	31	40	25,24
C3	13,1	21,5	29,4	23	27,9	22,98
C4	29,9	46	61,3	65	75,6	55,56
C5	8	9,7	9,4	9,8	11,6	9,70
C6	4,1	4,8	4,6	9,2	14,3	7,40
C7	44,1	62,9	60,2	54,8	56,4	55,68
C8	6,5	9,5	5,1	10	13,8	8,98
C9	15	11,8	6,3	17,5	18,5	13,82
C10	251	200	132,3	57	41,3	136,32
C11	93,5	90,5	137	141,5	131,5	118,80

Kümelerin yıllar itibariyle Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni haritası Şekil 3.23.'te verilmiştir. 2014, 2015 ve 2017 yılları için birbirine yakın ortalamada seyreden oranının, 2016 yılında en düşük seviyede, 2018 yılında en yüksek seviyede olduğu gözlenmektedir. Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) oranını, Hisse Başına Kar oranı ve Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ile birlikte değerlendirmek gerekir.



Şekil 3.24. Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Haritası

Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni ile ilgili Tablo 3.17.'de verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C1 kümesinde 6,79 – 8,94 aralığında, C5 kümesinde ise yıllar itibariyle 1,32 – 1,96 aralığındadır. Bu iki kümede Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeninin istikrarlı olarak seyrettiğini söylemek mümkündür.

C6 kümesinin, 13,18 – 20,18 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni oranına sahip olduğu söylenebilir.

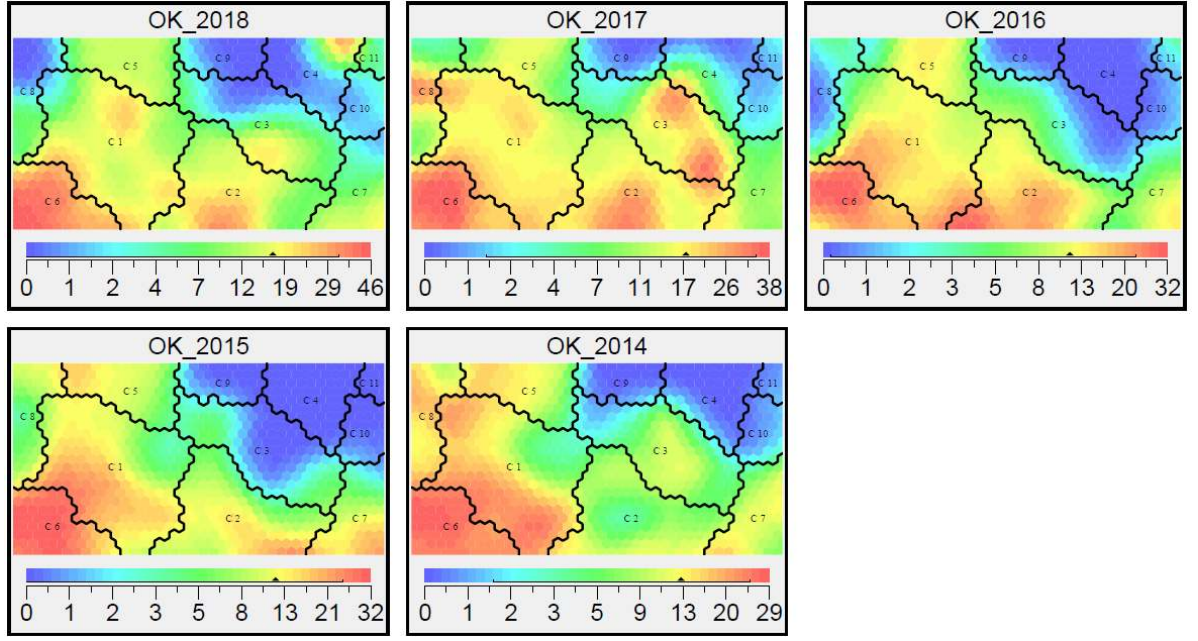
C4 kümesinde yer alan şirketlerin 2014, 2015, 2016 yıllarında, C9 kümesinde yer alan şirketlerin de 2014 ve 2015 yıllarında zararlar kapattıkları için kar dağıtımını yapmadıkları Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ve Hisse Başına Kar değişkenleri yorumlanırken ifade edilmiştir. Buna bağlı olarak, C4 ve C9 kümelerinde bu yıllarda Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) oranını gözlemlenmediği ve ortalamanın düşük seviyelerde olduğu söylenebilir.

Buna ilave olarak, C10 kümesinde Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) oranının 0,06 – 0,35 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük seviyelerde olduğunu gözlemlenmek mümkündür.

Tablo 3.18. Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	AK_2018	AK_2017	AK_2016	AK_2015	AK_2014	Ortalama
C1	8,52	8,61	6,79	6,96	8,94	7,96
C2	9,92	10,8	10,2	7,55	5,4	8,77
C3	4,65	14,28	1,43	1,48	3,52	5,07
C4	9,54	0,5	0	0	0	2,01
C5	1,88	1,41	1,32	1,84	1,96	1,68
C6	20,18	14,87	13,18	15,63	14,72	15,72
C7	5,79	5,26	3,35	5,7	6,75	5,37
C8	0,92	3,17	1,6	3,37	5,59	2,93
C9	0,07	0,47	0,28	0	0	0,16
C10	0,35	0,32	0,06	0,09	0,16	0,20
C11	1,29	0,82	1,19	0	0,41	118,80

Kümelerin yıllar itibariyle Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni haritası Şekil 3.24.'te verilmiştir. 2014, 2015 ve 2018 yılları için birbirine yakın ortalamada seyreden oranının, 2016 yılında en düşük seviyede, 2017 yılında en yüksek seviyede olduğu gözlenmektedir. Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) oranını, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık) oranı, Hisse Başına Kar oranı ve Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ile birlikte değerlendirmek gerekir.



Şekil 3.25. Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Haritası

Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni ile ilgili Tablo 3.18.'de verilen, kümelerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, C5 kümesinde 11,90 – 13,91 aralığında, C1 kümesinde ise yıllar itibariyle 14,60 – 19,30 aralığındadır. Bu iki kümede Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeninin istikrarlı olarak seyrettiğini söylemek mümkündür.

C6 kümesinin, 28,25 – 40,44 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) değişkeni oranına sahip olduğu söylenebilir. C4 ve C9 kümelerinde yer alan şirketlerin 2014, 2015, 2016 yıllarında, zararlar kapattıkları için kar dağıtımını yapmadıkları Fiyat/Kazanç Oranı (F/K) ve Hisse Başına Kar değişkenleri yorumlanırken ifade edilmiştir. Buna bağlı olarak, C4 ve C9 kümelerinde bu yıllarda Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) oranını gözlemlenmediği görülebilir. Buna ilave olarak, C9 kümesinde Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) oranının 0,23 – 0,40 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük seviyelerde olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.19. Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) Değişkeni Tanımlayıcı İstatistikler

Küme	OK_2018	OK_2017	OK_2016	OK_2015	OK_2014	Ortalama
C1	18,81	19,3	14,6	14,83	17,83	17,07
C2	20,08	20,9	19,4	14,72	10,24	17,07
C3	10,29	26,5	2,92	3,06	9,47	10,45
C4	19,23	4,7	0	0	0	4,79
C5	13,91	12,8	11,9	12,03	13,45	12,82
C6	40,44	33,7	29,09	31,79	28,25	32,65
C7	13,33	12,3	9,44	15,07	15,15	13,06
C8	2,93	17	2,63	8,26	15,46	9,26
C9	0,23	0,4	0	0	0	0,13
C10	2,31	2,1	0,77	0,18	0,74	1,22
C11	5,29	4,1	6,64	0	0,76	3,36

3.3.5. Kümelerden Portföy Seçimi

Çalışmanın bu bölümünde kümeleme sonuçlarından yararlanılarak, yatırımcılar için çeşitli alternatif portföy önerileri ortaya konulmuştur. Oluşturulacak portföyler için 01.01.2019 – 31.12.2019 tarihleri arasında gerçekleşmiş günlük kapanış fiyatları baz alınarak, kümelerde yer alan hisse senetlerinin getiri ve riskleri hesaplanmıştır. Böylelikle elde edilen portföyler getiri ve risk açısından karşılaştırılmıştır.

Kümelerde yer alan BİST-100 Endeksi hisse senetlerinin 01.01.2019 – 31.12.2019 tarihleri arasındaki gün sonu kapanış fiyatları bilgisi Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>) internet sitesinden RStudio (Version 1.2.5001) yazılımı kullanılarak piyasa ve pay bilgilerine ilişkin geçmiş verilerden elde edilmiştir. Her bir hisse senedinin her ayın son gününün kapanış fiyatları baz alınarak, 2019 yılı için 12 adet fiyat bilgisi elde edilmiştir. Bu fiyat bilgileri kullanılarak, hisse senetlerinin bireysel getiri ve riskleri ile, bu hisse senetleri kullanılarak oluşturulan portföylerin getiri ve riskleri hesaplanmıştır. Getiri ve risk hesaplamaları, portföy analizi işlemleri için RStudio yazılımında bulunan bazı hazır paketler kullanılmıştır.

3.3.5.1. Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı portföyler

İlk olarak, yatırımcının getiri ve risk konusunda bilgisi olmadığı varsayılarak, her kümenin bir portföy olduğu düşünülerek, her bir kümede yer alan hisse senetleri eşit oranda kullanılarak oluşturulan portföylerin getirileri ve riskleri hesaplanmıştır. Burada kural olarak

her bir küme içerisindeki hisse senetleri portföyde eşit ağırlıkta bulunacak şekilde küme içerisinde portföy oluşturulması sağlanmıştır.

C1 kümesinde yer alan 17 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %5,88 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,62 ve portföy riski %7,22 olarak hesaplanmıştır. C1 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.19.'da verilmiştir.

Tablo 3.20. C1 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AFYON	2,24	8,92	0,2511	0.0588	2,62	7,22	0,36
	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0.0588			
	ARCLK	1,60	11,55	0,1385	0.0588			
	ASELS	-1,66	8,35	-0,1988	0.0588			
	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0.0588			
	DOAS	5,88	16,93	0,3473	0.0588			
	ECZYT	3,44	9,99	0,3443	0.0588			
	EREGL	2,78	10,44	0,2663	0.0588			
	GOODY	1,24	11,02	0,1125	0.0588			
	KCHOL	2,72	9,05	0,3006	0.0588			
	KORDS	2,58	8,92	0,2892	0.0588			
	SODA	-0,97	6,45	-0,1504	0.0588			
	TATGD	3,68	10,69	0,3442	0.0588			
	TAVHL	2,28	7,71	0,2957	0.0588			
	TCELL	1,41	8,45	0,1669	0.0588			
	TKFEN	-0,53	13,21	-0,0401	0.0588			
	ULKER	3,41	10,99	0,3103	0.0592			

C2 kümesinde yer alan 15 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %6,66 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,93 ve portföy riski %6,97 olarak hesaplanmıştır. C2 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.20.'de verilmiştir.

Tablo 3.21. C2 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	ANACM	3,96	8,72	0,4541	0.0666	2,93	6,97	0,42
	ANELE	4,81	14,76	0,3259	0.0666			
	CEMTS	2,19	10,48	0,2090	0.0666			
	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0.0666			
	EKGYO	-0,78	12,35	-0,0632	0.0666			
	ENKAI	3,08	6,79	0,4536	0.0666			
	FLAP	3,82	10,94	0,3492	0.0666			
	GEREL	1,5	12,29	0,1221	0.0666			
	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0.0666			
	PETKM	-0,89	9,44	-0,0943	0.0666			
	POLHO	-0,48	10,72	-0,0448	0.0666			
	SASA	2,05	8,76	0,2340	0.0666			
	SISE	-0,92	10,81	-0,0851	0.0666			
	TRKCM	1,09	10,32	0,1056	0.0666			
	YATAS	3,63	12,51	0,2902	0.0676			

C3 kümesinde yer alan 10 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %10 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %3,22 ve portföy riski %9,37 olarak hesaplanmıştır. C3 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.21.'de verilmiştir.

Tablo 3.22. C3 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C3	AKSEN	2,35	12,88	0,1825	0.10	3,22	9,37	0,34
	ALARK	9,45	11,20	0,8438	0.10			
	ECILC	3,17	8,9	0,3562	0.10			
	IPEKE	2,49	11,02	0,2260	0.10			
	ITTFH	3,27	19,32	0,1693	0.10			
	KOZAA	2,28	10,04	0,2271	0.10			
	KRDMD	2,25	9,58	0,2349	0.10			
	NTHOL	1,89	10,68	0,1770	0.10			
	ODAS	1,8	15,54	0,1158	0.10			
	PRKME	-0,18	20,05	-0,0090	0.10			

C4 kümesinde yer alan 7 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %14,29 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,69 ve portföy

riski %8,47 olarak hesaplanmıştır. C4 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.22.'de verilmiştir.

Tablo 3.23. C4 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C4	CEMAS	4,49	18,95	0,2369	0.1429	2,69	8,47	0,32
	DGKLB	1,77	11,73	0,1509	0.1429			
	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0.1429			
	GLYHO	3,51	9,99	0,3514	0.1429			
	HURGZ	-0,67	23,02	-0,0291	0.1429			
	KARSN	1,2	14,29	0,0840	0.1429			
	ZOREN	1,63	11,61	0,1404	0.1426			

C5 kümesinde yer alan 9 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %11,11 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %1,93 ve portföy riski %9,12 olarak hesaplanmıştır. C5 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.23.'te verilmiştir.

Tablo 3.24. C5 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C5	AKBNK	2,23	11,38	0,1960	0.1111	1,93	9,12	0,21
	GARAN	2,45	9,58	0,2557	0.1111			
	HALKB	-2,09	11,76	-0,1777	0.1111			
	ISCTR	2,42	10,63	0,2277	0.1111			
	SAHOL	1,7	12	0,1417	0.1111			
	THYAO	-1,4	9,47	-0,1478	0.1111			
	VAKBN	1,72	13,92	0,1236	0.1111			
	VESTL	5,17	20,09	0,2573	0.1111			
	YKBNK	3,08	10,72	0,2873	0.1112			

C6 kümesinde yer alan 10 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %10 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %3,67 ve portföy riski %6,14 olarak hesaplanmıştır. C6 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.24.'te verilmiştir.

Tablo 3.25. C6 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0.10	3,67	6,14	0,60
	BIMAS	0,89	7,26	0,1226	0.10			
	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0.10			
	FROTO	2,71	9,83	0,2757	0.10			
	KARTN	1,45	7,59	0,1910	0.10			
	KOZAL	2,78	9,39	0,2961	0.10			
	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0.10			
	TOASO	3,95	10,8	0,3657	0.10			
	TTRAK	3,17	11,55	0,2745	0.10			
	TUPRS	1,14	11,26	0,1012	0.10			

C7 kümesinde yer alan 9 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %11,11 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,02 ve portföy riski %11,12 olarak hesaplanmıştır. C7 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.25.'te verilmiştir.

Tablo 3.26. C7 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C7	ALBRK	1,37	18,5	0,0741	0.1111	2,02	11,12	0,18
	GENTS	3,56	9,96	0,3574	0.1111			
	GSDHO	4,58	12,96	0,3534	0.1111			
	ISFIN	-5,59	28,04	-0,1994	0.1111			
	ISGYO	3,21	15,24	0,2106	0.1111			
	METRO	-1,15	28,8	-0,0399	0.1111			
	OZKGY	4,22	11,6	0,3638	0.1111			
	SKBNK	0,82	9,81	0,0836	0.1111			
	TSKB	3,15	9,4	0,3351	0.1112			

C8 kümesinde yer alan 8 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %12,50 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %5,16 ve portföy riski %8,56 olarak hesaplanmıştır. C8 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.26.'da verilmiştir.

Tablo 3.27. C8 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C8	CCOLA	2,32	8,92	0,2601	0.125	5,16	8,56	0,60
	GOLTS	2,56	10,84	0,2362	0.125			
	GUBRF	8,13	15,89	0,5116	0.125			
	MGROS	3,61	10,39	0,3474	0.125			
	NETAS	4,98	15,05	0,3309	0.125			
	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0.125			
	TMSN	2,15	11,35	0,1894	0.125			
	TTKOM	4,64	11,58	0,4007	0.125			

C9 kümesinde yer alan 4 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %25 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,07 ve portföy riski %16,12 olarak hesaplanmıştır. C9 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.27.'de verilmiştir.

Tablo 3.28. C9 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C9	AEFES	0,7	11,38	0,0615	0.25	2,07	16,12	0,13
	BJKAS	-1,06	30,24	-0,0351	0.25			
	FENER	5,52	14,05	0,3929	0.25			
	GSRAY	1,83	23,42	0,0781	0.25			

C10 kümesinde yer alan 3 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %33,33 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %2,09 ve portföy riski %9,65 olarak hesaplanmıştır. C10 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.28.'de verilmiştir.

Tablo 3.29. C10 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C10	BERA	4,84	11,48	0,4216	0.3333	2,09	9,65	0,22
	ICBCT	0,05	11,45	0,0044	0.3333			
	IHLGM	0,62	17,28	0,0359	0.3334			

C11 kümesinde yer alan 2 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %50 olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %3,3 ve portföy riski %14,93 olarak hesaplanmıştır. C11 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.29.'da verilmiştir.

Tablo 3.30. C11 Kümesinde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C11	IEYHO	-6,33	25,92	-0,2442	0.50	3,3	14,93	0,22
	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0.50			

Kümelerde oluşturulan portföylerin getiri ve riskleri ile getiri/risk oranları özet olarak Tablo 3.30.'da gösterilmiştir. C6 kümesi ve C8 kümesinde oluşturulan portföylerin en etkin portföyler olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.31. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföylerin Getirisi ve Riski

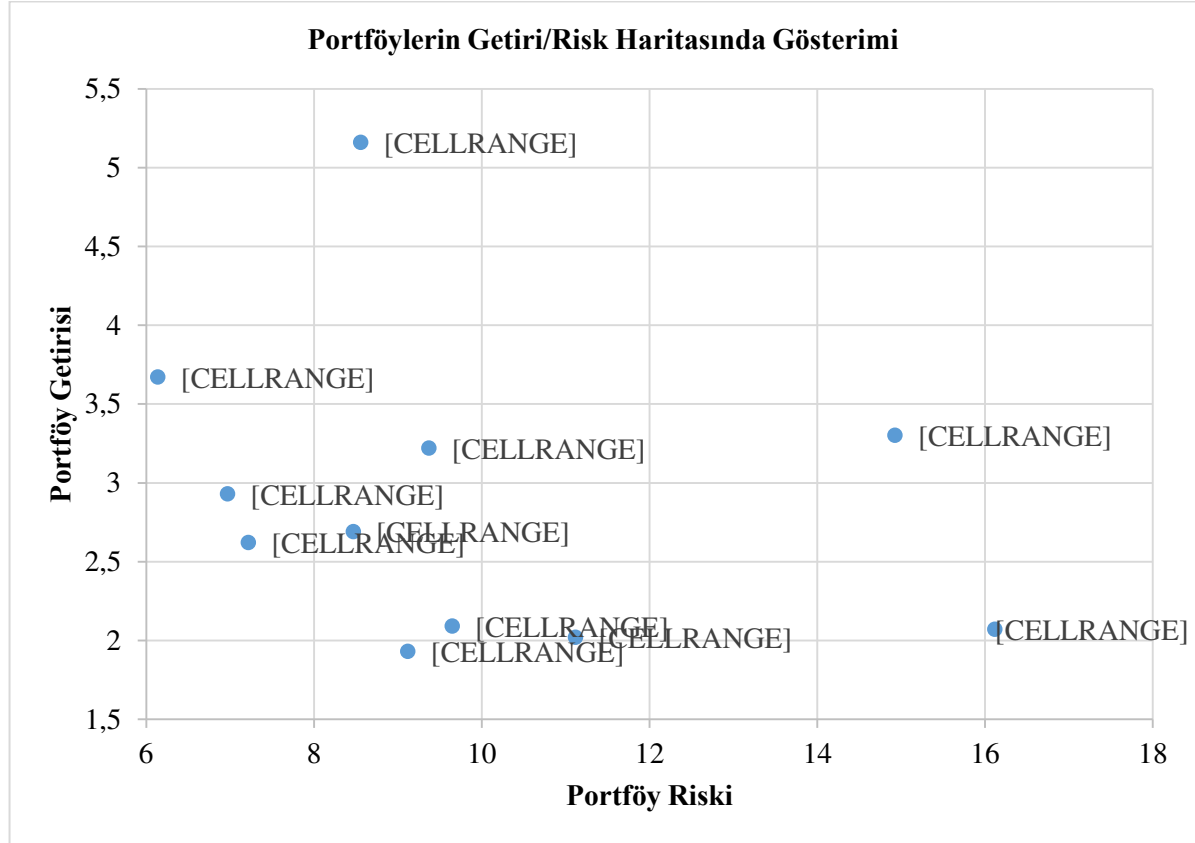
Küme	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Getiri / Risk
C1	2,62	7,22	0,36
C2	2,93	6,97	0,42
C3	3,22	9,37	0,34
C4	2,69	8,47	0,32
C5	1,93	9,12	0,21
C6	3,67	6,14	0,60
C7	2,02	11,12	0,18
C8	5,16	8,56	0,60
C9	2,07	16,12	0,13
C10	2,09	9,65	0,22
C11	3,3	14,93	0,22

Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı portföylerin getiri ve risklerini karşılaştırmak için Şekil 3.25.'ten yararlanılabilir. Bu şekil Portföylerin Getiri – Risk Haritasını ifade etmektedir.

C6 kümesinde oluşturulan portföy, riski en az olan portföydür. Getiri yönünden bakıldığında C8 kümesinde oluşturulan portföy en yüksek getiri düzeyine sahip portföydür. C8 kümesinde oluşturulan portföy getiri yönünden en yüksek getiriye sahip olan portföy olmasına rağmen portföy riski açısından beşinci en düşük risk düzeyine sahiptir. C9

kümesinden oluşturulan portföy en yüksek risk derecesine sahip olmasına rağmen getiri düzeyi ise oldukça düşüktür.

Yatırımcının aldığı riskler karşısında ne düzeyde getiri beklediği veya başka bir ifade ile ne düzeyde getiri elde edebilmek için ne düzeyde risk alabileceği bu haritada gösterilmektedir. Yatırımcının getiri-risk tercihinine göre haritanın hangi bölgesinde konumlanacağı belirlenebilecektir.



Şekil 3.26. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı Portföylerin Getiri – Risk Haritası

P1 Portföyü; Daha etkin bir portföy elde etmeyi sağlamak amacıyla her kümeden en yüksek getiri/risk oranına sahip hisse senetlerini seçerek, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı eşit oranda olacak şekilde yeni bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P1 olarak ifade edilmiştir.

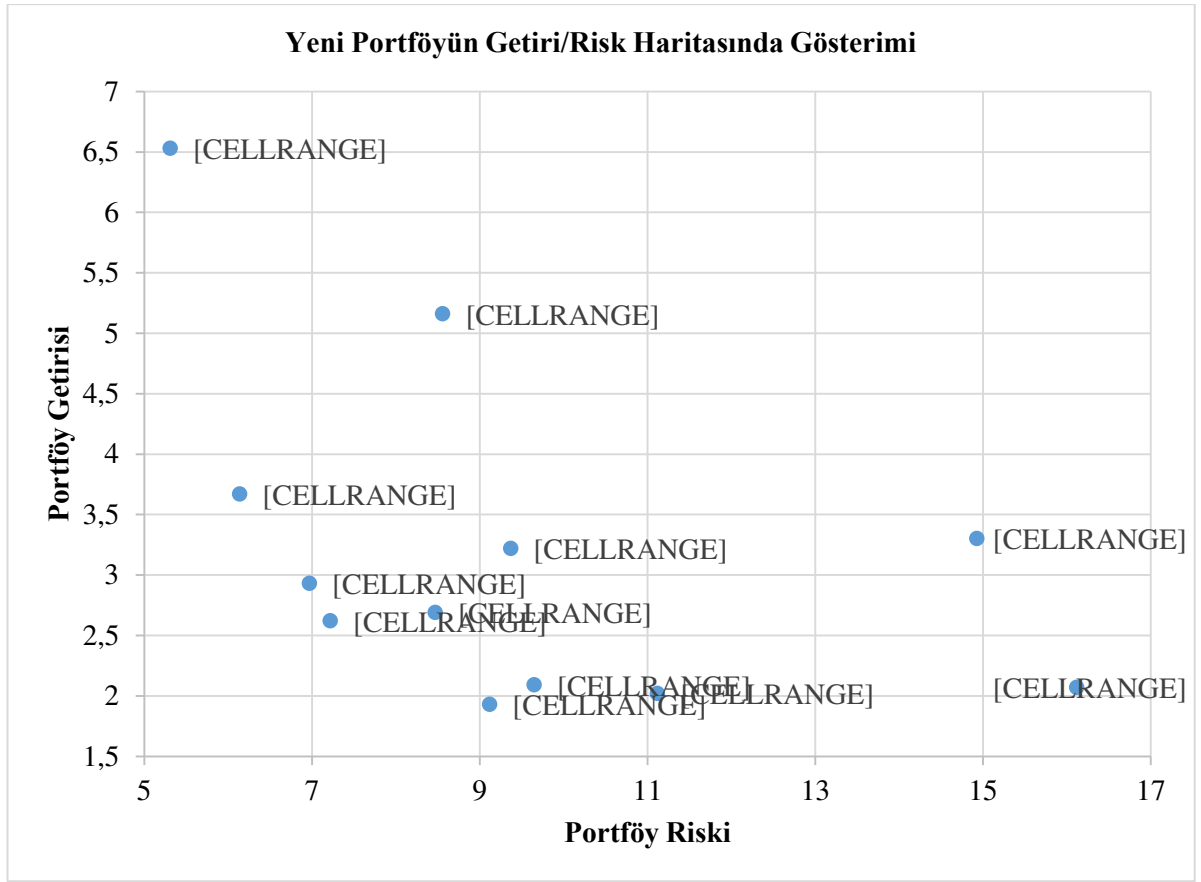
Kümelerde en yüksek getiri/risk oranını sağlayacak şekilde C1 kümesinden AKSA, C2 kümesinden DEVA, C3 kümesinden ALARK, C4 kümesinden DOHOL, C5 kümesinden YKBNK, C6 kümesinden OTKAR, C7 kümesinden OZKGY, C8 kümesinden PGSUS, C9 kümesinden FENER, C10 kümesinden BERA ve C11 kümesinden IHLAS hisse senedi

seçilerek bir portföy oluşturulmuştur. 11 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %9,09 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %6,53 ve portföy riski %5,31 olarak hesaplanmıştır. P1 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.31.'de verilmiştir.

Tablo 3.32. Kümelerde En İyi Hisse Senetleri İçin Oluşturulan Portföy Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,09091	6,53	5,31	1,22
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2088	0,09091			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8437	0,09091			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0662	0,09091			
C5	YKBNK	3,08	10,72	0,2873	0,09091			
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,09091			
C7	OZKGY	4,22	11,6	0,3637	0,09091			
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,09091			
C9	FENER	5,52	14,05	0,3928	0,09091			
C10	BERA	4,84	11,48	0,4216	0,09091			
C11	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,09090			

P1 portföyün getiri ve risk düzeyini daha önce kümelerde oluşturulan portföylerin getiri ve risklerini karşılaştırmak için Şekil 3.26.'dan yararlanılabilir. P1 portföyün getirisi 6,53 ve riski 5,31 olduğuna göre, daha önce kümelerde oluşturulan portföylerden daha yüksek getiri düzeyine sahip, aynı zamanda daha düşük risk düzeyine sahip olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 3.27. P1 Portföyünün Getiri – Risk Haritası

Şekil 3.26.'ya göre, kümelerdeki en iyi performans gösteren hisse senetlerini kullanarak daha etkin portföy oluşturma'nın mümkün olabileceği söylenebilir.

3.3.5.2. Eşit ağırlıklı olarak oluşturulan alternatif portföyler

Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı portföylerden sonra, eşit ağırlıklı olacak biçimde alternatif olarak şu portföyler oluşturulmuştur. Burada kural olarak, kümelerde yer alan hisse senetlerinin en yüksek getiri/risk oranına sahip olanları kullanılarak eşit ağırlıklı portföyler oluşturulması sağlanmıştır.

P2 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 11 adet (küme sayısı kadar) hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P2 olarak ifade edilmiştir. 11 adet hisse senedi kullanarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %9,09 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %7,11 ve portföy riski %4,99 olarak hesaplanmıştır. P2 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.32.'de verilmiştir.

Tablo 3.33. P2 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,09091	7,11	4,99	1,42
C1	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0,09091			
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,09091			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,09091			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,09091			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,09091			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,09091			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,09091			
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,09091			
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,09091			
C11	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,0909			

P3 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 2 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P3 olarak ifade edilmiştir. 2 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %50 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %6,91 ve portföy riski %3,46 olarak hesaplanmıştır. P3 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.33.'te verilmiştir.

Tablo 3.34. P3 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,50	6,91	3,46	1,99
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,50			

P4 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 3 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P3 olarak ifade edilmiştir. 3 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %33,3 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %6,87 ve portföy riski %2,60 olarak hesaplanmıştır. P4 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.34.'te verilmiştir.

Tablo 3.35. P4 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,333	6,87	2,60	2,64
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,333			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,334			

P5 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 4 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P5 olarak ifade edilmiştir. 4 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %25 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %7,58 ve portföy riski %4,57 olarak hesaplanmıştır. P5 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.35.'de verilmiştir.

Tablo 3.36. P5 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,25	7,58	4,57	1,65
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,25			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,25			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,25			

P6 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 5 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P6 olarak ifade edilmiştir. 5 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %20 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %7,26 ve portföy riski %4,54 olarak hesaplanmıştır. P6 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.36.'da verilmiştir.

Tablo 3.37. P6 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,20	7,26	4,54	1,59
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,20			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,20			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,20			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,20			

P7 Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 10 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P7 olarak ifade edilmiştir. 10 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı %10 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %7,02 ve portföy riski %4,91 olarak hesaplanmıştır. P7 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.37.'de verilmiştir.

Tablo 3.38. P7 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,10	7,02	4,91	1,42
C1	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0,10			
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,10			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,10			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,10			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,10			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,10			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,10			
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,10			
C8	PGSUS	9,81	15,50	0,6329	0,10			

PT Portföyü; BİST-100 Endeksinde yer alan 94 adet hisse senedinin tamamından oluşan eşit ağırlıklı bir pazar portföyü oluşturulmuştur. Bu portföyün adı PT olarak ifade edilmiştir. 94 adet hisse senedi kullanılarak, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı yaklaşık olarak %1,06 olacak şekilde oluşturulan bu portföyün getirisi %2,96 ve portföy

riski %7,05 olarak hesaplanmıştır. PT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.38.'de verilmiştir.

Tablo 3.39. PT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
Tüm	AFYON				0,010638	2,96	7,05	0,42
								
	IHLAS				0,010638			

3.3.5.3. Kümelerde Markowitz'in ortalama varyans modeline göre oluşturulan portföyler

Yatırımcının risk ve getiri hakkında bilgisi olduğu varsayılarak, risk ve getiri ilişkisini dikkate alarak portföyler oluşturulmuştur. Burada rasyonel bir yatırımcının en düşük risk seviyesinde en yüksek getiriyi sunan portföyü oluşturması beklenmektedir. Her kümenin bir portföy olduğu düşünülerek, her bir kümede yer alan hisse senetleri kullanılarak, Markowitz'in ortalama-varyans modeline göre oluşturulan optimal portföylerin getirileri ve riskleri hesaplanmıştır. Optimal portföylerin hesaplanmasında, RStudio (Version 1.2.5001) yazılımında bulunan bazı hazır paketler kullanılmıştır. Yazılıma ilişkin bilgiler Ek-2'de verilmiştir. Burada kural olarak her bir küme içerisindeki hisse senetleri portföyde optimal ağırlıkta bulunacak şekilde küme içerisinde portföy oluşturulması sağlanmıştır.

C1 kümesinde yer alan 17 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %5,43 ve portföy riski %6,41 olarak hesaplanmıştır. C1 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.39.'da verilmiştir.

Tablo 3.40. C1 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AFYON	2,24	8,92	0,2511	0.002	5,43	6,41	0,84
	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0.378			
	ARCLK	1,60	11,55	0,1385				
	ASELS	-1,66	8,35	-0,1988				
	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0.612			
	DOAS	5,88	16,93	0,3473				
	ECZYT	3,44	9,99	0,3443				
	EREGL	2,78	10,44	0,2663				
	GOODY	1,24	11,02	0,1125				
	KCHOL	2,72	9,05	0,3006	0.006			
	KORDS	2,58	8,92	0,2892				
	SODA	-0,97	6,45	-0,1504				
	TATGD	3,68	10,69	0,3442	0.002			
	TAVHL	2,28	7,71	0,2957				
	TCELL	1,41	8,45	0,1669				
	TKFEN	-0,53	13,21	-0,0401				
	ULKER	3,41	10,99	0,3103	0.006			

Ayrıca, C1 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.40.'ta verilmiştir.

Tablo 3.41. C1 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	AFYON	AKSA	ARCLK	ASELS	BRSAN	DOAS	ECZYT	EREGL	GOODY	KCHOL	KORDS	SODA	TATGD	TAVHL	TCELL	TKFEN	ULKER
AFYON	1,0000	0,5319	0,3679	0,7525	0,4121	0,5095	0,7003	0,4964	0,9245	0,3537	0,0250	0,2964	0,3302	0,4202	0,6149	0,2041	0,3466
AKSA	0,5319	1,0000	0,6983	0,6342	0,5868	0,5490	0,5691	0,8856	0,6142	0,7608	0,2184	0,6473	0,5883	0,6735	0,6321	0,5636	0,7288
ARCLK	0,3679	0,6983	1,0000	0,5978	0,2336	0,7548	0,6275	0,6891	0,5142	0,7819	0,2806	0,4450	0,2275	0,6322	0,7608	0,7731	0,8762
ASELS	0,7525	0,6342	0,5978	1,0000	0,6175	0,5958	0,7969	0,5184	0,7913	0,6805	0,2182	0,4835	0,6078	0,3849	0,6908	0,4107	0,6464
BRSAN	0,4121	0,5868	0,2336	0,6175	1,0000	0,2741	0,5418	0,6164	0,6224	0,2770	0,1736	0,6228	0,7003	0,0951	0,1621	0,0940	0,3781
DOAS	0,5095	0,5490	0,7548	0,5958	0,2741	1,0000	0,7868	0,5048	0,5520	0,5783	0,1317	0,2589	0,0855	0,3984	0,6134	0,2931	0,5073
ECZYT	0,7003	0,5691	0,6275	0,7969	0,5418	0,7868	1,0000	0,5849	0,7600	0,5373	0,0368	0,4848	0,5006	0,2729	0,6088	0,2945	0,6374
EREGL	0,4964	0,8856	0,6891	0,5184	0,6164	0,5048	0,5849	1,0000	0,6578	0,6263	0,2523	0,7034	0,5374	0,5671	0,5676	0,6505	0,7319
GOODY	0,9245	0,6142	0,5142	0,7913	0,6224	0,5520	0,7600	0,6578	1,0000	0,3568	0,1545	0,4803	0,4131	0,4258	0,5839	0,3406	0,5126
KCHOL	0,3537	0,7608	0,7819	0,6805	0,2770	0,5783	0,5373	0,6263	0,3568	1,0000	0,0941	0,3403	0,5095	0,6068	0,8377	0,6610	0,7791
KORDS	0,0250	0,2184	0,2806	0,2182	0,1736	0,1317	0,0368	0,2523	0,1545	0,0941	1,0000	0,6725	-0,0034	-0,0925	-0,1822	0,3157	0,1503
SODA	0,2964	0,6473	0,4450	0,4835	0,6228	0,2589	0,4848	0,7034	0,4803	0,3403	0,6725	1,0000	0,4970	0,2017	0,0860	0,4643	0,5634
TATGD	0,3302	0,5883	0,2275	0,6078	0,7003	0,0855	0,5006	0,5374	0,4131	0,5095	-0,0034	0,4970	1,0000	0,0698	0,3575	0,2699	0,5295
TAVHL	0,4202	0,6735	0,6322	0,3849	0,0951	0,3984	0,2729	0,5671	0,4258	0,6068	-0,0925	0,2017	0,0698	1,0000	0,7352	0,6843	0,6554
TCELL	0,6149	0,6321	0,7608	0,6908	0,1621	0,6134	0,6088	0,5676	0,5839	0,8377	-0,1822	0,0860	0,3575	0,7352	1,0000	0,6585	0,7492
TKFEN	0,2041	0,5636	0,7731	0,4107	0,0940	0,2931	0,2945	0,6505	0,3406	0,6610	0,3157	0,4643	0,2699	0,6843	0,6585	1,0000	0,8575
ULKER	0,3466	0,7288	0,8762	0,6464	0,3781	0,5073	0,6374	0,7319	0,5126	0,7791	0,1503	0,5634	0,5295	0,6554	0,7492	0,8575	1,0000

C2 kümesinde yer alan 15 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %7,20 ve portföy riski %3,74 olarak hesaplanmıştır. C2 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.41.'de verilmiştir.

Tablo 3.42. C2 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	ANACM	3,96	8,72	0,4541		7,20	3,74	1,93
	ANELE	4,81	14,76	0,3259	0,002			
	CEMTS	2,19	10,48	0,2090	0,044			
	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,566			
	EKGYO	-0,78	12,35	-0,0632				
	ENKAI	3,08	6,79	0,4536	0,024			
	FLAP	3,82	10,94	0,3492				
	GEREL	1,5	12,29	0,1221	0,034			
	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,308			
	PETKM	-0,89	9,44	-0,0943				
	POLHO	-0,48	10,72	-0,0448				
	SASA	2,05	8,76	0,2340	0,006			
	SISE	-0,92	10,81	-0,0851				
	TRKCM	1,09	10,32	0,1056	0,004			
	YATAS	3,63	12,51	0,2902	0,004			

Ayrıca, C2 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.42.'de verilmiştir.

Tablo 3.43. C2 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	ANACM	ANELE	CEMTS	DEVA	EKGYO	ENKAI	FLAP	GEREL	HEKTS	PETKM	POLHO	SASA	SISE	TRKCM	YATAS
ANACM	1,0000	0,5308	0,5896	-0,3054	0,5033	0,4419	0,6609	0,6012	0,3838	0,4797	0,6709	0,5854	0,7406	0,7842	0,6519
ANELE	0,5308	1,0000	0,8474	0,0099	0,6154	0,3813	0,8474	0,8233	0,6993	0,5913	0,3901	0,0770	0,8515	0,7303	0,2258
CEMTS	0,5896	0,8474	1,0000	-0,1705	0,7123	0,2671	0,7143	0,8859	0,5439	0,3188	0,5308	-0,0126	0,6270	0,5823	0,3916
DEVA	-0,3054	0,0099	-0,1705	1,0000	-0,0985	-0,4920	0,2428	-0,2366	-0,4180	0,1552	-0,1322	-0,2547	-0,0971	0,0214	-0,2130
EKGYO	0,5033	0,6154	0,7123	-0,0985	1,0000	0,1635	0,6905	0,6827	0,3548	0,1366	0,8550	-0,1521	0,6227	0,5449	0,4105
ENKAI	0,4419	0,3813	0,2671	-0,4920	0,1635	1,0000	0,2264	0,5654	0,3768	0,4260	0,0639	0,3658	0,5265	0,2041	0,1949
FLAP	0,6609	0,8474	0,7143	0,2428	0,6905	0,2264	1,0000	0,7216	0,5367	0,6243	0,6491	0,2591	0,8632	0,8405	0,4458
GEREL	0,6012	0,8233	0,8859	-0,2366	0,6827	0,5654	0,7216	1,0000	0,6126	0,4142	0,5502	0,1019	0,6795	0,5296	0,4794
HEKTS	0,3838	0,6993	0,5439	-0,4180	0,3548	0,3768	0,5367	0,6126	1,0000	0,3225	0,3071	0,2796	0,6536	0,5062	0,2075
PETKM	0,4797	0,5913	0,3188	0,1552	0,1366	0,4260	0,6243	0,4142	0,3225	1,0000	0,0573	0,5596	0,7159	0,7454	0,4088
POLHO	0,6709	0,3901	0,5308	-0,1322	0,8550	0,0639	0,6491	0,5502	0,3071	0,0573	1,0000	0,0911	0,5290	0,5772	0,6334
SASA	0,5854	0,0770	-0,0126	-0,2547	-0,1521	0,3658	0,2591	0,1019	0,2796	0,5596	0,0911	1,0000	0,3843	0,4293	0,3422
SISE	0,7406	0,8515	0,6270	-0,0971	0,6227	0,5265	0,8632	0,6795	0,6536	0,7159	0,5290	0,3843	1,0000	0,8861	0,4000
TRKCM	0,7842	0,7303	0,5823	0,0214	0,5449	0,2041	0,8405	0,5296	0,5062	0,7454	0,5772	0,4293	0,8861	1,0000	0,6079
YATAS	0,6519	0,2258	0,3916	-0,2130	0,4105	0,1949	0,4458	0,4794	0,2075	0,4088	0,6334	0,3422	0,4000	0,6079	1,0000

C3 kümesinde yer alan 10 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %9,81 ve portföy riski %11,03 olarak hesaplanmıştır. C3 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.43.'te verilmiştir.

Tablo 3.44. C3 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C3	AKSEN	2,35	12,88	0,1825	0,008	9,81	11,03	0,89
	ALARK	9,45	11,20	0,8438	0,978			
	ECILC	3,17	8,9	0,3562				
	IPEKE	2,49	11,02	0,2260	0,002			
	ITTFH	3,27	19,32	0,1693				
	KOZAA	2,28	10,04	0,2271				
	KRDMD	2,25	9,58	0,2349	0,002			
	NTHOL	1,89	10,68	0,1770				
	ODAS	1,8	15,54	0,1158				
	PRKME	-0,18	20,05	-0,0090				

Ayrıca, C3 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.44.'te verilmiştir.

Tablo 3.45. C3 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	AKSEN	ALARK	ECILC	IPEKE	ITTFH	KOZAA	KRDMD	NTHOL	ODAS	PRKME
AKSEN	1,0000	0,5091	0,7698	0,2872	-0,1576	0,1887	0,7081	0,6852	0,4564	0,4762
ALARK	0,5091	1,0000	0,7091	0,6243	0,4934	0,3593	0,4936	0,3654	0,7682	0,6490
ECILC	0,7698	0,7091	1,0000	0,3931	0,2981	0,2022	0,6700	0,6670	0,6276	0,6931
IPEKE	0,2872	0,6243	0,3931	1,0000	0,1549	0,6643	0,3590	0,4891	0,4155	0,4332
ITTFH	-0,1576	0,4934	0,2981	0,1549	1,0000	0,1399	-0,0512	0,0267	0,1131	0,4283
KOZAA	0,1887	0,3593	0,2022	0,6643	0,1399	1,0000	-0,0247	0,2478	-0,0094	0,1892
KRDMD	0,7081	0,4936	0,6700	0,3590	-0,0512	-0,0247	1,0000	0,5574	0,6397	0,5031
NTHOL	0,6852	0,3654	0,6670	0,4891	0,0267	0,2478	0,5574	1,0000	0,2282	0,4879
ODAS	0,4564	0,7682	0,6276	0,4155	0,1131	-0,0094	0,6397	0,2282	1,0000	0,4028
PRKME	0,4762	0,6490	0,6931	0,4332	0,4283	0,1892	0,5031	0,4879	0,4028	1,0000

C4 kümesinde yer alan 7 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %5,51 ve portföy riski %5,04 olarak hesaplanmıştır. C4 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.45.'te verilmiştir.

Tablo 3.46. C4 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C4	CEMAS	4,49	18,95	0,2369		5,51	5,04	1,09
	DGKLB	1,77	11,73	0,1509				
	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,974			
	GLYHO	3,51	9,99	0,3514	0,004			
	HURGZ	-0,67	23,02	-0,0291				
	KARSN	1,2	14,29	0,0840	0,026			
	ZOREN	1,63	11,61	0,1404				

Ayrıca, C4 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.46.'da verilmiştir.

Tablo 3.47. C4 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	CEMAS	DGKLB	DOHOL	GLYHO	HURGZ	KARSN	ZOREN
CEMAS	1,0000	0,3717	0,3908	0,1008	0,0329	0,2056	0,4148
DGKLB	0,3717	1,0000	0,2038	0,3243	0,5359	0,6936	0,7590
DOHOL	0,3908	0,2038	1,0000	0,3055	0,1022	0,0476	0,2680
GLYHO	0,1008	0,3243	0,3055	1,0000	-0,0139	0,2560	0,6462
HURGZ	0,0329	0,5359	0,1022	-0,0139	1,0000	0,6269	0,3568
KARSN	0,2056	0,6936	0,0476	0,2560	0,6269	1,0000	0,6639
ZOREN	0,4148	0,7590	0,2680	0,6462	0,3568	0,6639	1,0000

C5 kümesinde yer alan 9 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %4,02 ve portföy riski %8,68 olarak hesaplanmıştır. C5 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.47.'de verilmiştir.

Tablo 3.48. C5 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C5	AKBNK	2,23	11,38	0,1960	0,002	4,02	8,68	0,46
	GARAN	2,45	9,58	0,2557	0,658			
	HALKB	-2,09	11,76	-0,1777				
	ISCTR	2,42	10,63	0,2277	0,002			
	SAHOL	1,7	12	0,1417				
	THYAO	-1,4	9,47	-0,1478	0,006			
	VAKBN	1,72	13,92	0,1236				
	VESTL	5,17	20,09	0,2573	0,284			
	YKBNK	3,08	10,72	0,2873	0,042			

Ayrıca, C5 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.48.'de verilmiştir.

Tablo 3.49. C5 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	AKBNK	GARAN	HALKB	ISCTR	SAHOL	THYAO	VAKBN	VESTL	YKBNK
AKBNK	1,0000	0,9709	0,9301	0,9015	0,9364	0,5483	0,9053	-0,0866	0,7630
GARAN	0,9709	1,0000	0,8963	0,9071	0,9021	0,6137	0,8581	-0,0445	0,7877
HALKB	0,9301	0,8963	1,0000	0,7817	0,8385	0,5679	0,9089	-0,0024	0,6376
ISCTR	0,9015	0,9071	0,7817	1,0000	0,8381	0,4060	0,8199	0,1826	0,8897
SAHOL	0,9364	0,9021	0,8385	0,8381	1,0000	0,4704	0,8678	-0,2099	0,7874
THYAO	0,5483	0,6137	0,5679	0,4060	0,4704	1,0000	0,4001	-0,1172	0,2672
VAKBN	0,9053	0,8581	0,9089	0,8199	0,8678	0,4001	1,0000	0,0386	0,8062
VESTL	-0,0866	-0,0445	-0,0024	0,1826	-0,2099	-0,1172	0,0386	1,0000	0,1593
YKBNK	0,7630	0,7877	0,6376	0,8897	0,7874	0,2672	0,8062	0,1593	1,0000

C6 kümesinde yer alan 10 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %5,95 ve portföy riski %6,08 olarak hesaplanmıştır. C6 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.49.'da verilmiştir.

Tablo 3.50. C6 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,206	5,95	6,08	0,98
	BIMAS	0,89	7,26	0,1226	0,01			
	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,376			
	FROTO	2,71	9,83	0,2757	0,01			
	KARTN	1,45	7,59	0,1910				
	KOZAL	2,78	9,39	0,2961	0,028			
	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,38			
	TOASO	3,95	10,8	0,3657				
	TTRAK	3,17	11,55	0,2745				
	TUPRS	1,14	11,26	0,1012				

Ayrıca, C6 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.50.'de verilmiştir.

Tablo 3.51. C6 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	ALGYO	BIMAS	EGEEN	FROTO	KARTN	KOZAL	OTKAR	TOASO	TTRAK	TUPRS
ALGYO	1,0000	-0,0704	-0,0826	0,2357	0,3244	0,3480	-0,1042	0,1504	0,2096	0,1066
BIMAS	-0,0704	1,0000	0,1856	0,4923	0,3153	0,3845	0,6111	0,4453	0,5291	0,4877
EGEEN	-0,0826	0,1856	1,0000	0,3353	0,6112	-0,2959	0,3508	0,4749	0,3315	0,4174
FROTO	0,2357	0,4923	0,3353	1,0000	0,2817	0,4928	0,5748	0,7301	0,3591	0,0059
KARTN	0,3244	0,3153	0,6112	0,2817	1,0000	-0,1086	0,4546	0,6220	0,7501	0,5511
KOZAL	0,3480	0,3845	-0,2959	0,4928	-0,1086	1,0000	0,2783	0,1169	0,2452	-0,1650
OTKAR	-0,1042	0,6111	0,3508	0,5748	0,4546	0,2783	1,0000	0,7546	0,4033	0,2847
TOASO	0,1504	0,4453	0,4749	0,7301	0,6220	0,1169	0,7546	1,0000	0,6580	0,2441
TTRAK	0,2096	0,5291	0,3315	0,3591	0,7501	0,2452	0,4033	0,6580	1,0000	0,3753
TUPRS	0,1066	0,4877	0,4174	0,0059	0,5511	-0,1650	0,2847	0,2441	0,3753	1,0000

C7 kümesinde yer alan 9 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %4,30 ve portföy riski %7,29 olarak hesaplanmıştır. C7 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.51.'de verilmiştir.

Tablo 3.52. C7 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C7	ALBRK	1,37	18,5	0,0741	0,006	4,30	7,29	0,59
	GENTS	3,56	9,96	0,3574	0,274			
	GSDHO	4,58	12,96	0,3534	0,10			
	ISFIN	-5,59	28,04	-0,1994				
	ISGYO	3,21	15,24	0,2106	0,004			
	METRO	-1,15	28,8	-0,0399	0,176			
	OZKGY	4,22	11,6	0,3638	0,194			
	SKBNK	0,82	9,81	0,0836	0,01			
	TSKB	3,15	9,4	0,3351	0,23			

Ayrıca, C7 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.52.'de verilmiştir.

Tablo 3.53. C7 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	ALBRK	GENTS	GSDHO	ISFIN	ISGYO	METRO	OZKGY	SKBNK	TSKB
ALBRK	1,0000	0,5264	0,8636	0,5871	0,5300	-0,2647	0,4673	0,6714	0,6706
GENTS	0,5264	1,0000	0,7265	0,4283	0,6414	-0,4311	0,6155	0,7981	0,8211
GSDHO	0,8636	0,7265	1,0000	0,6813	0,8203	-0,3565	0,6242	0,7397	0,7498
ISFIN	0,5871	0,4283	0,6813	1,0000	0,4309	-0,1730	0,6347	0,3059	0,2183
ISGYO	0,5300	0,6414	0,8203	0,4309	1,0000	-0,3682	0,5873	0,6412	0,7165
METRO	-0,2647	-0,4311	-0,3565	-0,1730	-0,3682	1,0000	-0,2340	-0,3418	-0,3433
OZKGY	0,4673	0,6155	0,6242	0,6347	0,5873	-0,2340	1,0000	0,6389	0,5704
SKBNK	0,6714	0,7981	0,7397	0,3059	0,6412	-0,3418	0,6389	1,0000	0,8945
TSKB	0,6706	0,8211	0,7498	0,2183	0,7165	-0,3433	0,5704	0,8945	1,0000

C8 kümesinde yer alan 8 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %8,58 ve portföy riski %8,87 olarak hesaplanmıştır. C8 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.53.'te verilmiştir.

Tablo 3.54. C8 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C8	CCOLA	2,32	8,92	0,2601	0,004	8,58	8,87	0,97
	GOLTS	2,56	10,84	0,2362	0,018			
	GUBRF	8,13	15,89	0,5116	0,056			
	MGROS	3,61	10,39	0,3474				
	NETAS	4,98	15,05	0,3309	0,388			
	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,528			
	TMSN	2,15	11,35	0,1894				
	TTKOM	4,64	11,58	0,4007				

Ayrıca, C8 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.54.'te verilmiştir.

Tablo 3.55. C8 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	CCOLA	GOLTS	GUBRF	MGROS	NETAS	PGSUS	TMSN	TTKOM
CCOLA	1,0000	0,4939	0,6680	0,7214	0,3469	0,3952	0,6726	0,5019
GOLTS	0,4939	1,0000	0,7151	0,5833	0,5899	-0,1556	0,8505	0,4527
GUBRF	0,6680	0,7151	1,0000	0,8789	0,5601	0,0328	0,8006	0,4966
MGROS	0,7214	0,5833	0,8789	1,0000	0,4651	0,2863	0,7100	0,5887
NETAS	0,3469	0,5899	0,5601	0,4651	1,0000	-0,3243	0,8120	0,5595
PGSUS	0,3952	-0,1556	0,0328	0,2863	-0,3243	1,0000	-0,1649	0,2507
TMSN	0,6726	0,8505	0,8006	0,7100	0,8120	-0,1649	1,0000	0,5812
TTKOM	0,5019	0,4527	0,4966	0,5887	0,5595	0,2507	0,5812	1,0000

C9 kümesinde yer alan 4 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %4,01 ve portföy riski %8,91 olarak hesaplanmıştır. C9 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.55.'te verilmiştir.

Tablo 3.56. C9 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C9	AEFES	0,7	11,38	0,0615	0,456	4,01	8,91	0,45
	BJKAS	-1,06	30,24	-0,0351				
	FENER	5,52	14,05	0,3929	0,538			
	GSRAY	1,83	23,42	0,0781				

Ayrıca, C9 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.56’da verilmiştir.

Tablo 3.57. C9 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	AEFES	BJKAS	FENER	GSRAY
AEFES	1,0000	0,3588	-0,0580	0,4649
BJKAS	0,3588	1,0000	0,2841	0,8782
FENER	-0,0580	0,2841	1,0000	0,3121
GSRAY	0,4649	0,8782	0,3121	1,0000

C10 kümesinde yer alan 3 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %4,76 ve portföy riski %10,27 olarak hesaplanmıştır. C10 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.57.’de verilmiştir.

Tablo 3.58. C10 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C10	BERA	4,84	11,48	0,4216		4,76	10,27	0,46
	ICBCT	0,05	11,45	0,0044				
	IHLGM	0,62	17,28	0,0359				

Ayrıca, C10 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.58.’de verilmiştir.

Tablo 3.59. C10 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	BERA	ICBCT	IHLGM
BERA	1,0000	0,6020	0,1487
ICBCT	0,6020	1,0000	0,1625
IHLGM	0,1487	0,1625	1,0000

C11 kümesinde yer alan 2 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %8,57 ve portföy riski %14,49 olarak hesaplanmıştır. C11 kümesinde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.59.’da verilmiştir.

Tablo 3.60. C11 Kümesinde Oluşturulan Optimal Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümedeki Hisse Senetleri	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C11	IEYHO	-6,33	25,92	-0,2442	0,03	8,57	14,49	0,59
	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,97			

Ayrıca, C11 kümesinde yer alan hisse senetleri arasındaki korelasyon matrisi Tablo 3.60.'da verilmiştir.

Tablo 3.61. C11 Kümesinde Bulunan Hisse Senetlerinin Korelasyon Matrisi

	IEYHO	IHLAS
IEYHO	1,0000	0,0989
IHLAS	0,0989	1,0000

Kümelerde oluşturulan optimal portföylerin getiri ve riskleri ile getiri/risk oranları özet olarak Tablo 3.61.'de gösterilmiştir. C2 kümesi ve C4 kümesinde oluşturulan portföylerin en etkin portföyler olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.62. Kümelerde Oluşturulan Optimal Portföylerin Getirisi ve Riski

Küme	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Getiri / Risk
C1	5,43	6,41	0,84
C2	7,2	3,74	1,93
C3	9,81	11,03	0,89
C4	5,51	5,04	1,09
C5	4,02	8,68	0,46
C6	5,95	6,08	0,98
C7	4,3	7,29	0,59
C8	8,58	8,87	0,97
C9	4,01	8,91	0,45
C10	4,76	10,27	0,46
C11	8,57	14,49	0,59

C2 kümesinde oluşturulan portföy riski en az olan portföydür, ayrıca getiri yönünden bakıldığında C3 kümesinde oluşturulan portföyden sonra en yüksek ikinci getiri düzeyine sahip portföydür.

C3 ve C11 kümelerinden oluşturulan portföyler getiri yönünden oldukça yüksek getiriye sahip olmalarına rağmen, portföy riski açısından da oldukça yüksek risk düzeyine sahiptir.

C4, C6 ve C8 kümelerinde oluşturulan portföylerin katlanabilir bir risk düzeyinde kabul edilebilir getiriye sağlamaları mümkündür.

P1-OPT Portföyü; Daha etkin bir portföy elde etmeyi sağlamak amacıyla her kümeden en yüksek getiri/risk oranına sahip hisse senetlerini seçerek, optimal bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P1-OPT olarak ifade edilmiştir.

Kümelerde en yüksek getiri/risk oranını sağlayacak şekilde C1 kümesinden AKSA, C2 kümesinden DEVA, C3 kümesinden ALARK, C4 kümesinden DOHOL, C5 kümesinden YKBNK, C6 kümesinden OTKAR, C7 kümesinden OZKGY, C8 kümesinden PGSUS, C9 kümesinden FENER, C10 kümesinden BERA ve C11 kümesinden IHLAS hisse senedi seçilerek bir portföy oluşturulmuştur. 11 adet hisse senedi kullanılarak, optimal olacak şekilde oluşturulan portföyün getirisi %7,92 ve portföy riski %2,95 olarak hesaplanmıştır. P1-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.62.'de verilmiştir.

Tablo 3.63. Kümelerde En İyi Hisse Senetleriyle Oluşturulan Portföyün Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,002	7,92	2,95	2,69
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2088	0,55			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8437	0,006			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0662	0,164			
C5	YKBNK	3,08	10,72	0,2873	0,004			
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,046			
C7	OZKGY	4,22	11,6	0,3637	0,008			
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,086			
C9	FENER	5,52	14,05	0,3928	0,004			
C10	BERA	4,84	11,48	0,4216				
C11	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,124			

3.3.5.4. Markowitz'in ortalama varyans modeline göre oluşturulan alternatif portföyler

Kümelerde oluşturulan optimal ağırlıklı portföylerden sonra, optimal ağırlıklı olacak biçimde alternatif olarak şu portföyler oluşturulmuştur. Burada kural olarak kümelerde yer alan hisse senetlerinin en yüksek getiri/risk oranına sahip olanları kullanılarak optimal ağırlıklı portföyler oluşturulması sağlanmıştır. Optimal olacak biçimde alternatif olarak şu portföyler oluşturulmuştur:

P2-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 11 adet (küme sayısı kadar) hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P2 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P2-OPT olarak ifade edilmiştir. 11 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %8,06 ve portföy riski %3,03 olarak hesaplanmıştır. P2-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.63.'te verilmiştir.

Tablo 3.64. P2-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,02	8,06	3,03	2,66
C1	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0,012			
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,474			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,036			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438				
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,172			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,002			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424				
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706				
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,134			
C11	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,14			

P3-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 2 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P3 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P3-OPT olarak ifade edilmiştir. 2 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,01 ve portföy riski %3,30 olarak hesaplanmıştır. P3-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin

bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.64.'te verilmiştir.

Tablo 3.65. P3-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,498	7,01	3,30	2,12
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,512			

P4-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 3 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P4 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P4-OPT olarak ifade edilmiştir. 3 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,25 ve portföy riski %2,56 olarak hesaplanmıştır. P4-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.65.'te verilmiştir.

Tablo 3.66. P4-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,438	7,25	2,56	2,83
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,28			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,292			

P5-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 4 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P5 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P5-OPT olarak ifade edilmiştir. 4 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,21 ve portföy riski %2,54 olarak hesaplanmıştır. P5-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.66.'da verilmiştir.

Tablo 3.67. P5-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,418	7,21	2,54	2,83
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,258			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,014			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,318			

P6-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 5 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P6 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P6-OPT olarak ifade edilmiştir. 5 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,29 ve portföy riski %2,61 olarak hesaplanmıştır. P6-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.67.'de verilmiştir.

Tablo 3.68. P6-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571		7,29	2,61	2,79
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,434			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,308			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,002			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,266			

P7-OPT Portföyü; Küme gözetmeksizin, 94 adet hisse senedi içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 10 adet hisse senedinden oluşan eşit ağırlıklı olarak oluşturulan P7 portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P7-OPT olarak ifade edilmiştir. 10 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,53 ve portföy riski %2,97 olarak hesaplanmıştır. P7-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.68.'de verilmiştir.

Tablo 3.69. P7-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	AKSA	5,83	7,7	0,7571	0,012	7,53	2,97	2,53
C1	BRSAN	4,83	6,8	0,7103	0,004			
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,45			
C2	HEKTS	6,8	7,01	0,9700	0,09			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,01			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,352			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,004			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424				
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706				
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,088			

PT-OPT Portföyü; BİST-100 endeksinde yer alan 94 adet hisse senedinin tamamı kullanılarak, eşit ağırlıklı olarak oluşturulan PT portföyü yerine optimal portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı PT-OPT olarak ifade edilmiştir. 94 adet hisse senedi kullanılarak, oluşturulan bu portföyün getirisi %7,17 ve portföy riski %4,66 olarak hesaplanmıştır. PT-OPT portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.69.'da verilmiştir.

Tablo 3.70. PT-OPT Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C1	ASELS	-1,66	8,35	-0,1988	0,004	7,17	4,66	1,54
C1	KORDS	2,58	8,92	0,2892	0,036			
C1	TAVHL	2,28	7,71	0,2957	0,002			
C1	TCELL	1,41	8,45	0,1669	0,01			
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,672			
C2	TRKCM	1,09	10,32	0,1056	0,012			
C2	YATAS	3,63	12,51	0,2902	0,01			
C3	ALARK	9,45	11,2	0,8438	0,024			
C3	IPEKE	2,49	11,02	0,2260	0,002			
C3	ITTFH	3,27	19,32	0,1693	0,006			
C4	ZOREN	1,63	11,61	0,1404	0,024			
C5	AKBNK	2,23	11,38	0,1960	0,004			
C5	GARAN	2,45	9,58	0,2557	0,064			
C5	THYAO	-1,4	9,47	-0,1478	0,008			
C5	VESTL	5,17	20,09	0,2573	0,062			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333	0,002			
C6	KARTN	1,45	7,59	0,1910	0,002			
C7	ALBRK	1,37	18,5	0,0741	0,002			
C7	GSDHO	4,58	12,96	0,3534	0,004			
C7	METRO	-1,15	28,8	-0,0399	0,006			
C10	BERA	4,84	11,48	0,4216	0,002			
C10	IHLGM	0,62	17,28	0,0359	0,016			
C11	IHLAS	7,92	14,87	0,5326	0,034			

Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı ve optimal portföyler getiri ve risk yönünden karşılaştırmalı olarak Tablo 3.70.'te verilmiştir. Buna göre, eşit ağırlıklı olarak oluşturulan portföylerde C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu, optimize edilmiş portföyler açısından değerlendirildiğinde C2 ve C4, hatta C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu görülmektedir.

Tablo 3.71. Kümelerde Oluşturulan Eşit Ağırlıklı ve Optimal Portföylerin Karşılaştırılması

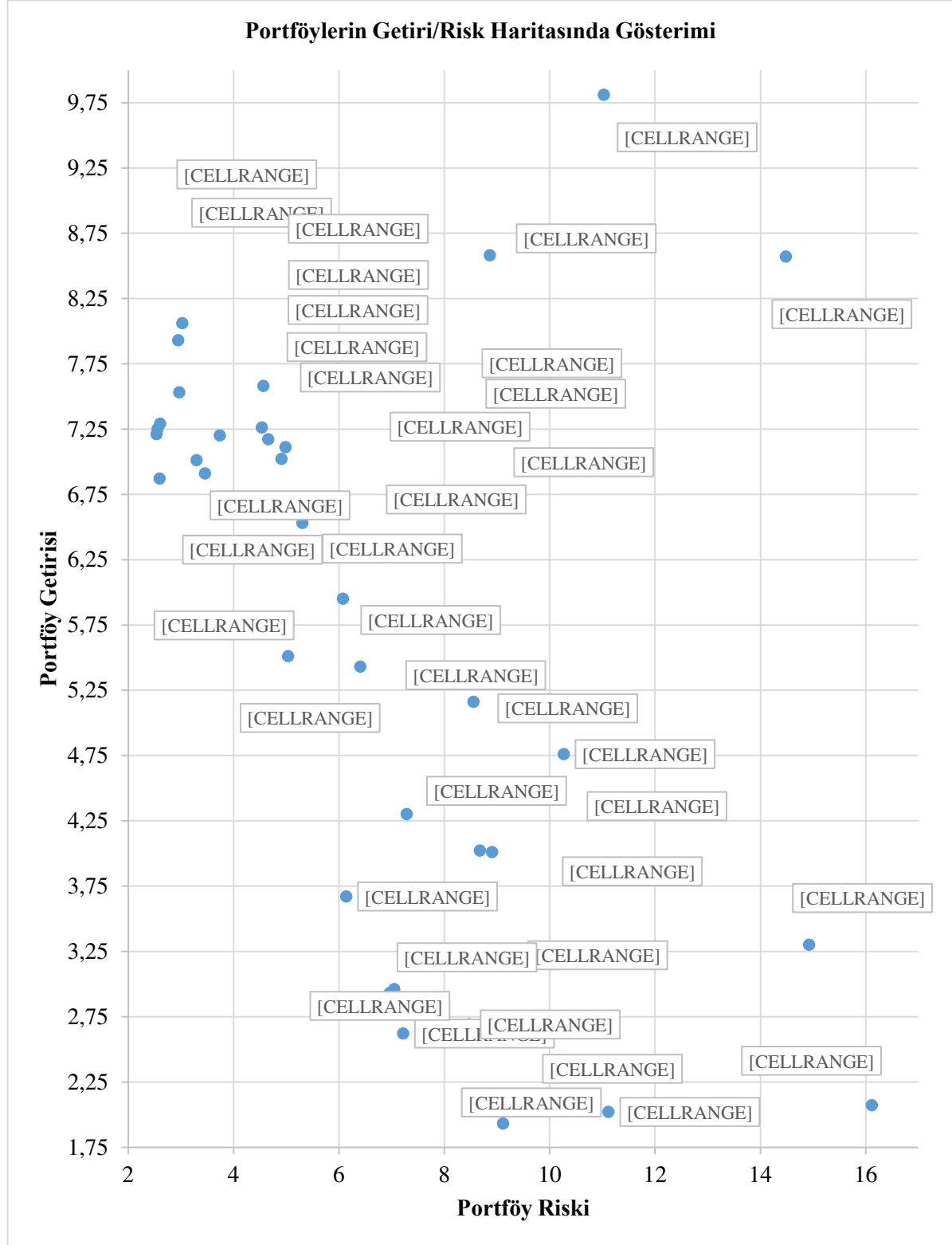
Küme	Eşit Ağırlıklı Oluşturulan Portföyler			Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeline Göre Oluşturulan Portföyler		
	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Getiri / Risk	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Getiri / Risk
C1	2,62	7,22	0,36	5,43	6,41	0,84
C2	2,93	6,97	0,42	7,2	3,74	1,93
C3	3,22	9,37	0,34	9,81	11,03	0,89
C4	2,69	8,47	0,32	5,51	5,04	1,09
C5	1,93	9,12	0,21	4,02	8,68	0,46
C6	3,67	6,14	0,60	5,95	6,08	0,98
C7	2,02	11,12	0,18	4,3	7,29	0,59
C8	5,16	8,56	0,60	8,58	8,87	0,97
C9	2,07	16,12	0,13	4,01	8,91	0,45
C10	2,09	9,65	0,22	4,76	10,27	0,46
C11	3,3	14,93	0,22	8,57	14,49	0,59

Küme gözetmeksizin alternatif portföyler üretildiğinde eşit ağırlıklı ve optimal portföyler getiri ve risk yönünden karşılaştırmalı olarak Tablo 3.71.'de verilmiştir. Buna göre, eşit ağırlıklı olarak oluşturulan portföylerde P4 portföyünün, optimize edilmiş portföyler açısından değerlendirildiğinde P4-OPT, P5-OPT ve P6-OPT portföylerinin etkin portföyler olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 3.72. Eşit Ağırlıklı ve Optimal Olarak Oluşturulan Alternatif Portföylerin Karşılaştırılması

			Eşit Ağırlıklı Oluşturulan Portföyler			Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeline Göre Oluşturulan Portföyler		
Portföyler	Hisse Senedi Adedi	Açıklama	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
P1 / P1-OPT	11	11 bölümden en yüksek getiri/risk oranına sahip hisselerden oluşan portföy.	6,53	5,31	1,22	7,93	2,95	2,68
P2 / P2-OPT	11	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 11 adet (bölüm sayısı kadar) hisse senedinden oluşan portföy.	7,11	4,99	1,42	8,06	3,03	2,66
P3 / P3-OPT	2	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 2 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,91	3,46	1,99	7,01	3,30	2,12
P4 / P4-OPT	3	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 3 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,87	2,60	2,64	7,25	2,56	2,83
P5 / P5-OPT	4	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 4 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,58	4,57	1,65	7,21	2,54	2,83
P6 / P6-OPT	5	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 5 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,26	4,54	1,59	7,29	2,61	2,79
P7 / P7-OPT	10	Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 10 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,02	4,91	1,42	7,53	2,97	2,53
PT / PT-OPT	94	Hisse senetlerinin tamamından (çeşitlendirmenin olmadığı) portföy.	2,96	7,05	0,42	7,17	4,66	1,54

Tablo 3.70.'te belirtilen ve kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı ve optimal portföyler ile Tablo 3.71.'de belirtilen ve küme gözetmeksizin oluşturulan alternatif portföylerin getiri ve risklerini karşılaştırmak için Şekil 3.27.'den yararlanılabilir.



Şekil 3.28. Oluşturulan Portföylerin Getiri – Risk Haritası

Şekil 3.27.'ye göre, daha önce oluşturulan P1 portföyünden daha etkin portföylerin oluşturulabildiği görülmektedir.

3.3.5.5. Kümeleme sonuçlarına göre optimal portföyün oluşturulması

Kümelerde oluşturulan eşit ağırlıklı ve optimal portföyler getiri ve risk yönünden karşılaştırmalı olarak Tablo 3.70.'te verilmiştir. Ayrıca, bu portföylerin getiri ve riskleri Şekil 3.27.'de getiri-risk haritası üzerinde görselleştirilmiştir. Buna göre, eşit ağırlıklı olarak oluşturulan portföylerde C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu, optimize edilmiş portföyler açısından değerlendirildiğinde C2 ve C4, hatta C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu görülmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde kümeleme sonuçlarından faydalanılarak, etkin portföyler sunma olanağı olan kümeler kullanılarak etkin portföy oluşturma kriterleri ortaya konmuştur. Oluşturulan portföylere ilişkin detaylar ayrıntılı olarak verilmemiş olup, portföy getiri ve risk hesaplamalarına ilişkin sonuçlar özet olarak verilmiştir. Ayrıca, türetilen portföyler daha önce elde edilen portföylere karşı önemli üstünlük sağlamadığı için herhangi bir kod tanımlaması yapılmamıştır. Çeşitli kümeler birleştirilerek, Markowitz'in ortalama-varyans modeline göre optimize edilerek oluşturulan çeşitli portföy denemelerine ilişkin elde edilen bu sonuçlar Tablo 3.72.'de özet olarak sunulmuştur.

Tablo 3.73. Optimal Olarak Oluşturulan Alternatif Portföylerin Karşılaştırılması

Küme	Hisse Senedi Adedi	Açıklama	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2 ve C4	22	C2 ve C4 kümesi birleştirilerek elde edilen 22 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,53	3,05	2,14
C2, C4 ve C6	32	C2, C4 ve C6 kümeleri birleştirilerek elde edilen 32 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,99	3,23	2,16
C2, C4, C6 ve C8	40	C2, C4, C6 ve C8 kümeleri birleştirilerek elde edilen 40 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,83	3,32	2,05
C2, C4, C6, C8 ve C1	57	C2, C4, C6, C8 ve C1 kümeleri birleştirilerek elde edilen 57 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,89	3,27	2,10
C2, C4, C6, C8 ve C3	50	C2, C4, C6, C8 ve C3 kümeleri birleştirilerek elde edilen 50 adet hisse senedinden oluşan portföy.	8,35	5,24	1,59
C2, C4, C6, C8, C3 ve C1	67	C2, C4, C6, C8, C3 ve C1 kümeleri birleştirilerek elde edilen 67 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,11	4,36	1,63
C2, C4, C6 ve C1	49	C2, C4, C6 ve C1 kümeleri birleştirilerek elde edilen 49 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,11	4,00	1,78
C6 ve C8	18	C6 ve C8 kümesi birleştirilerek elde edilen 18 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,87	6,01	1,14
C6, C8 ve C3	28	C6, C8 ve C3 kümeleri birleştirilerek elde edilen 28 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,50	6,58	1,14
C6, C8, C3 ve C1	45	C6, C8, C3 ve C1 kümeleri birleştirilerek elde edilen 45 adet hisse senedinden oluşan portföy.	7,92	7,21	1,09
C11, C7, C5, C10 ve C9	27	C11, C7, C5, C10 ve C9 kümeleri birleştirilerek elde edilen 27 adet hisse senedinden oluşan portföy.	6,50	6,81	0,95

Tablo 3.72. incelendiğinde etkin olduğu düşünülen bazı kümeler birleştirilerek, kümelerde yer alan tüm hisse senetleri kullanılarak oluşturulan çeşitli portföyler görülmektedir. Burada, C2, C4, C6 ve C8 kümelerinin birlikte kullanıldığında daha etkin portföyler sunma potansiyelinin olduğu görülmektedir. Daha önce Tablo 3.70.'de C2, C4, C6 ve C8 kümelerinin bireysel olarak da etkin portföyler sunabileceği görülmüştür.

Bu bağlamda C2, C4, C6 ve C8 kümelerinde yer alan hisse senetlerinin tamamının kullanılması yerine, yüksek performans sağlayan (yüksek getiri/risk oranına) sahip hisse senetleri ile optimal portföyler oluşturulabilmesi sağlanmıştır. Kümelerde yer alan hisse senetleri kullanılarak şu portföyler oluşturulmuştur:

P8 Portföyü; C2 ve C4 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P8 olarak ifade edilmiştir. Oluşturulan bu portföyün getirisi %7,19 ve portföy riski %2,52 olarak hesaplanmıştır. P8 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.73.'te verilmiştir.

Tablo 3.74. P8 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,432	7,19	2,52	2,85
C2	HEKTAS	6,8	7,01	0,9700	0,0254			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,322			
C4	GLYHO	3,51	9,99	0,3514	-			

P9 Portföyü; C2, C4 ve C6 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P9 olarak ifade edilmiştir. Oluşturulan bu portföyün getirisi %7,00 ve portföy riski %2,34 olarak hesaplanmıştır. P9 portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.74.'te verilmiştir.

Tablo 3.75. P9 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,386	7,00	2,34	2,99
C2	HEKTAS	6,8	7,01	0,9700	0,226			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,0364			
C4	GLYHO	3,51	9,99	0,3514	-			
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	-			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,034			

P10 Portföyü; C2, C4, C6 ve C8 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak bir portföy oluşturulmuştur. Bu portföyün adı P10 olarak ifade edilmiştir. Oluşturulan bu portföyün getirisi %7,04 ve portföy riski %2,40 olarak hesaplanmıştır. P10 portföyünde yer alan hisse

senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.75.'te verilmiştir.

Tablo 3.76. P10 Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,39	7,04	2,40	2,93
C2	HEKTAS	6,8	7,01	0,9700	0,248			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,282			
C4	GLYHO	3,51	9,99	0,3514				
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,008			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,064			
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329				
C8	GUBRF	8,13	15,89	0,5116	0,012			

P11-A Portföyü; C2, C4, C6 ve C8 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak bir portföy oluşturulmuştur. Ancak, C8 kümesindeki GUBRF hisse senedi çıkartılarak, daha iyi performans sergileyen C6 kümesindeki ALGYO hisse senedi portföye dahil edilmiştir. Bu portföyün adı P11-A olarak ifade edilmiştir. Oluşturulan bu portföyün getirisi %7,00 ve portföy riski %2,31 olarak hesaplanmıştır. P11-A portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.76.'da verilmiştir.

Tablo 3.77. P11-A Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,346	7,00	2,31	3,03
C2	HEKTAS	6,8	7,01	0,9700	0,266			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,322			
C4	GLYHO	3,51	9,99	0,3514				
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706	0,008			
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,058			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333				
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,01			

P11-B Portföyü; P11-A portföyü için değişik dağılımları içeren ikinci bir portföy denemesi yapılmıştır. Bu portföyün adı P11-B olarak ifade edilmiştir. Oluşturulan bu portföyün getirisi %7,03 ve portföy riski %2,29 olarak hesaplanmıştır. P11-B portföyünde yer alan hisse senetlerinin bireysel getirisi ve riski ile portföyde bulunma ağırlığı, optimal portföyün getiri ve riskine ilişkin bilgiler Tablo 3.77.'de verilmiştir.

Tablo 3.78. P11-B Portföyü Getirisi ve Riski

Küme	Kümeden Seçilen En İyi Hisse Senedi	Hisse Senedi Getirisi	Hisse Senedi Riski	Getiri/Risk	Hisse Senedinin Portföydeki Ağırlığı	Portföy Getirisi	Portföy Riski	Portföy Getiri/Risk
C2	DEVA	8,16	6,75	1,2089	0,344	7,03	2,29	3,06
C2	HEKTAS	6,8	7,01	0,9700	0,204			
C4	DOHOL	5,47	5,13	1,0663	0,310			
C4	GLYHO	3,51	9,99	0,3514				
C6	OTKAR	4,93	8,64	0,5706				
C6	EGEEN	4,61	8,5	0,5424	0,11			
C6	ALGYO	8,49	15,92	0,5333				
C8	PGSUS	9,81	15,5	0,6329	0,042			

Bunun sonucunda, BİST-100 endeksinde yer alan hisse senetlerinin benzer olanlarının aynı kümede, benzer olmayanların farklı kümelerde kümelendirilmesiyle, etkin olan kümelerden seçilen hisse senetleriyle daha etkin portföyler oluşturulabildiği ortaya konulmuştur. P11-A Portföyü 3,03 değeri ile, P11-B portföyü 3,06 değeriyle en yüksek getiri/risk oranına sahip portföyleri sunmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Portföylerini hisse senetlerinden oluşturan yatırımcılar için en önemli karar portföyün çeşitlendirilmesidir. Çünkü, çeşitlendirme ile portföy riskinin azaltılabilmesi mümkündür. Bunun için hisse senetlerinin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi ve buna uygun olarak kümelendirilmesi etkin bir yatırım stratejisi, yani etkin bir çeşitlendirme için gereklidir.

Çalışmada, Borsa İstanbul BİST-100 endeksinde işlem gören 94 adet hisse senedinin, 2014-2018 yılları arasında 5 yıllık dönemdeki, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Hisse Başına Kar, Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) gibi 11 adet finansal göstergesi değişken olarak dikkate alınarak, Teuvo Kohonen tarafından ortaya konulan Özdüzenleyici haritalar (Self-organizing maps - SOM) yöntemi kullanılarak hisse senetleri kümelere ayrılmıştır.

Çalışmada kullanılan, özdüzenleyici haritalar yöntemi, danışmansız öğrenme yöntemi algoritmasına sahip, karmaşık ve çok boyutlu girdi verilerinin indirgenerek görselleştirilmesinde ve kümeleme analizlerinde yaygın olarak kullanılan bir tür yapay sinir ağı türüdür. Yöntem yorumlanması basit iki boyutlu bileşen (değişken) düzlemleri ve U-Matris çıktısı üreterek, hisse senetlerinin göstergeleri arasındaki ilişkileri belirleyerek, birbirine benzer özellik gösteren hisse senetlerinin aynı kümeler içerisinde kümelenebilirliğini sağlamıştır.

Özdüzenleyici haritaların oluşturularak hisse senetlerinin kümelere ayrılmasında Viscovery SOMine 7.2 yazılımından faydalanılarak, BİST-100 Endeksinden analize alınan 94 adet hisse senedi 11 farklı kümeye ayrılmıştır. C1 kümesinde 17 adet, C2 kümesinde 15 adet, C3 kümesinde 10 adet, C4 kümesinde 7 adet, C5 kümesinde 9 adet, C6 kümesinde 10 adet, C7 kümesinde 9 adet, C8 kümesinde 8 adet, C9 kümesinde 4 adet, C10 kümesinde 3 adet, C11 kümesinde 2 adet hisse senedinin olduğu gözlemlenmiştir.

Ortaya çıkan bazı istatistiksel sonuçlar, girdi olarak kullanılan finansal göstergelerin benzer nitelikte olan hisse senetlerinin aynı kümede yer alacak şekilde kümelendirdiğini ortaya koymaktadır. BİST-100 Endeksinde İnşaat ve Bayındırlık İşleri sektöründe bulunan toplam iki adet hisse senedinin her ikisi de (ANELE ve ENKAI) C2 kümesinde kümelenebilir. Ayrıca BİST-100 Endeksinde İmalat sektöründe Taş ve Toprağa Dayalı

İmalat alt sektöründe bulunan toplam iki adet cam sanayii imalatçısı (ANACM ve TRKCM) C2 kümesinde kümelenmiştir. BİST-100 Endeksinde Madencilik ve Taş Ocakçılığı sektöründe bulunan toplam dört adet hisse senedinden üç tanesi (IPEKE, KOZAA ve PRKME) C3 kümesinde kümelenmiştir. BİST-100 Endeksinde Eğitim, Sağlık, Spor ve Diğer Sosyal Hizmetler sektöründe bulunan toplam 3 adet hisse senedinin her üçü de (BJKAS, FENER ve GSRAY) C9 kümesinde kümelenmiştir. Dolayısıyla hisse senetlerinin bulundukları sektörlerle bağlı olarak belirgin bir şekilde kümelendiğini söylemek mümkündür.

Finansal göstergeler açısından incelendiğinde; Fiyat/Kazanç (F/K) oranının C2, C6, C8, C9 ve C10 kümelerinde ortalama olarak yüksek seyrettiği söylenebilir. C6 kümesinin, 3,29 – 4,65 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranına sahip olduğu, C9 kümesinin de 0,26 - 0,44 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en düşük Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD) oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. C6 kümesinin, 5,33-22,10 aralığında yıllar itibariyle ortalama olarak en yüksek Hisse Başına Kar değişkeni oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

11 kümeye ayrılan hisse senetleri kullanılarak çeşitli portföyler oluşturulmuştur. İlk olarak her kümenin bir portföy olduğu düşünülerek, her bir kümede yer alan hisse senetleri eşit oranda kullanılarak oluşturulan portföylerin getirileri ve riskleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinde, getiri/risk oranı açısından C6 ve C8 kümelerinin 0,60 değeriyle en yüksek performansı gösterdiği gözlemlenmiştir. En düşük performans 0,13 değeriyle C9 kümesinde elde edilmiştir. Daha etkin bir portföy elde etmeyi sağlamak amacıyla her kümeden en yüksek getiri/risk oranına sahip birer hisse senedi seçilerek, her bir hisse senedinin portföydeki ağırlığı eşit oranda olacak şekilde yeni bir portföy oluşturulmuştur. P1 olarak ifade edilen bu portföyün, getiri/risk oranı 1,22 olarak ortaya konulmuştur. Bu durum çeşitlendirmenin portföy riskini azaltıcı etkisini ortaya koymaktadır. Daha sonra, 94 adet hisse senedi içerisinden eşit ağırlıklı alternatif portföyler oluşturma çalışmaları yapılmıştır. Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinden en yüksek getiri/risk oranına sahip 3 adet hisse senedinden oluşan P4 portföyü, 2,64 değeri ile en yüksek getiri/risk oranını sunmuştur. Endeksteeki tüm hisse senetleri kullanılarak oluşturulan portföyün getiri/risk oranı 0,42 olarak gerçekleşmiştir.

Optimal portföyler elde etmek amacıyla, Markowitz'in ortalama-varyans modeline göre oluşturulan portföylerin getirileri ve riskleri hesaplanmıştır. Her kümenin bir portföy

olduğu düşünülerek, eşit ağırlıkta hisse senedi kullanmak yerine uygun oranda hisse senetleri seçilerek küme portföyleri optimize edilmiştir. Bu hesaplamalar neticesinde, getiri/risk oranı açısından C2 kümesinin 1,93 değeriyle, C4 kümesinin 1,09 değeriyle en yüksek performansı gösterdikleri gözlemlenmiştir. En düşük performans 0,45 değeriyle yine C9 kümesinde elde edilmiştir. Daha sonra, 94 adet hisse senedi içerisinde çeşitli alternatif portföyler oluşturma çalışmaları yapılmıştır. Bölüm gözetmeksizin, tüm hisse senetleri içerisinde en yüksek getiri/risk oranına sahip 3 adet hisse senedinden oluşan P4-OPT portföyü 2,83 değeri ile en yüksek getiri/risk oranını sunmuştur. Buna göre, eşit ağırlıklı olarak oluşturulan portföylerde C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu, optimize edilmiş portföyler açısından değerlendirildiğinde C2 ve C4, hatta C6 ve C8 kümelerinin etkin portföyler sunduğu görülmüştür.

C2, C4, C6 ve C8 kümelerinde yer alan hisse senetlerinin tamamının kullanılması yerine, yüksek performans sağlayan (yüksek getiri/risk oranına sahip) belli sayıda hisse senetleri ile optimal portföyler oluşturulabileceği ortaya konmuştur. C2 ve C4 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak oluşturulan P8 portföyü, 2,85 getiri/risk oranı sunmuştur. C2, C4 ve C6 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak oluşturulan P9 portföyü, 2,99 getiri/risk oranı sunmuştur. C2, C4, C6 ve C8 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak oluşturulan P10 portföyü, 2,93 getiri/risk oranı sunmuştur.

C2, C4, C6 ve C8 kümelerinden, her kümede getiri/risk oranı yönünden en yüksek performansı sergileyen ikişer hisse senedi kullanılarak P11-A portföyü oluşturulmuştur. Ancak, C8 kümesindeki GUBRF hisse senedi çıkartılarak, daha iyi performans sergileyen C6 kümesindeki ALGYO hisse senedi portföye dahil edilmiştir. Bu portföyün getiri/risk oranı 3,03 olarak gerçekleşmiştir. Bu portföy hesaplaması ikinci kez tekrarlanmış ve oluşan bu portföy, P11-B portföyü olarak tanımlanmıştır. Bu portföyün getiri/risk oranı 3,06 olarak gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak, BİST-100 Endeksinde yer alan hisse senetlerinin, Fiyat/Kazanç Oranı (F/K), Piyasa Değeri/Defter Değeri (PD/DD), Hisse Başına Kar, Yıllık Ortalama İşlem Hacmi (Lot), En Yüksek Fiyat, En Düşük Fiyat, Artış Gün Sayısı, Azalış Gün Sayısı, Sabit Gün Sayısı, Aktif Karlılığı (%) (Yıllık), Özsermaye Karlılığı (%) (Yıllık) gibi 11 adet

finansal göstergeleri değişken olarak dikkate alınarak, Teuvo Kohonen tarafından ortaya konulan Özdüzenleyici haritalar (Self-organizing maps - SOM) yöntemi kullanılarak başarılı bir şekilde kümelere ayrılabilidiğini söylemek mümkündür. Kümeleme işlemi sonucunda hisse senetleri homojen kümeler ayrılmış, bazı kümeler içerisindeki getiri/risk oranına göre en iyi performansa sahip olan hisse senetleri belirlenerek, riske karşı kayıtsız ve riskten kaçınan yatırımcılara uygun optimal portföylerin oluşturulması sağlanmıştır.

Hisse senetlerini bu şekilde kümelemenin en önemli avantajı, hisse senedinden oluşan portföye seçim yaparken, yatırımcıya risk yönetimi ve portföy yönetimi konusunda karar vermesine yardımcı olacak bilginin sağlanması olmasıdır. Böylece, birbirine benzeyen ve benzemeyen hisse senetleri ortaya çıkartılarak yatırımcıların kendilerine uygun yatırım kararını vermesi sağlanabilecektir.

Çalışma sonucunda, Özdüzenleyici haritalar (Self-organizing maps) yönteminin optimal portföy oluşturma sürecinde yatırımcılar için önemli bilgiler sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha fazla sayıda değişken kullanılarak daha fazla bilgiyi içeren veri setleri kullanılabilir. Çünkü özdüzenleyici haritalar çok yüksek boyutlu veriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarma konusunda oldukça başarılıdır. Dolayısıyla yöntemin bu avantajı kullanılarak gösterge sayısının artırılması daha başarılı kümeleme sonuçlarının ortaya konulmasını sağlayabilir. Ayrıca, portföy yönetimi konusunda sadece hisse senetlerinden oluşan portföyler yerine, diğer finansal yatırım araçları da portföye dahil edilerek, menkul kıymetler arasındaki benzerliklerin ortaya konulması hususunda çalışma genişletilebilir. Özdüzenleyici haritalarla oluşturulan kümelerin performanslarını yani sonuçlarının geçerli olduğunu ortaya koyan bir takım performans ölçütleri bulunmamaktadır. Bu, yöntemin en önemli dezavantajı olarak görülebilir. Ancak yapılan literatür çalışmaları yöntemin kümeleme konusunda başarılı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

- Abay, R. (2013). “Markowitz Karesel Programlama ile Portföy Seçimi: İMKB 30 Endeksinde Riskli Portföylerin Seçimi”, *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Yıl: 22, Sayı: 2, 175-194.
- Abonyi, J., and Feil, B. (2007). *Cluster Analysis For Data Mining And System Identification*. Springer Science & Business Media.
- Aghabozorgi, S., & Teh, Y. W. (2014). Stock Market Comovement Assessment Using A Three-Phase Clustering Method. *Expert Systems with Applications*, 41, 1301–1314.
- Akay, D., Çetinyokuş, T. ve Dağdeviren, M. (2002). Portföy Seçimi Problemi İçin KDS/GA Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(4), 125-138.
- Akgüç, Ö., (1994). *Finansal Yönetim*, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 6. Bası, İstanbul: Muhasebe Enstitüsü Yayın No: 63.
- Aksoy, A., ve Tanrıöven, C. (2007). *Sermaye Piyasası Yatırım Araçları ve Analizi*. 3. Baskı, Gazi Kitabevi.
- Alkan, G. (2015). *Finansal Kurumlar ve Piyasalar*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Alpar, R. (2011). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Anderson, D. ve McNeill G. (1992). *Artificial Neural Networks Technology*. New York: Kaman Sciences Corporation.
- Arı, E. S., Özköse, H., Doğan, A., ve Calp, M. H. (2016). “İstanbul Borsası’nda İşlem Gören Firmaların Finansal Performanslarının Kümeleme Analizi ile Değerlendirilmesi”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, C.9, S.1: 33–39.
- Badran, F., Yacoub, M., & Thiria, S. (2005). Self-Organizing Maps and Unsupervised Classification. In G. Dreyfus (Ed.), *Neural Networks Methodology and Applications* (pp. 379–442). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Basalto, N., Bellotti, R., De Carlo, F., Facchi, P., & Pascazio, S. (2005). Clustering stock market companies via chaotic map synchronization. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 345(1-2), 196–206.
- Bayraktar, A. (2012). Etkin piyasalar hipotezi. *Aksaray Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt: 4, Sayı: 1.
- Bayramoğlu, M. F., ve Yayalar, N. (2017). Portföy Seçiminde Toplam Riski Temel Alan Portföy Performans Ölçütlerinin Değerlendirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Berk, N. (2003). *Finansal Yönetim*, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Berry, M., and Linoff, G. (2004) *Data Mining Techniques*. Wiley Publishing.

- Bircan, H., Zontul, M., ve Yüksek, A. G. (2006), “Som Tipinde Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Türki-ye’nin İhracat Yaptığı Ülkelerin Kümelenmesi Üzerine Bir Çalışma”, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C. 20, S.2: 219:239.
- Borsa İstanbul (2020, Nisan). BIST Pay Endeksleri Temel Kuralları. 15 Nisan 2020 tarihinde <https://www.borsaistanbul.com/docs/default-source/endeksler/bist-pay-endeksleri-temel-kurallari.pdf?sfvrsn=16> adresinden alınmıştır.
- Cai, R., Zhang, Z., Tung, A. K., Dai, C., & Hao, Z. (2014). A General Framework of Hierarchical Clustering and Its Applications. *Information Sciences*, 272, 29-48.
- Canbaz, M., ve Çevik, E. (2011). “İMKB’de İşlem Gören Şirketlerin Sektörel Bazda Özörgütlenmeli Harita ile Finansal Risklerinin Belirlenmesi”, *İşletme Fakültesi Dergisi*, C.12, S.2: 261-295.
- Ceylan, A., ve Korkmaz, T. (1998). *Borsa’da Uygulamalı Portföy Yönetimi* (3. Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Civan, M. (2007). *Sermaye Piyasası Analizleri ve Portföy Yönetimi* (1. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Cottrell, M., de Bodt, E., & Gregoire, P. (1998). Financial applications of the self organizing map. *Proc. EUFIT’98, 6th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing*, Aachen, Almanya: ELITE Foundation. s. 205-209.
- Çelik, Ş. (2013). Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye’deki İllerin Sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Çil Yavuz, N. (2015). *Finansal Ekonometri*. İstanbul: Der Yayınları.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: PEGEM A Yayıncılık.
- Deboeck, G., and Kohonen, T. (1998). *Visual Explorations in Finance*. Springer Science.
- Demir, Y. (2001). “Hisse Senedi Fiyatını Etkileyen İşletme Düzeyindeki Faktörler ve Mali Sektör Üzerine İMKB’de Bir Uygulama”. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C.6, S.2, s. 109-130.
- Demirtaş, Ö. ve Güngör, Z. (2004). “Portföy Yönetimi ve Portföy Seçimine Yönelik Uygulama”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Yıl: 1, Sayı: 4, s. 103-109.
- Deniz, D., ve Okuyan, H. A. (2018). Geleneksel ve Modern Portföy Yönetiminin Ampirik Sonuçlarının Karşılaştırılması: BİST Uygulaması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(3), 467-482.
- Doğukanlı, H., ve Borak, M. (2018). *Portföy Yönetimi*. Adana: Karahan Kitabevi.
- Eklund, T., Back, B., Vanharanta, H., & Visa, A. (2001). Benchmarking international pulp and paper companies using self-organizing maps. *Turku, Finland: TUCS Technical Report*, (396).

- Eklund, T., Sarlin, P., & Jokipii, A. (2011). "Visual Financial Benchmarking Using Self-Organizing Maps: A Revisit", *Turku Centre For Computer Science*,
- Elmas, Ç. (2003). *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997). Modern Portfolio Theory, 1950 To Date. *Journal of Banking & Finance*, 21(11-12), 1743–1759.
- Elton, E., Gruber, M., Brown, S., and Goetzman, W. (2003). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis* (6th ed.), John Wiley & Sons Inc.
- Fabozzi, F. J., and Markowitz, H. (2011). The Theory and Practice of Investment Management. Second Edition. USA: John Wiley & Sons.
- Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). The Legacy of Modern Portfolio Theory. *The Journal of Investing*, 11(3), 7-22.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals Of Neural Networks: Architectures, Algorithms, And Applications*. Prentice Hall, New Jersey.
- Fettahoğlu, A. (2016). *Portföy Yönetimi*. Umuttepe Yayınları.
- Focardi, S. M., and Fabozzi, F. J., (2004). *The Mathematics of Financial Modelling & Investment Management*, Canada: John Wiley&Sons,
- Gan, G., Ma, C., and Wu, J. (2007). *Data Clustering Theory, Algorithms, and Applications*. American Statistical Association.
- Gavrilov, M., Anguelov, D., Indyk, P., & Motwani, R. (2000). Mining The Stock Market (Extended Abstract): Which Measure Is Best? In Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 487-496). ACM.
- Giudici, P., and Figini, S. (2009). *Applied Data Mining for Business and Industry*.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis: (7. Edition)*, Essex: Pearson Education Limited.
- Han, J., Kamber, M., and Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts And Techniques* (Third Edition), Morgan Kaufmann.
- Hanafizadeh, P., and Mirzazadeh, M. (2011). Visualizing Market Segmentation Using Self-Organizing Maps And Fuzzy Delphi method - ADSL Market Of A Telecommunication Company. *Expert Systems With Applications*, 38(1), 198–205.
- Haykin, S., O. (2008). *Neural Networks And Learning Machines*. (3rd Edition). New Jersey: Pearson.
- Irmak, S., ve Çetin, K. (2009). Hisse senetlerinin korelasyon uzaklıklarına dayalı olarak kümelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 395–406.

- İnce, H., İmamoğlu, S. Z., ve Keskin, H. (2013). Öz-Düzenlemeli Harita Ağları ile K-Ortalama Kümeleme Analizinin Karşılaştırılması: Tüketici Profillemeye Örneği, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, C. 28, S.4: 723–731.
- İskenderoğlu, Ö., ve Karadeniz, E. (2011). Optimum Portföyün Seçimi: İMKB-30 Üzerinde bir Uygulama. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt12, Sayı 2, 235-257.
- Jain, A. K. (2010). Data Clustering: 50 Years Beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651-666.
- Jardin, du P. and Severin, E. (2011). Predicting Corporate Bankruptcy Using A Selforganizing Map: An Empirical Study To Improve The Forecasting Horizon Of A Financial Failure Model. *Decision Support Systems*, 51(3), 701-711.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri* (7. Baskı). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kalfa, V. R., ve Bekçioğlu, S. (2014). İMKB'de İşlem Gören Gıda, Tekstil ve Çimento Sektörü Şirketlerinin Finansal Oranlar Yardımıyla Kümelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Karabayır, M. E., ve Doğanay, M. (2010). Kümeleme Analizi ile Portföy Seçimi: İMKB-100 Endeksi Üzerine Bir Çalışma (Portfolio Selection with Cluster Analysis: A Study on Istanbul Stock Exchange-100 Index).
- Karan, M. B. (2013). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi* (4. Baskı), Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kardiyen, F. (2007). Doğrusal Programlama ile Portföy Optimizasyonu ve İMKB Verilerine Uygulanması Üzerine Bir Çalışma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (2). 15-28.
- Kayalıdere, K., ve Aktaş, H. (2008). Alternatif portföy seçim modellerinin performanslarının karşılaştırılması (İMKB örneği).
- Kohonen, T. (1997). *Self Organizing Maps*. (2nd Edition). Berlin: Springer.
- Kohonen, T. (2014). *MATLAB Implementations and Applications of the Self-Organizing Map*, Unigrafia Oy, Helsinki, Finland.
- Koikkalainen, P., and Oja, E. (1990). Self-organizing Hierarchical Feature Maps. *1990 IJCNN International Joint Conference on Neural Networks*.
- Konuralp, G. (2001). *Sermaye Piyasaları Analizler Kuramlar ve Portföy Yönetimi*, İstanbul: Alfa Kitabevi.
- Korkmaz T., ve Ceylan, A. (2015). *Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi*. 7. Baskı, Ekin Kitabevi.
- Korkmaz, T., Aydın, N., ve Sayılğan, G. (2019), *Portföy Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.

- Koskivaara, E. (2003). Visualisation of Complex Business Data: A Neural Network Approach. *BLED 2003 Proceedings*, 69.
- Liu, R., Cai, H., and Luo, C. (2012). Clustering Analysis Of Stocks Of CSI 300 Index Based On Manifold Learning.
- Marghescu, D. (2007). Multi-dimensional data visualization techniques for exploring financial performance data. *AMCIS 2007 Proceedings*, 509.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7 (1), 77-91.
- Medsker, L., Turban, E. & Trippi, R. (1996). *Neural Network Fundamentals For Financial Analysts*. R. Trippi ve E. Turban (Eds), *Neural Networks in Finance and Investing: Using Artificial Intelligence to Improve Real-World Performance* içinde (s. 3-24). NewYork: McGraw-Hill
- Mehrotra, K., Mohan, C. K., & Ranka, S. (1996). *Elements of Artificial Neural Networks*, Cambridge: The MIT Press.
- Milligan, G. W., and Cooper, M. C. (1988). A Study Of Standardization Of Variables In Cluster Analysis. *Journal of classification*, 5(2), 181-204.
- Nanda, S. R., Mahanty, B., & Tiwari, M. K. (2010). Clustering Indian stock market data for portfolio management. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8793–8798
- Oberuc, R. E. (2011). *Dynamic Portfolio Theory and Management: Using Active Asset Allocation To Improve Profits And Reduce Risk*. McGraw Hill Professional.
- Oğuzlar, A. (2009). Kümeleme Analizinde Yeni Bir Yaklaşım: Kendini Düzenleyen Haritalar (Kohonen Ağları), *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 19, S. 2: 93–107.
- Özçalıcı, M. (2016). Hisse Senetlerinin Özdüzenleyici Haritalarla Kümelendirilmesi: BİST-50 Endeksinde Yer Alan Hisseler Üzerine Bir Uygulama, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, C. 45, S. 1: 22–33.
- Özçalıcı, M. (2017). Özdüzenleyici Haritalar Yardımıyla Piyasa Bölümlendirmesi: Türkiye İkinci El Otomobil Piyasası Örneği. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23.
- Özçam, M., (1997). *Varlık Fiyatlama Modelleri Aracılığıyla Dinamik Portföy Yönetimi*, SPK, Yayın No:104.
- Özdamar, K. (2002). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi: Çok Değişkenli Analizler*, 2. Cilt. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, M. (2011). “Genetik Algoritma Kullanarak Portföy Seçimi”, *İktisat İşletme ve Finans*, yıl: 26, sayı: 299, s. 43-66
- Özşahin, M. ve Yüregir, O. H. (2012). Otomotiv Sektörünün Kendini Örgütleyen Haritalar ile Finansal Analizi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2), 155-164.

- Öztemel, E. (2006). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış. *Takvim-i Vekayî*, 6(2), 25-36.
- Rea, A., and Rea, W. (2014). Visualization Of A Stock Market Correlation Matrix. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 400, 109–123.
- Sarıman, G. (2011). Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: K-Means ve K-Medoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 192-202.
- Serrano-Cinca, C. (1996). Self Organizing Neural Networks For Financial Diagnosis. *Decision Support Systems*, 17(3), 227-238.
- Séverin, E. (2010). Self Organizing Maps In Corporate Finance: Quantitative And Qualitative Analysis Of Debt And Leasing. *Neurocomputing*, 73(10-12), 2061–2067.
- Sharpe, W. F. (1963). A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Science*, 9(2), 277–293.
- Silva, B., and Marques, N. C. (2010). Feature Clustering with Self-organizing Maps and an Application to Financial Time-series for Portfolio Selection. *In IJCCI (ICFC-ICNC)* (pp. 301-309).
- Stankevičius, G. (2001). Forming of the investment portfolio using the self-organizing maps (SOM). *Informatica*, 12(4), 573-584.
- Suner, A., ve Çelikoğlu, C. C. (2010). Toplum Tabanlı Bir Çalışmada Çoklu Uygunluk Analizi ve Kümeleme Analizi ile Sağlık Kurumu Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2).
- Şekerkaya, A., ve Cengiz, E. (2010). “Kadın Tüketicilerin Alışveriş Merkezi Tercihlerinin Belirlenmesi ve Bir Pilot Araştırma”, *Öneri*, C. 9, S. 34: 41–55.
- Şenol, Z., ve Polatgil, M. (2020). Borsalar Arası İlişkilerin Özdüzenleyici Haritalarla Kümelendirilmesi, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 8(1), 1-13.
- Taner, B., ve Akkaya, C. (2012). Sermaye Piyasası Faaliyet Alanı ve Menkul Kıymetler, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Taşkın, Ç., ve Emel, G. G. (2010). Veri Madenciliğinde Kümeleme Yaklaşımları ve Kohonen Ağları ile Perakendecilik Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(3), 395–409.
- Tekin, B. (2018). Ward, K-ortalamalar ve İki Adımlı Kümeleme Analizi Yöntemleri ile Finansal Göstergeler Temelinde Hisse Senedi Tercihi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 401-436.
- Tola, V., Lillo, F., Gallegati, M., & Mantegna, R. N. (2008). Cluster Analysis For Portfolio Optimization. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(1), 235-258

- Topak, M. S., (2010). İmalat Sanayinde Firma Risklerinin Belirlenmesi: Kümeleme Analizi Yöntemiyle Ampirik Bir Çalışma. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (11), 100-127.
- Topal, Y., ve İlarıslan, K. (2009). Portföy Optimizasyonu Bağlamında Tanjant Portföyleri: İMKB 30 İşletmelerinden Bir Örnek. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 219-247.
- Toraman C. ve Yürük M., F. (2014). Kuadratik Programlama Tabanlı Modelleme ile Portföy Optimizasyonu: BİST -100 uygulaması, *Gaziantep Üniversitesi İİBF İşletme* 5(1.), Sayfa No 1-16
- Turanlı, M., Özden, Ü. H., ve Türedi, S. (2006). Avrupa Birliği'ne Aday ve Üye Ülkelerin Ekonomik Benzerliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. Yıl:5 Sayı:9 Bahar 2006/1 s.95-108
- Uğurlu, M., Erdaş, M.L. ve Eroğlu, A. (2016). Portföy Yönetiminde Sistemik Olmayan Riski Azaltacak Bir Doğrusal Programlama Model Önerisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*,
- Usta, Ö., ve Demireli, E. (2012). Risk Bileşenleri Analizi: İMKB'de Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 6(12), 25-36.
- Vatansever, M., ve Büyüklü, A. H. (2009). Görsel Veri Madenciliği Tekniklerinin Kümeleme Analizlerinde Kullanımı ve Uygulanması. *Sigma: Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 27(2), 83–104.
- Viscovery SOMine User's Manual (2018), Viscovery Software GMBH, Viscovery SOMine 7.2. Version, Vienna, Austria.
- Xiu, Z., Hong, P., & Zhen, Z. (2009). Clustering in stock market based on fractal theory. In *2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics* (Vol. 1, pp. 161-164). IEEE.
- Yao, Z., Eklund, T., & Back, B. (2010). Using som-ward clustering and redictive analytics for conducting customer segmentation. In *2010 IEEE International Conference on Data Mining Workshops* (pp. 639-646). IEEE.
- Yıldız, M. Ş., Kekezoğlu, B., ve İşen, E. (2019). K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile Güç Transformatörlerinin Bakım Stratejilerinin Belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 505-513.
- Yılmaz, B. (2019). Maliyet Fonksiyonun Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağı Modellerinin Kullanımı. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (2019).
- Yörük, N. (2000). Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB' de Test Edilmesi, İstanbul: İMKB Yayınları.
- Yücel, İ., L. (2016). Portföylerin VZA'nın Önerileri Doğrultusunda Etkinleştirmesine Yönelik Bir Uygulama. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*. Sayı:24 2016 109-131.

- Zerey, G., ve Terzi, E. (2015). Portföy Seçimi ve BİST30 Üzerinde Bir Uygulama. *International Anatolia Academic Online Journal / Science Journal*, 3(2).
- Zorin, A. (2003). Stock price prediction: Kohonen versus backpropagation. In Proceedings of the International Conference on Modeling and Simulation of Business Systems (pp. 115-119).



6. EKLER

EK 1. Veri Setindeki Değişkenleri Kullanılan BİST-100 Şirketleri

KOD	UNVAN	SEKTÖR	ALT SEKTÖR
AFYON	AFYON ÇİMENTO SANAYİ T.A.Ş.	İMALAT	TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI
AKBNK	AKBANK T.A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
AKSA	AKSA AKRİLİK KİMYA SANAYİİ A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
AKSEN	AKSA ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	ELEKTRİK GAZ VE SU	ELEKTRİK GAZ VE BUHAR
ALGYO	ALARKO GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIKLARI
ALARK	ALARKO HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
ALBRK	ALBARAKA TÜRK KATILIM BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
ANACM	ANADOLU CAM SANAYİİ A.Ş.	İMALAT	TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI
AEFES	ANADOLU EFES BİRACILIK VE MALT SANAYİİ A.Ş.	İMALAT	GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN
ANELE	ANEL ELEKTRİK PROJE TAAHHÜT VE TİCARET A.Ş.	İNŞAAT VE BAYINDIRLIK	İNŞAAT VE BAYINDIRLIK İŞLERİ
ARCLK	ARÇELİK A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	TEKNOLOJİ	SAVUNMA
BERA	BERA HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
BJKAS	BEŞİKTAŞ FUTBOL YATIRIMLARI SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	EĞİTİM, SAĞLIK, SPOR VE DİĞER SOSYAL HİZMETLER	SPOR FAALİYETLERİ EĞLENCE VE OYUN FAALİYETLERİ
BIMAS	BİM BİRLEŞİK MAĞAZALAR A.Ş.	TOPTAN VE PERAKENDE TİCARET, LOKANTALAR VE OTELLER	PERAKENDE TİCARET
BRSAN	BORUSAN MANNESMANN BORU SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	ANA METAL SANAYİ
COLA	COCA-COLA İÇECEK A.Ş.	İMALAT	GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN
CEMAS	ÇEMAŞ DÖKÜM SANAYİ A.Ş.	İMALAT	ANA METAL SANAYİ
CEMTS	ÇEMTAŞ ÇELİK MAKİNA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	ANA METAL SANAYİ
DEVA	DEVA HOLDİNG A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
DOHOL	DOĞAN ŞİRKETLER GRUBU HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
DGKLB	DOĞTAŞ KELEBEK MOBİLYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	ORMAN ÜRÜNLERİ VE MOBİLYA
DOAS	DOĞUŞ OTOMOTİV SERVİS VE TİCARET A.Ş.	TOPTAN VE PERAKENDE TİCARET, LOKANTALAR VE OTELLER	TOPTAN TİCARET
ECZYT	ECZACIBAŞI YATIRIM HOLDİNG ORTAKLIĞI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
EGEEN	EGE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
ECILC	EİS ECZACIBAŞI İLAÇ, SİNAİ VE FİNANSAL YATIRIMLAR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ

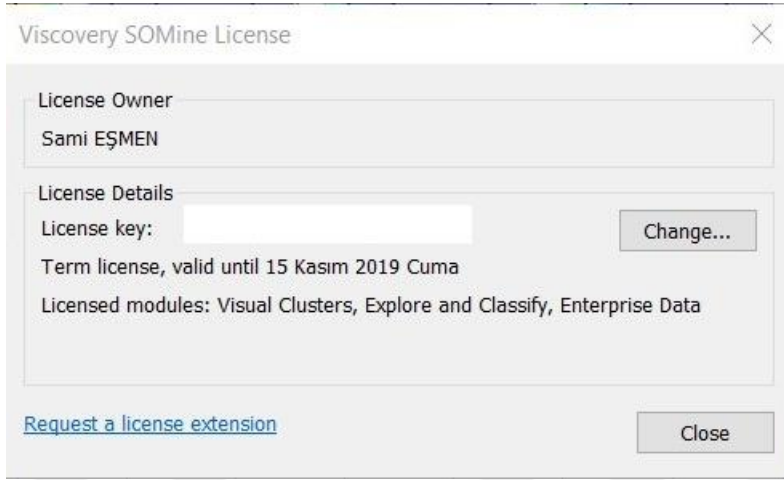
EKGYO	EMLAK KONUT GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIKLARI
ENKAI	ENKA İNŞAAT VE SANAYİ A.Ş.	İNŞAAT VE BAYINDIRLIK	İNŞAAT VE BAYINDIRLIK İŞLERİ
EREGL	EREĞLİ DEMİR VE ÇELİK FABRİKALARI T.A.Ş.	İMALAT	ANA METAL SANAYİ
FENER	FENERBAHÇE FUTBOL A.Ş.	EĞİTİM, SAĞLIK, SPOR VE DİĞER SOSYAL HİZMETLER	SPOR FAALİYETLERİ EĞLENCE VE OYUN FAALİYETLERİ
FLAP	FLAP KONGRE TOPLANTI HİZMETLERİ OTOMOTİV VE TURİZM A.Ş.	İDARİ VE DESTEK HİZMET FAALİYETLERİ	BÜRO YÖNETİMİ, BÜRO DESTEĞİ VE DİĞER ŞİRKET DESTEK FAALİYETLERİ
FROTO	FORD OTOMOTİV SANAYİ A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
GSRAY	GALATASARAY SPORTİF SİNAİ VE TİCARİ YATIRIMLAR A.Ş.	EĞİTİM, SAĞLIK, SPOR VE DİĞER SOSYAL HİZMETLER	SPOR FAALİYETLERİ EĞLENCE VE OYUN FAALİYETLERİ
GENTS	GENTAŞ DEKORATİF YÜZEYLER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	ORMAN ÜRÜNLERİ VE MOBİLYA
GEREL	GERSAN ELEKTRİK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
GLYHO	GLOBAL YATIRIM HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
GOODY	GOODYEAR LASTİKLERİ T.A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
GOLTS	GÖLTAŞ GÖLLER BÖLGESİ ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI
GSDHO	GSD HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
GUBRF	GÜBRE FABRİKALARI T.A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
SAHOL	HACI ÖMER SABANCI HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
HEKTS	HEKTAŞ TİCARET T.A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
HURGZ	HÜRRİYET GAZETECİLİK VE MATBAACILIK A.Ş.	İMALAT	KAĞIT VE KAĞIT ÜRÜNLERİ, BASIM VE YAYIN
ICBCT	ICBC TURKEY BANK A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
IEYHO	IŞIKLAR ENERJİ VE YAPI HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
IHLGM	İHLAS GAYRİMENKUL PROJE GELİŞTİRME VE TİCARET A.Ş.	GAYRİMENKUL FAALİYETLERİ	GAYRİMENKUL FAALİYETLERİ
IHLAS	İHLAS HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
IPEKE	İPEK DOĞAL ENERJİ KAYNAKLARI ARAŞTIRMA VE ÜRETİM A.Ş.	MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	HAM PETROL VE DOĞAL GAZ ÇIKARTILMASI
ISFIN	İŞ FİNANSAL KİRALAMA A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	FİNANSAL KİRALAMA VE FAKTÖRİNG ŞİRKETLERİ
ISGYO	İŞ GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIKLARI
ITTFH	İTTİFAK HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
KRDMD	KARDEMİR KARABÜK DEMİR ÇELİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	ANA METAL SANAYİ

KARSN	KARSAN OTOMOTİV SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
KARTN	KARTONSAN KARTON SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	KAĞIT VE KAĞIT ÜRÜNLERİ, BASIM VE YAYIN
KCHOL	KOÇ HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
KORDS	KORDSA TEKNİK TEKSTİL A.Ş.	İMALAT	TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ
KOZAL	KOZA ALTIN İŞLETMELERİ A.Ş.	MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	KÖMÜR VE LİNYİT MADENCİLİĞİ
KOZAA	KOZA ANADOLU METAL MADENCİLİK İŞLETMELERİ A.Ş.	MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	METAL CEVHERİ MADENCİLİĞİ
METRO	METRO TİCARİ VE MALİ YATIRIMLAR HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
MGROS	MİGROS TİCARET A.Ş.	TOPTAN VE PERAKENDE TİCARET, LOKANTALAR VE OTELLER	PERAKENDE TİCARET
NTHOL	NET HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
NETAS	NETAŞ TELEKOMÜNİKASYON A.Ş.	TEKNOLOJİ	BİLİŞİM
ODAS	ODAŞ ELEKTRİK ÜRETİM SANAYİ TİCARET A.Ş.	ELEKTRİK GAZ VE SU	ELEKTRİK GAZ VE BUHAR
OTKAR	OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİ A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
OZKGY	ÖZAK GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIKLARI
PRKME	PARK ELEKTRİK ÜRETİM MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI	KÖMÜR VE LİNYİT MADENCİLİĞİ
PGSUS	PEGASUS HAVA TAŞIMACILIĞI A.Ş.	ULAŞTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŞME	ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA
PETKM	PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
POLHO	POLİSAN HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
SASA	SASA POLYESTER SANAYİ A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
SODA	SODA SANAYİİ A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER
SKBNK	ŞEKERBANK T.A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
TATGD	TAT GIDA SANAYİ A.Ş.	İMALAT	GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN
TAVHL	TAV HAVALİMANLARI HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
TKFEN	TEKFEN HOLDİNG A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
TRKCM	TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş.	İMALAT	TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI
TCELL	TURKCELL İLETİŞİM HİZMETLERİ A.Ş.	ULAŞTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŞME	HABERLEŞME
TMSN	TÜMOSAN MOTOR VE TRAKTÖR SANAYİ A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
TUPRS	TÜPRAŞ-TÜRKİYE PETROL RAFİNERİLERİ A.Ş.	İMALAT	KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER

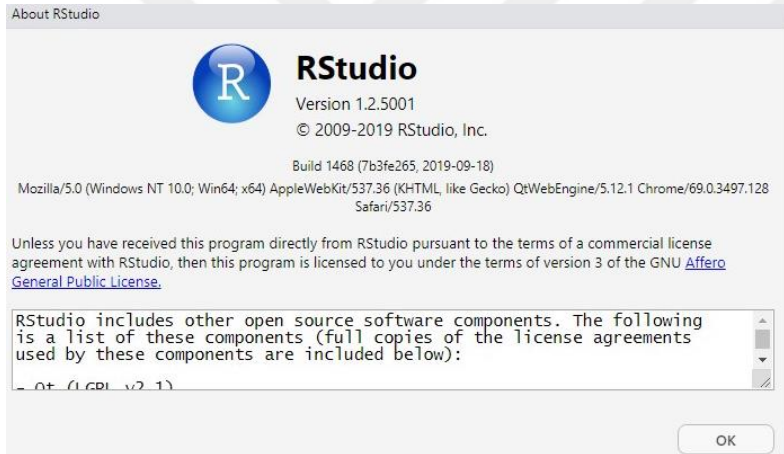
THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	ULAŞTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŞME	ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA
TTKOM	TÜRK TELEKOMÜNİKASYON A.Ş.	ULAŞTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŞME	HABERLESME
TTRAK	TÜRK TRAKTÖR VE ZİRAAT MAKİNELERİ A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
GARAN	TÜRKİYE GARANTİ BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
HALKB	TÜRKİYE HALK BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
ISCTR	TÜRKİYE İŞ BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
TSKB	TÜRKİYE SİNAİ KALKINMA BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
SISE	TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	HOLDİNGLER VE YATIRIM ŞİRKETLERİ
ULKER	ÜLKER BİSKÜVİ SANAYİ A.Ş.	İMALAT	GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN
VAKFN	VAKIF FİNANSAL KİRALAMA A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	FİNANSAL KİRALAMA VE FAKTORİNG ŞİRKETLERİ
VESTL	VESTEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI
YKBNK	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	MALİ KURULUŞLAR	BANKALAR
YATAS	YATAŞ YATAK VE YORGAN SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İMALAT	TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ
ZOREN	ZORLU ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	ELEKTRİK GAZ VE SU	ELEKTRİK GAZ VE BUHAR

EK 2. Çalışmada Kullanılan Yazılımlara İlişkin Lisans Bilgileri

Viscovery SOMine Yazılımı Lisans Bilgileri



R Studio Yazılımı Lisans Bilgileri



Ayrıca, analizde kullanılan kişisel bilgisayarın donanımına ilişkin bilgiler şu şekildedir:

İşlemci : Intel® Core™ i7-8750H CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz

Yüklü Bellek (RAM) : 16,0 GB (kullanılabilir miktar: 15,9 GB)

Sistem Türü : 64 bit İşletim Sistemi

Windows Sürümü : Windows 10 Pro

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Sami EŞMEN
Doğum Yeri ve Tarihi: Çardak / 19.08.1982

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Pamukkale Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi / İşletme
Lisansüstü Öğrenimi: Pamukkale Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / İşletme ABD / Muhasebe ve Finans / Tezli Yüksek Lisans
Bildiği Yabancı Diller: İngilizce (Orta), Almanca (Orta)

İş Deneyimi

Muhasebe Elemanı: (2005-2012) Dost Tekstil Konfeksiyon San. Ve Tic. A.Ş., Organize Sanayi Bölgesi / DENİZLİ
Öğretim Görevlisi: (2012-Devam Etmekte) Pamukkale Üniversitesi, Çivril Atasay Kamer Meslek Yüksekokulu, Çivril / DENİZLİ

İletişim

e-posta adresi : samiesmen@hotmail.com / sesmen@pau.edu.tr

Tarih: 23.06.2020