



**SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİYLE
PORTFÖY SEÇİMİ: BİST'DE BİR UYGULAMA**

Selçuk YALÇIN

**Doktora Tezi
İşletme Anabilim Dalı
Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU
2020
Her Hakkı Saklıdır**

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Selçuk YALÇIN

**SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİYLE PORTFÖY SEÇİMİ: BİST'DE
BİR UYGULAMA**

DOKTORA TEZİ

**TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU**

ERZURUM – 2020



TEZ BEYAN FORMU

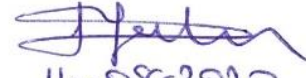
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddelerine göre hazırlamış olduğum "Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Portföy Seçimi: BİST' de Bir Uygulama" adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Gereğini bilgilerinize arz ederim *.

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun makale için **altı ay**, patent için **iki yıl** süreyle erişiminin ertelenmesini istiyorum.


14.08.2020
Selçuk YALÇIN

* LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ELEKTRONİK ORTAMDA TOPLANMASI, DÜZENLENMESİ VE ERİŞİME AÇILMASINA İLİŞKİN YÖNERGE

.....
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Çeşitli ve Son Hükümler

Lisansüstü tezlerin erişime açılmasının ertelenmesi **MADDE 6- (1)** Lisansüstü teze ilgili **patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda**, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu **iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.**

(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz **makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış** ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile **altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**

Gizlilik dereceli tezler MADDE 7- (1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Graduate School of Social Sciences

TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU danışmanlığında, Selçuk YALÇIN tarafından hazırlanan bu çalışma 14/08/2020 tarihinde aşağıda isimleri yazılı jüri tarafından İşletme Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ömer Selçuk EMSEN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Bener GÜNGÖR

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ender ÇOŞKUN

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Mahmut ERDOĞAN

İmza:

İmza:

İmza:

İmza:

İmza:

Prof. Dr. Sait UYLAŞ

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	VI
ABSTRACT	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR DİZİNİ	XII
ÖNSÖZ.....	XIII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

PORTFÖY KAVRAMI VE PORTFÖY YÖNETİM SÜRECİ

1.1. PORTFÖY KAVRAMI	4
1.2. PORTFÖY YÖNETİMİ	4
1.2.1. Planlama Süreci	5
1.2.1.1. Yatırımcı Hedeflerinin ve Kısıtlarının Belirlenmesi	6
1.2.1.2. Yatırım Politikası Raporunun Hazırlanması.....	6
1.2.1.3. Piyasa Beklentilerinin Tahmini	8
1.2.1.4. Portföy Stratejisinin Oluşturulması	9
1.2.2. Uygulama Süreci	9
1.2.3. Geri Bildirim Süreci	10
1.2.3.1. Gözlem ve Revizyon.....	10
1.2.3.2. Performans Değerlendirmesi	11
1.3. PORTFÖY YÖNETİM YAKLAŞIMLARI.....	12
1.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı	12
1.3.2. Modern Portföy Yaklaşımı	13
1.3.2.1. Ortalama- Varyans Modeli	15
1.3.2.2. Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli	21
1.3.2.3. Arbitraj Fiyatlama Teorisi	27
1.3.2.4. Fama - French Üç Faktör Modeli	30
1.3.2.5. Faktör (Endeks) Modeller.....	31
1.3.2.5.1. Tekli Faktör (Endeks) Modeli.....	32

1.3.2.5.2. Çoklu Faktör (Endeks) Modeli.....	33
1.4. PORTFÖY PERFORMANS ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	34
1.4.1. Toplam Riske Göre Performans Ölçüm Modelleri	35
1.4.1.1. Sharpe Oranı	35
1.4.1.2. M2 Performans Ölçütü	36
1.4.1.3. Sortino Oranı	38
1.4.2. Sistematik Riske Göre Performans Ölçüm Modelleri.....	39
1.4.2.1. Treynor Oranı	39
1.4.2.2. Jensen Ölçütü.....	40
1.4.2.3. T ² Performans Ölçütü	42
1.4.2.4. Değerleme Oranı.....	42
1.4.3. Piyasa Zamanlama Ölçütüne Göre Performans Ölçüm Modelleri.....	43
1.4.3.1. Kuadratik Regresyon Modeli.....	43
1.4.3.2. Kukla Değişkenli Regresyon Modeli.....	44
1.4.3.3. Fama Ölçütü.....	45

İKİNCİ BÖLÜM

BELİRSİZLİK ALTINDA KARAR VERME

2.1. BULANIK MANTIK	47
2.1.1. Bulanık Kümeler	51
2.1.2. Bulanık Küme İşlemleri	55
2.1.2.1 Birleşim İşlemi.....	56
2.1.2.2 Kesişim İşlemi	56
2.1.2.3. Bulanık Kümelerde Tümlen İşlemi.....	57
2.1.2.4. Bulanık Kümelerde Evrensel Küme ve Alt Küme	58
2.1.2.5. Bulanık Kümelerde Eşitlik	58
2.1.3. Bulanık Kümede Üyelik Fonksiyonları.....	59
2.1.3.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	59
2.1.3.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	60
2.1.3.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu.....	60
2.1.3.4. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu.....	61
2.1.3.5. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	62

2.2. SEZGİSEL BULANIK KÜME	62
2.2.1. Sezgisel Bulanık Kümede İşlemler	65
2.2.2. Sezgisel Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri.....	65
2.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	67
2.3.1. AHP Yöntemi	69
2.3.2. ELECTRE Yöntemi	71
2.3.3. VIKOR Yöntemi	73
2.3.4. PROMETHEE Yöntemi	74
2.3.5. TOPSIS Yöntemi.....	76

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİNİN BORSA İSTANBUL'DA UYGULANMASI

3.1. ARAŞTIRMANIN LİTERATÜRÜ	80
3.2. ARAŞTIRMANIN AMACI	87
3.3. ARAŞTIRMANIN VERİ SETİ VE KISITLARI	87
3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	88
3.5. FİRMALARIN PERFORMANSLARINI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ	88
3.5.1. Asit - Test Oranı	92
3.5.2. Aktif Karlılık Oranı (ROA)	92
3.5.3. Öz Sermaye Karlılık Oranı (ROE)	92
3.5.4. Net Kar Marjı	93
3.5.5. Aktif Devir Hızı.....	93
3.5.6. Finansal Kaldıraç Oranı.....	93
3.5.7. Fiyat / Kazanç (F/K) Oranı.....	94
3.5.8. Piyasa Değeri Defter Değeri Oranı.....	94
3.5.9. Temettü Verimi	94
3.5.10. Likit Aktiflerin Toplam Aktiflere Oranı	95
3.5.11. Takipteki Kredi Oranı	95
3.5.12. Öz Sermayenin Toplam Aktiflere Oranı	95

3.6. EN İYİ PERFORMANS GÖSTEREN FİRMALARI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİNİN UYGULAMA ADIMLARI.....	96
3.7. PORTFÖYDE YER ALACAK FİRMALARA AİT KARAR MATRİSLERİNİN OLUŞTURULMASI VE YATIRIM YAPILACAK FİRMALARIN BELİRLENMESİ	99
3.8. YILLARA GÖRE PORTFÖYLERİN OLUŞTURULMASI.....	115
3.8.1. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması.....	117
3.8.2. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması.....	129
3.8.3 2016 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması.....	130
3.8.4. 2016 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması.....	134
3.8.5. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması.....	135
3.8.6. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması.....	139
3.8.7. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması.....	140
3.8.8. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması.....	144
3.8.9. 2019 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması.....	144
3.8.10. 2019 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması.....	149

SONUÇ.....	150
KAYNAKÇA	156
EKLER.....	170
EK-1. ANA METAL SANAYİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI.....	170
EK-2. BANKACILIK SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI	171
EK-3. BİLİŞİM SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI	172
EK-4. ENERJİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI	173
EK-5. GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI.....	174
EK-6. KİMYA, İLAÇ, PETROL, LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI.....	175
EK-7. METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZ VE ULAŞIM ARAÇLARI SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI	176
EK-8 TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI.....	177
EK-9. TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI.....	178
EK-10. ULAŞTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŞME SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI	179
ÖZGEÇMİŞ.....	180

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİYLE PORTFÖY SEÇİMİ: BİST'DE
BİR UYGULAMA

Selçuk YALÇIN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU

2020, 180 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU
Prof. Dr. Ömer Selçuk EMSEN
Prof. Dr. Bener GÜNGÖR
Doç. Dr. Ender COŞKUN
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut ERDOĞAN

Bu çalışmayla, Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören firmalar içerisinde en iyi performans gösteren firmalar belirlenerek, bu firmalara ait hisse senetlerinden oluşturulan farklı portföylerin performanslarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, portföyleri oluşturan hisse senetlerinin seçiminde, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, 5 yıl boyunca 15 farklı portföy oluşturulmuş ve bu portföylerin performansları birbirleriyle ve BİST 100 endeksiyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmada, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan hisse senedi seçiminin hem yükselen piyasalarda hem de düşen piyasalarda, BİST 100 endeksinden çok daha iyi bir performans gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin portföye dahil edilecek hisse senetlerini belirlemek için kullanışlı bir yöntem olduğu ve yatırımcıların portföy oluştururken bu yöntemi kullanmalarının yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Portföy Seçimi, Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemi, Markowitz Ortalama Varyans Modeli, Çok Kriterli Karar Verme

ABSTRACT

Ph. D. DISSERTATION

PORTFOLIO SELECTION WITH INTUINISTIONIC FUZY Topsis

METHOD: AN APPLICATION AT BORSA ISTANBUL

Selçuk YALÇIN

Advisor: Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU

2020, page: 180

Jury: Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU

Prof. Dr. Ömer Selçuk EMSEN

Prof. Dr. Bener GÜNGÖR

Assoc. Prof. Dr. Ender COŞKUN

Assist. Prof. Dr. Mahmut ERDOĞAN

The aim of this study is determine the best performing companies in BIST and analyze the performances of different portfolios which consists of stocks from these companies. For this purpose, intuinstionic fuzzy TOPSIS method used at selection of portfolios. In this study, 15 different portfolios had been created along 5 years and performances of these portfolios had been compared to each other and with BIST 100 index.

It is determined that stock selection which is made with intuinstionic fuzzy TOPSIS method has performed much better than BIST 100 index in both rising and decreasing markets. As a result of the study it is concluded that intuinstionic fuzzy TOPSIS method is a useful method in order to determine which stocks should be added to the portfolio and it is beneficial for the investors to use this method when creating portfolios.

Key Words: Portfolio Selection, Intuinstionic Fuzzy TOPSIS Method, Markowitz Mean Variance Model, Multicriteria Decision Making

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Klasik Mantık İle Bulanık Mantığın Anahtar Fikirleri	49
Tablo 2.2. Yaş Kategorileri ve Dilsel Karşılıkları.....	53
Tablo 2.3. İkili Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu.....	70
Tablo 2.4. Rassal Tutarlılık Göstergeleri	71
Tablo 3.1. Karar matrisi.....	101
Tablo 3.2. Normalleştirilmiş Karar Matrisi.....	103
Tablo 3.3. Bulanık Karar Matrisi	105
Tablo 3.4. Sezgisel Bulanık Karar Matrisi	107
Tablo 3.5. Kriter Puanlama Tablosu.....	108
Tablo 3.6. Kriter Ağırlıkları	108
Tablo 3.7. Ağırlıklandırılmış Sezgisel Bulanık Karar Matrisi	110
Tablo 3.8. Pozitif ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Ayrım Ölçümleri.....	113
Tablo 3.9. Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları	114
Tablo 3.10. Alternatiflerin Sıralaması	115
Tablo 3.11. 2015 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri.....	117
Tablo 3.12. Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Hisse Senetlerinin 2014 Yılı Getirileri	118
Tablo 3.13. Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Hisse Senetlerinin 2014 Yılı Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	119
Tablo 3.14. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alacak Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Portföydeki Ağırlıkları.....	121
Tablo 3.15. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri.....	121
Tablo 3.16. 2015 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	124
Tablo 3.17. 2015 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	126
Tablo 3.18. BİST 100 Endeksinin 2015 Yılı Haftalık Getirileri	128

Tablo 3.19. BİST 100 Endeksi 2015 Yılı Getiri, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri	129
Tablo 3.20. 2015 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri.....	129
Tablo 3.21. 2016 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri	130
Tablo 3.22. 2016 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	131
Tablo 3.23. 2016 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	132
Tablo 3.24. 2016 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	133
Tablo 3.25. 2016 Yılı A,B,C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri.....	134
Tablo 3.26. 2017 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri	135
Tablo 3.27. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	136
Tablo 3.28. 2017 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	137
Tablo 3.29. 2017 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri.....	138
Tablo 3.30. 2017 Yılı A,B,C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri.....	139
Tablo 3.31. 2018 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri	140

Tablo 3.32. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	141
Tablo 3.33. 2018 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	142
Tablo 3.34. 2018 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	143
Tablo 3.35. 2018 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri.....	144
Tablo 3.36. 2019 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri.....	145
Tablo 3.37. 2019 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	146
Tablo 3.38. 2019 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	147
Tablo 3.39. 2019 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri	148
Tablo 3.40. 2019 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri.....	149

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kayıtsızlık Eğrileri.....	19
Şekil 1.2. Etkin Sınır.....	20
Şekil 1.3. Yatırımcıların Etkin Sınır Eğrisi Üzerindeki Yeri.....	20
Şekil 1.4. Beklenen Getiri.....	23
Şekil 1.5. Beta Katsayısı.....	26
Şekil 1.6. Arbitraj Fiyatlama Doğrusu.....	28
Şekil 1.7. Sharpe Oranı.....	36
Şekil 1.8. M^2 ölçütü.....	38
Şekil 1.9. Jensen Ölçütü.....	41
Şekil 2.1. Bulanık Mantık Gösterimi.....	49
Şekil 2.2. Yaş Değişkeninin Klasik Küme Gösterimi.....	54
Şekil 2.3. Yaş Değişkeninin Bulanık Küme Gösterimi.....	54
Şekil 2.4. A ve B Bulanık Kümelerinin Birleşimi.....	56
Şekil 2.5. A ve B Bulanık Kümelerinin Kesişimi.....	57
Şekil 2.6. Bulanık Küme ve Tümleyeni.....	57
Şekil 2.7. Bulanık Kümelerde Alt Küme.....	58
Şekil 2.8. Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	59
Şekil 2.9. Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	60
Şekil 2.10. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	61
Şekil 2.11. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	61
Şekil 2.12. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Gösterimi.....	62
Şekil 2.13. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi.....	64
Şekil 2.14. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi.....	64
Şekil 2.15. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi.....	64
Şekil 2.16. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklıklar.....	76

KISALTMALAR DİZİNİ

AFD	: Arbitraj Fiyatlama Doğrusu
AFT	: Arbitraj Fiyatlama Teorisi
AHP	: Analytic Hierarchy Process
BIST	: Borsa İstanbul
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	: Elemination and Choice Expressing Reality
F/K	: Fiyat / Kazanç Oranı
IFHG	: Sezgisel Bulanık Hibrit Ortalama
IFWA	: Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Ortalama
IFWG	: Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Ortalama
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
LIFE	: Laboratory For Interchange Fuzzy Engineering
MAR	: Minimum Kabul Edilebilir Getiri
PD / DD	: Piyasa Değeri / Defter Değeri Oranı
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
ROA	: Aktif Karlılık Oranı
ROE	: Öz Sermaye Karlılık Oranı
SVFM	: Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VAR	: Riske Maruz Değer
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje

ÖNSÖZ

Bu çalışma, son yıllarda çok önem kazanan portföy seçimi üzerine planlanmıştır. Çalışmada, portföy seçiminde sezgisel bulanık TOPSIS yönteminin kullanımının yatırımcılar için kullanışlı bir yöntem olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla, BİST’de işlem gören 10 farklı sektörde yer alan firmalar sezgisel bulanık TOPSIS yöntemiyle analiz edilmiş ve en iyi performans gösteren firmalar belirlenmiştir. Belirlenen bu firmalara ait hisse senetlerinden yararlanılarak, 2015-2019 yılları süresince 15 farklı portföy oluşturulmuş ve bu portföylerin performansları incelenmiştir.

Yapmış olduğum bu çalışmanın her aşamasında, fikirleriyle bana yol gösteren, her türlü yardımı benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Reşat KARCIOĞLU’na, tezin hazırlanma sürecinde sık sık görüşlerine başvurduğum değerli hocalarım, Prof. Dr. Bener GÜNGÖR’e ve Dr. Öğr. Üyesi Mahmut ERDOĞAN’a, bu tezin her aşamasında yanımda olan aileme ve desteklerini benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

GİRİŞ

Yatırımcıların yatırım kararlarının temel belirleyicileri, yatırımdan beledikleri getiri ve bu getiri için katlanabilecekleri risk düzeyidir. Yatırımcılar, mümkün olan en düşük risk düzeyinde maksimum getiriyi amaçlarlar. Bu nedenle, birikimlerini getiri ve risk açısından en uygun şekilde değerlendirmek istemektedirler. Bu noktada, yatırımcıların beklenen getiri ve risk hedefi için hangi finansal varlığa yatırım yapması gerektiği temel sorunu oluşturmaktadır. Bu sorunun çözümü için yapılan çalışmalar, tek bir finansal varlığa yatırım yapmak yerine, birden çok finansal varlığa yatırım yaparak getiri hedefinden uzaklaşmadan, yapılan yatırımın riskinin azaltılabileceğini ortaya koymuştur.

Yatırımcıların yatırımın riskini azaltmak için, birden çok finansal varlığa yatırım yapması çeşitlendirme olarak adlandırılmaktadır. Çeşitlendirme sonucu elde edilen ve birden çok finansal varlığın bileşiminden oluşan varlığa portföy adı verilmektedir. Bir başka ifadeyle portföy, içerisinde birden çok finansal varlığın yer aldığı kendine özgü ölçülebilir bir finansal varlık olarak tanımlanabilir.

Portföy oluşturma süreci ile ilgili iki temel yaklaşım geliştirilmiştir. Bunlar; geleneksel portföy yaklaşımı ve modern portföy yaklaşımıdır. Geleneksel portföy yaklaşımı, portföydeki finansal varlık sayısının artmasıyla portföy çeşitlendirmesinin artacağını, dolayısıyla da portföyün riskinin azalacağını ileri sürmüştür. Fakat, daha sonraları yapılan çalışmalar, geleneksel portföy teorisinin bu varsayımının gerçekçi olmadığını göstermiştir. Henry Markowitz (1952)'in ortaya koyduğu Ortalama Varyans Modeli, portföyün riskinin sadece portföydeki finansal varlık sayısını artırarak azaltılamayacağını, bunun yanında portföye dahil edilecek finansal varlıklarının birbiriyle olan ilişkisinin yönünün ve derecesinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Markowitz'in ortaya koyduğu Ortalama Varyans Modeli bugünkü modern portföy yaklaşımının temellerini oluşturmuştur.

Yatırımcıların portföy oluşturma süreçlerinde karşılaştıkları temel problem, risk karşısındaki tutumları ve portföy oluşturmadaki amaçlarına göre farklılık gösteren portföy türlerinden, yatırımcıya en uygun portföyün hangisi olduğunu belirlemeleri ve bu portföyün, belirlenen risk düzeyinde en fazla getiriyi sağlaması için hangi finansal varlıklardan oluşturulması gerektiğidir.

Portföy oluşturma sürecinde, portföye dahil edilecek finansal varlığın belirlenmesi önemli bir noktadır. Yatırım yapılacak finansal varlıkların gelecekteki getirilerini tahmin etmek oldukça zordur. Çünkü, gelecek belirsizdir ve belirsizlik olduğu durumlarda karar verebilmek oldukça güçtür. Yaşamdaki bu belirsizlikler ve bilgi eksiklikleri verilen kararlar üzerinde etkili olmaktadır. Yatırımcıların vereceği yatırım kararları da bu belirsizliklerden etkilenmektedir. Finansal piyasaların sosyal, ekonomik ve politik olaylardan çok çabuk şekilde etkilenmesi bu piyasaların belirsiz bir yapıda olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, finansal piyasalar ile ilgili yatırım kararı verilirken bu belirsizlikleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Finansal piyasaların bu belirsizliği, yatırımcıların alabilecekleri risk düzeylerine göre en iyi getiriye sağlayacak portföylerin oluşturulmasında, birçok farklı yöntemin kullanılmasına neden olmaktadır. Bu amaçla, Zadeh (1965)'in gerçek hayattaki karmaşık ve belirsizlik içeren durumları ifade etmek için ortaya koyduğu bulanık mantık teorisi, son yıllarda portföy oluşturma sürecinde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Zadeh (1965) belirsizlik durumlarında, bulanık mantığın klasik mantığa göre insan zihninin çalışma süreçlerini daha doğru yansıttığını ifade etmiştir. Bulanık mantığın belirsizlik içeren durumları modellemedeki başarısı, insan düşünce ve karar sistemine yatkınlığı, bulanık mantığın finans alanında yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Günümüzde sürekli gelişen finansal piyasalarda, yatırımcıların yatırım yapabileceği finansal varlık sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu durum yatırımcılara farklı alternatiflere yatırım yapma imkanı sunarken, aynı zamanda yatırımcıların birçok alternatif arasından en iyisini seçme problemi ile karşı karşıya kalmalarına neden olmaktadır. Bu durum, yatırımcıların verecekleri yatırım kararlarını zorlaştırmaktadır. Çünkü, bir finansal varlığın fiyatını etkileyen birçok kriter mevcuttur ve yatırımcı karar verirken bu kriterlerin hepsini göz önünde bulundurmak zorundadır.

Karar verme sürecinde, alternatiflerin ve kriterlerin sayısı arttıkça, doğal olarak karar verme de zorlaşmaktadır. Çünkü, yatırımcı genellikle birden fazla ve birbiriyle çelişen kriter içeren bir karar verme süreciyle karşı karşıya kalmakta ve tek bir alternatifin bu kriterlerin tamamında en iyi olması pek mümkün olmamaktadır. Bu durum birçok faktörün etkisiyle, birden fazla uygun alternatifin bulunmasına neden olmakta ve en

uygun alternatifin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu da portföy oluşturma sürecinde finansal varlık seçimini, tipik bir çok kriterli karar verme problemine dönüştürmektedir. Oluşan bu problemin çözümü için, son yıllarda iyice yaygınlaşan çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmak kullanışlı bir yöntem olmaktadır.

Bu çalışmada, belirsiz durumları modellemedeki başarısı, insan düşünce ve karar sistemine yakınlığı nedeniyle, finans alanında kullanımı yaygınlaşan Zadeh'in bulanık kümelerinin genelleştirilmiş hali olan ve Atanassov (1986) tarafından ortaya konan sezgisel bulanık kümeler ile, karar verme problemlerinde bulanık mantık ile iç içe yaygın olarak kullanılmaya başlanan çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yönteminin birleşiminden oluşan Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışma 3 bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde, portföy kavramı, portföy yönetim süreci, portföy yönetim yaklaşımları ve portföy performans ölçüm yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. İkinci bölümünde, son yıllarda finans alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanan bulanık mantık kavramının tarihsel gelişim süreci, bulanık kümeler teorisi, sezgisel bulanık küme kavramı, çok kriterli karar verme süreci ve çok kriterli karar verme problemlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

Çalışmanın üçüncü ve son bölümünde, Borsa İstanbul (BİST)'da işlem gören 10 farklı sektörde yer alan hisse senetleri, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle analiz edilmiş ve bu analiz sonucunda portföye dahil edilecek hisse senetleri belirlenerek portföyler oluşturulmuştur. Çalışmada 2015-2019 yılları süresince her yıl 3, toplamda 15 farklı portföy oluşturulmuş olup, oluşturulan bu portföylerin performansları birbirleriyle ve BİST 100 endeksiyle karşılaştırılarak Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin portföy oluşturma sürecinde kullanışlı bir yöntem olup olmadığı araştırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

PORTFÖY KAVRAMI VE PORTFÖY YÖNETİM SÜRECİ

1.1. PORTFÖY KAVRAMI

Tasarruf sahibi yatırımcılar ellerindeki tasarrufları iyi bir şekilde değerlendirerek gelir elde etmek isterler. Bu amaçla yatırımcılar, hisse senedi, tahvil, döviz, altın gibi çeşitli finansal varlıklara yatırım yaparak portföy oluştururlar. Portföy kısaca bir yatırımcının sahip olduğu finansal varlıkların bileşimi olarak ifade edilebilir. Daha geniş bir şekilde tanımlamak gerekirse portföy; hisse senedi, tahvil gibi menkul kıymetler ve türev ürünlerden oluşan finansal varlıklar olarak tanımlanabilir (Ceylan ve Korkmaz, 1995: 7).

Portföy oluşturmanın amacı, farklı finansal varlıklara yatırım yaparak yatırımcının riskini azaltıp getirisini artırmaktır. Bu nedenle, portföy oluştururken portföye dahil edilecek yatırım araçları rastgele değil belirli hesaplamalar sonucunda seçilmeli, hangi yatırım aracının hangi vadede yatırımcı için daha karlı olduğu analiz edilmeli ve buna göre portföye dahil edilmelidir. Her bir yatırımcının, oluşturulacak portföyden beklentileri farklı olabileceği için, portföy oluştururken yatırımcı özellikleri, yatırımcıların beklenti ve istekleri dikkate alınmalı ve buna göre bir portföy oluşturulmalıdır.

1.2. PORTFÖY YÖNETİMİ

Portföy yönetimi, çok sayıda finansal varlık içerisinde, belirli kısıtlar altında, yatırımcıya en az risk düzeyinde en fazla getiri elde edecek şekilde yatırım aracı belirleme süreci olarak ifade edilebilir (Karan, 2013: 4). Bir başka ifadeyle portföy yönetimi, yatırımcının beklenti ve isteklerine uygun finansal varlığı oluşturabilmek için, hisse senedi, tahvil, hazine bonusu, repo, altın gibi birçok finansal varlığı, belirli ölçütler içerisinde bir araya getirerek yeni bir ürün oluşturma işlemi olarak tanımlanabilir.

Portföy yönetiminin amacı, belirli sayıda finansal varlık içerisinde elde edilebilecek portföy grupları içerisinde, yatırımın beklenen getirisi ile riski arasında en iyi dengeyi sağlayacak optimum portföyün oluşturulmasıdır (Köse, 2001: 46).

Portföy yönetimi, uzun ve zorlu bir karar verme süreci gerektirir. Portföye dahil edilecek finansal varlıklar, yatırımcının isteği doğrultusunda en iyi portföyü oluşturabilmek için, bir çok kriter göz önüne alınarak, çok sayıda veri analiz edilerek seçilir. Portföy yönetiminin temel amacı, yapılan yatırımın getirisinin artmasını ve riskinin azaltılmasını sağlamaktır.

Portföy yönetiminin en önemli konusu, portföyde yer alacak finansal varlıkların seçimi, bu finansal varlıkların portföyde hangi ağırlıkta yer alacağı ve değişen finansal koşullar içerisinde portföyün ne zaman ve nasıl güncelleneceğidir. Yatırım kararını belirleyen en önemli faktör, yatırımcının beklentileri doğrultusunda oluşturulan portföyün getirisi ve riskidir (Demirtaş ve Güngör, 2004: 104).

Portföy yönetim süreci çok dinamik ve esnek bir süreçtir. Portföy yönetimi, portföye dahil edilecek finansal varlığı belirlemek, yatırımcının istek ve beklentilerine göre süreci yönetmek, değişen finansal koşullara göre portföy içeriğini güncellemek gibi birçok zorlu süreci içerisinde barındırır. Herhangi bir yönetim sürecinde olduğu gibi, portföy yönetim süreci de genel anlamda 3 aşamadan oluşmaktadır ((Maginn, Tuttle, McLeavey ve Pinto, 2007: 5). Bunlar;

- 1- Planlama,
- 2- Uygulama
- 3- Geri bildirim süreçleridir.

1.2.1. Planlama Süreci

Planlama süreci, portföy yönetim sürecinin ilk aşamasıdır. Bu aşamada, yatırımcının durumu, beklentileri, kısıtları, piyasanın durumu gibi birçok nokta iyi analiz edilmelidir. Bu aşama, portföy yönetim sürecinin temel aşaması olacağı için, bu süreçte verilecek hatalı kararlar ilerleyen zamanlarda portföy yönetim sürecinin başarısız olmasına neden olacaktır. Bu nedenle, planlama aşamasında titiz ve detaylı bir çalışma yapılmalı, portföy yönetim süreci çok iyi planlanmalıdır.

Planlama süreci 4 aşamadan oluşmaktadır (Maginn vd., 2007: 5). Bunlar;

1. Yatırımcı hedeflerinin ve kısıtlarının belirlenmesi,
2. Yatırım politikası raporunun hazırlanması,

3. Piyasa beklentilerinin tahmini,
4. Portföy stratejisinin oluşturulmasıdır.

İlk iki aşama yatırımcıyla ilgili faktörleri açıklarken, son iki aşama ekonomi ve piyasayla ilgili faktörleri açıklamaktadır.

1.2.1.1. Yatırımcı Hedeflerinin ve Kısıtlarının Belirlenmesi

Bu aşamada, yatırımcının portföyden beklentileri, hedefleri ve kısıtları belirlenir. Bir yatırımda hedefler risk ve beklenen getiri ile ilgilidir. Yatırımcının ne kadar bir getiri beklediği ve bu beklentiye hangi risk düzeyinde kabullendiği sorularına cevap aranır. Yatırımcı istekleri göz önünde bulundurulurken, yatırımcı bazı kısıt ve engellerle karşılaşabilir. Yatırımcı için kısıtlar içsel faktörlerden kaynaklanabileceği gibi, dışsal faktörlerden de kaynaklanabilir. İçsel faktörler arasında, yatırımcının kaynak durumu, yatırım süresi gibi nedenler gösterilebilirken, dışsal faktörler olarak, vergi, mevzuat değişikliği, teşvik durumu gibi yasal düzenlemeler gösterilebilir (Maginn vd., 2007: 5).

1.2.1.2. Yatırım Politikası Raporunun Hazırlanması

Yatırımcının hedef ve kısıtları belirlendikten sonraki adım, yatırım politikası raporunun hazırlanmasıdır. Bu raporun amacı, yapılacak yatırım için karar verme sürecinde portföy yöneticisine rehber olmaktır. Yatırım politikası raporu, yatırımcının ihtiyaçlarını iyi bir şekilde anlamaya yardım eden çok değerli bir planlama aracıdır (Reilly ve Brown, 2000: 52). Yatırım politikası raporu, yatırım sürecinde verilen ve birbirini takip eden tüm yatırım kararlarının çerçevesini oluşturan bir rapordur (Travers, 2004: 3-4).

Yatırım politikası raporu, yatırımcının hedef ve kısıtlarının yanı sıra, yatırım stratejisi, revizyon kriterleri, portföy yöneticisinin yatırım tarzı, yönetim ücretleri gibi portföyle ilgili hemen hemen her konuyu içeren önemli bir belgedir. İyi bir yatırım politikası raporunun aşağıda belirtilen konuları içermesi beklenir (Maginn vd., 2007: 5-7).

1. Kısa bir müşteri açıklaması,
2. Portföy politikasının amacı,
3. Yatırım hedefleri, amaçları ve kısıtları,

4. Yatırım politikası raporunun gözden geçirilmesi için program,
5. Performans değerlendirmesinde kullanılacak performans ölçütleri ve kriterler,
6. Portföy stratejisini oluştururken dikkate alınması gereken hususlar,
7. Yatırım stratejileri ve yatırım tarzları,
8. Geri bildirim süreci sonucunda portföy için yönergeler.

Yatırım politikası raporu, uzun vadeli sermaye piyasası beklentileriyle yatırımcı hedef ve beklentilerinin örtüştüren portföy stratejisinin temelini oluşturur. Planlama süreci, portföy yöneticisinin yatırım analizi ve finansal varlık seçim sürecini içerisinde barındıran somut ve ayrıntılı bir süreçtir. Açık, net ve iyi bir şekilde oluşturulan yatırım stratejileri, yatırım kararlarının temelini oluşturur ve aynı zamanda yatırım hedeflerine ulaşmak için alınan kararlara rehberlik eder. En geniş anlamıyla yatırım stratejileri; aktif, pasif ve yarı pasif olarak tanımlanabilir (Maginn vd., 2007: 7).

Pasif yatırım yaklaşımı, uzun vadeli bir al ve elde tut stratejisidir (Reilly ve Brown 2000: 653). Pasif yönetim yaklaşımında, uzun vadeli bir portföy oluşturulur ve elde tutma süresince, ufak düzeltmeler dışında portföyün içeriğinde herhangi bir değişime gidilmez. Bu yaklaşımda, borsada işlem gören finansal varlıkların yer aldığı bir “endeks fon” oluşturmak en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir (Korkmaz, 2013a:179). Pasif portföy yönetiminde, portföy yöneticisi belirlediği endeks fon içerisindeki hisseleri ve ağırlıkları kullanarak endeks ile aynı getiriye elde etmeye çalışır. Pasif yatırım yaklaşımı, etkin piyasalar hipotezini temel alarak piyasadaki fazla gelir elde edilemeyeceğini varsayar. Bu nedenle de teknik ve temel analiz gibi kavramlara gerek olmadığını düşünerek, piyasada düşük fiyatlanmış finansal varlık aramak yerine, bir endekse dayalı iyi çeşitlendirmiş bir portföy oluşturmayı ve uzun bir süre bu portföyü elde tutmayı tercih eder (Korkmaz, 2013a:179).

Pasif yatırım yaklaşımında, portföy kompozisyonu sermaye piyasası beklentilerindeki değişime cevap veremez (Maginn vd., 2007:7). Örneğin, bir endekse benzer oluşturulan bir portföy, o endeksteeki değişime ayak uydurmak için yapılan bir finansal varlık değişiminde endekse benzer tepki vermeyebilir.

Aktif yatırım yaklaşımı ise, pasif yatırım yaklaşımının tersine, sermaye piyasalarındaki değişime cevap veren bir yatırım stratejisidir. Aktif yatırım yaklaşımındaki amaç, piyasa getirisinin üzerinde bir getiri elde etmektir. Bu yaklaşımda,

portföyde daha sık değişimler yapılır ve riskli pozisyonlar alınarak daha yüksek getiri amaçlanır. Aktif yatırım yaklaşımı, Etkin Piyasalar Hipotezini kabul etmekle birlikte, piyasaların arz ve talep dengesine gecikmeli cevap verdiğini düşünerek, piyasayı takip etmek yerine, piyasanın önünden gitmeyi amaçlayan bir yatırım stratejisidir. Aktif yatırım yaklaşımındaki amaç, piyasada düşük fiyatlanmış veya piyasa tarafından henüz tam anlamıyla farkına varılmamış fırsatlar barındıran finansal varlıkları belirlemek ve bu finansal varlıklardaki yatırım fırsatlarından yararlanmaktır. Aktif yatırım yaklaşımında piyasanın üstünde bir getiri elde etmek amaçlandığından, pasif yatırım yaklaşımına göre daha fazla risk üstlenilir. Ayrıca, aktif yatırım yaklaşımında, portföy içeriği daha sık değiştirileceğinden, teknik ve temel analiz gibi yaklaşımlar kullanılacağından dolayı, pasif yatırım yaklaşımına göre işlem maliyetleri çok daha fazla olmaktadır (Korkmaz, 2013a: 181).

1.2.1.3. Piyasa Beklentilerinin Tahmini

Sermaye piyasaları, ekonomik, politik ve sosyal gelişmelerden etkilenmektedir. Değişen piyasa koşulları, politik ve ekonomik gelişmeler, küresel ekonomideki riskler ve fırsatlar, sermaye piyasalarına yön veren etmenlerdir. Dolayısıyla, hem ulusal hem de uluslararası ekonomik göstergeler, portföy yöneticisi tarafından çok iyi takip edilmeli, oluşturulacak portföyün içeriği sermaye piyasaları beklentileriyle uyumlu olacak şekilde belirlenmelidir (Maginn vd., 2007: 8).

Portföy yöneticisi, öncelikle ekonomik göstergeleri iyi okumalı, yatırım yapılacak sektörleri iyi belirlemeli ve ekonominin geleceği ile ilgili beklentiler doğrultusunda rasyonel kararlar vermelidir. Ekonomiyle ilgili beklenti ve tahminler rastgele değil belirli stratejiler ve matematiksel hesaplamalar doğrultusunda yapılmalıdır. Bu tahminleri yaparken ekonomik göstergeler olarak; büyüme oranları, faiz oranları, döviz piyasaları, sektörel büyüme oranları gibi göstergeler dikkate alınmalıdır. Bu göstergeler, yatırım için elverişli bir ortam sunuyorsa, küresel ekonomik gelişmeler ışığında, gelecekte hangi endüstrilerin daha çok gelişim göstereceğine yönelik analizler yapılmalıdır. Bu analiz iyi bir şekilde yapıldıktan sonra, belirlenen sektörlerdeki şirketler içerisinden hangisine yatırım yapılacağı analiz edilmeli ve bu analizler ışığında portföye dahil edilecek finansal varlıklar belirlenmelidir.

1.2.1.4. Portföy Stratejisinin Oluşturulması

Planlama sürecindeki dördüncü ve son aşama portföy stratejisinin oluşturulmasıdır. Bu aşamada portföy yöneticisi, yatırım politikası raporu ile piyasa beklentileri tahminini birleştirerek portföy stratejisini oluşturur. Bu süreçte portföy yöneticisi, belirlenen hedefler ve beklentiler doğrultusunda, portföye dahil edilecek finansal varlıkların hangileri olacağına ve bu finansal varlıkların portföyde hangi ağırlıkta yer alacağına karar verir (Maginn vd., 2007: 8).

1.2.2. Uygulama Süreci

Portföy yönetim sürecinde ikinci aşama uygulama sürecidir. Bu aşama, portföy oluşturma ve portföy revizyonu süreçlerini içerisinde barındırır. Bu aşamada portföy yöneticisi, portföyüne özgü finansal varlıkları seçmek için piyasa beklentileriyle yatırım stratejilerini örtüştürmelidir. Yatırım stratejileri ile sermaye piyasası beklentilerinin örtüştürülmesinden sonra, portföy yöneticisi birçok analiz yaparak portföye konulacak finansal varlıkları belirlemelidir. Portföy oluşturulduktan sonra, yatırımcı ve piyasa koşullarındaki değişime bağlı olarak revize edilmelidir. Böylece, uygulama aşaması geri bildirim aşaması ile sürekli etkileşim içerisinde kalarak, sürecin dinamik bir şekilde devam etmesi sağlanmalıdır (Maginn vd., 2007: 8).

Portföy yöneticisi portföyü oluştururken, portföy optimizasyon yöntemlerinden yararlanabilir. Gelişen teknolojik imkanlar sayesinde optimizasyon yöntemleri, karmaşık matematiksel modelleri hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirerek, portföy yöneticilerinin doğru kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Optimizasyon modellerine ait varsayımlar aşağıda belirtilmiştir (Darst, 2008: 87):

- Yatırımcının ana hedefi minimum risk, maksimum getiridir,
- Varlıkların risk ölçüsü standart sapmadır,
- İki varlık arasındaki ilişki, bu varlıklara ait getirilerin korelasyon katsayısıyla açıklanır.

Portföy optimizasyonu, stratejilerin ve beklentilerin entegrasyonu konusunda kritik öneme sahiptir. Bazı durumlarda mevcut portföy stratejisi, daha önceden planlanan portföy stratejisinden farklılıklar gösterebilir. Örneğin, yatırımcının durumundaki

herhangi bir değişim sonucunda, mevcut portföydeki finansal varlık dağılımında değişikliğe gidilebilir. Bu değişim geçici ve kısa süreli bir değişimse, yatırımcının mevcut durumundaki değişim eski haline döndüğünde, portföy stratejisi daha önce yatırım politikası raporunda tanımlanan portföy stratejisine uyumlu hale getirilir. Şayet yatırımcının durumundaki değişim uzun vadeli ve kalıcı bir değişim ise, daha önce planlanan portföy stratejisi, yatırımcının mevcut durum ve beklentilerine göre güncellenmelidir. (Maginn vd., 2007:8).

Portföy uygulama süreci, portföy seçim süreci kadar önemli bir süreçtir. Kötü yönetilen uygulama süreci, işlem maliyetlerini artırır ve portföy performansını düşürür. Kısaca ifade etmek gerekirse, portföy uygulama sürecinde yapılan tüm planlamalar, gerçek dünyadaki bütün zorluklar ile gerçeğe dönüştürülmeye çalışılır. (Maginn vd., 2007: 8-9)

1.2.3. Geri Bildirim Süreci

Herhangi bir yatırım sürecinde, geri bildirim ve kontrol bir yatırımın hedefe ulaşmasında temel unsurlardır. Portföy yönetiminde bu adımın iki bileşeni vardır (Maginn vd., 2007: 9). Bunlar:

- 1- Gözlem ve Revizyon
- 2- Performans Değerlendirmesi

1.2.3.1. Gözlem ve Revizyon

Gözlem ve revizyon sürecinde, portföy yöneticisi oluşturduğu portföyün yatırımcının beklenti ve taleplerini karşılayıp karşılamadığını gözlemler, değişen şartlar neticesinde oluşabilecek risk ve fırsatlar doğrultusunda portföye yön vermeye çalışır.

Gözlem sürecinde portföy yöneticisi iki şeye dikkat eder. Bunlar, yatırımcıyla ilgili faktörler ve ekonomiyle ilgili faktörlerdir. Portföy revizyonunun nedenlerinden biri yatırımcının durumundaki değişimdir. Bu değişim, yatırımcının risk, getiri, vade gibi finansal varlıklarla ilgili beklenti ve taleplerindeki değişikliklerden kaynaklanabileceği gibi, emeklilik, hastalık gibi kişisel nedenlerden de kaynaklanabilir. Portföy yöneticisi, yatırımcının durumundaki değişikleri dikkate alarak portföyünde revizyona gitmeli,

değişen yeni koşullar çerçevesinde portföy içeriğini güncelleyip revize etmelidir (Maginn vd., 2007:9).

Portföy revizyonunu gerekli kılan nedenlerden bir diğeri ise ekonomik koşullardaki değişimdir. Portföy yöneticisi, gerek ulusal gerek uluslararası ekonomik, siyasal ve politik gelişmeleri yakından takip edip iyi analiz etmeli ve portföyünü yeni ekonomik koşulların yaratacağı fırsat ve risklere göre güncelleyip düzenlemelidir.

Görüldüğü üzere, portföy gözlem ve revizyon süreci çok dinamik bir süreçtir. Portföy yöneticisi bu süreci büyük bir titizlikle yöneterek, değişen ekonomik koşullar neticesinde ortaya çıkan fırsatlardan yararlanmalı, oluşabilecek risklerden de kaçınmalıdır. Değişen ekonomik koşullara uyum sağlayamayan portföyler, hem işlem maliyetlerini artırır hem de portföy performansını azaltır.

1.2.3.2. Performans Değerlendirmesi

Portföy performansı belirli aralıklarla değerlendirilerek, oluşturulan portföyün başlangıçta belirlenen hedeflere ne ölçüde ulaşabildiği incelenmeli, eğer başlangıç hedeflerine ulaşamamışsa bunun nedenleri araştırılmalı ve gerekiyorsa portföy içeriğinde değişime gidilmelidir. Genellikle bir portföyün performansı değerlendirilirken 3 konuya dikkat edilir. Bunlar; portföy dağılımı, piyasa zamanlaması ve portföye konulacak finansal varlık seçimidir (Maginn vd., 2007: 10). Değerlendirme süreci, sık sık kıyaslama yapılan bir süreçtir. Portföy yöneticisi, gerektiğinde iyi performans gösteren portföylerle karşılaştırma yaparak, portföy dağılımını ve portföydeki finansal varlık seçimini gözden geçirmelidir. Ayrıca, piyasada oluşan fırsatları değerlendirme konusunda becerili olmalı, piyasa zamanlaması konusunda da dikkatli davranmalıdır.

Portföy yönetim becerisinin, performans ölçümü, performans niteliği ve performans değerlendirme olmak üzere 3 bileşeni vardır. Performans ölçümü, portföyü getirisine bağlı olarak, başka dönemlerdeki performansı ile ilişkilendirilerek ya da aynı dönemde farklı portföylerle karşılaştırılarak değerlendirme sürecidir. Performans niteliği, portföyün neden bu performansı sergilediği ve sergilediği bu performansın kaynaklarını belirlemeyi içeren bir süreçtir. Performans değerlendirme süreci ise, bir kıyaslama ölçütüne (karşılaştırma portföyü) göre, portföy yöneticisinin görece iyi bir performans sergileyip sergilemediğinin değerlendirilmesidir (Maginn vd., 2007: 10). Performans

değerlendirme süreci, aynı zamanda portföy yöneticisinin de değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Portföyün göstereceği başarılı performans, aynı zamanda portföy yöneticisinin de başarısı olarak kabul edilecektir.

1.3. PORTFÖY YÖNETİM YAKLAŞIMLARI

Finans literatüründe temel olarak iki portföy yönetim yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar; geleneksel portföy yaklaşımı ve modern portföy yaklaşımıdır. Geleneksel portföy yaklaşımı, portföyde yer alan menkul kıymet sayısı ile portföy riski arasında doğrusal bir ilişki olduğunu kabul ederken, modern portföy yaklaşımı, portföy riski ile portföyde yer alan finansal varlık sayısının doğrusal bir ilişki içerisinde olmadığını, portföy riskinin portföyde yer alan finansal varlıkların birbiriyle olan ilişkisinin bir sonucu olduğunu kabul eder.

1.3.1. Geleneksel Portföy Yaklaşımı

1900'lü yıllarda temeli atılan geleneksel portföy yaklaşımı, portföy performansı ile portföydeki finansal varlık sayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir (Korkmaz, 2013b: 71). Geleneksel portföy yaklaşımına göre, portföy içerisindeki menkul kıymet sayısı ne kadar çok artırılsa portföy çeşitlendirilmesi de o oranda artacak ve dolayısıyla da portföy performansı menkul kıymet sayısındaki artışa bağlı olarak doğrusal şekilde artacaktır.

Geleneksel portföy yaklaşımı, yatırımcılara beklenen getirisi yüksek ve finansal varlık sayısı çok olan portföylere yatırım yapmalarını önerirken finansal varlıkların arasındaki ilişkileri dikkate almadan, varlık sayısını artırarak riskin azaltılacağını öngörmektedir. Bu düşünce geleneksel portföy teorisinin, portföy yönetimine bir bilim olarak değil, bir sanat olarak yaklaştığını göstermektedir. Bu durum, geleneksel portföy yaklaşımının subjektif yaklaşımlar içerdiğini, dolayısıyla da kişiden kişiye farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Korkmaz, 2013b: 71).

Geleneksel portföy yaklaşımında temel mantık, portföyde yer alan finansal varlıkların tamamının aynı yönde hareket etmeyeceği, bazı finansal varlıkların değerinde artış olurken bazılarının değerinde azalma olacağı, dolayısıyla da portföyün riskinin tek

bir finansal varlığın riskinden küçük olacağı şeklindedir. Böylelikle portföydeki menkul kıymet sayısını artırarak riskin azaltıldığı varsayılır.

Geleneksel portföy yaklaşımı temel olarak 4 aşamadan oluşmaktadır (Korkmaz, 2013b: 72). Bunlar;

- Yatırımcıya ait bilgilerin toplanması,
- Yatırımcının hedef ve kısıtlarının belirlenmesi,
- Yatırım politikası oluşturma ve portföye dahil edilecek finansal varlık seçimi,
- Portföy çeşitlendirme aşamalarıdır.

Geleneksel portföy yaklaşımına göre, her yatırımcının kendine özgü risk ve beklenti düzeyleri farklı olacağından, portföy oluştururken yatırımcının yaşı, geliri, mesleği, yatırımdan beklentisi, hangi risk düzeyini kabullendiği gibi, bütün özellikleri dikkatle incelenip analiz edilmeli, bu bilgiler ışığında yatırım politikaları belirlenmeli, bu politikalar doğrultusunda portföye alınacak menkul kıymetler belirlenerek yatırımcıya özgü bir portföy oluşturulmalıdır.

1.3.2. Modern Portföy Yaklaşımı

Modern portföy yaklaşımının temelleri Harry Markowitz tarafından atılmıştır. Markowitz, 1952 yılında yayınladığı “Portföy Seçimi” isimli makalesinde, geleneksel portföy yaklaşımına göre daha rasyonel, daha sistematik ve matematiksel hesaplamalara dayanan yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Markowitz, yaptığı çalışmayla portföy çeşitlendirmesine ayrıntılı bir bakış açısı getirmiştir (Sprecher ve Karcıoğlu, 1990: 212).

Markowitz çalışmasında, geleneksel portföy yaklaşımının aksine, iyi bir çeşitlendirmenin portföye alınacak menkul kıymet sayısına bağlı olmadığını belirtmiştir. Markowitz, aynı sektörde yer alan çok sayıda finansal varlığın içinde bulunduğu portföyün, daha az sayıda ama farklı sektörlerde yer alan finansal varlıkla oluşturulmuş portföy kadar iyi çeşitlendirilmediğini ortaya koymuştur. Markowitz, bunun nedeni olarak aynı sektöre ait finansal varlıkların yüksek korelasyona sahip olduğunu, dolayısıyla da portföyün varyansını yani riskini azaltmada yeterli olmamasını göstermiştir. Markowitz, portföy içerisinde yer alacak menkul kıymetleri seçerken, sektörel çeşitliliğe giderek portföy riskinin azaltılmasını önermiştir. Bu yaklaşımdan hareketle Markowitz, menkul kıymetler arasındaki korelasyonu dikkate alarak

oluşturduğu portföy ile bu korelasyonu dikkate almayarak oluşturulan portföyle aynı getiri oranına sahip daha az riskli bir portföy oluşturmayı başarmıştır.

Belirli risk seviyesinde olası en yüksek getirinin nasıl elde edilebileceğini araştıran Markowitz, 3 noktada geleneksel portföy yönetimine katkıda bulunmuştur (Ceylan ve Korkmaz, 1995: 135). Bunlardan ilki, portföyün riskinin, portföyde yer alan varlıkların risklerinin toplamından daha az olabileceğini ve belirli şartlar altında portföyün sistematik olmayan riskinin sıfıra indirgenebileceğini göstermesidir.

Markowitz'in geleneksel portföy yönetimine sağladığı ikinci önemli katkı, yatırımcıların aynı getiriye sahip iki portföyden riski düşük olanı veya aynı riske sahip iki portföyden getirisi yüksek olanı tercih edeceği düşüncesinden hareketle, bazı portföylerin diğer portföylerden üstün olacağını belirtmesi ve bu durumu "üstünlük ilkesi" olarak tanımlamasıdır.

Üçüncü olarak ise Markowitz'e göre, finansal varlık seçiminde etkin sınırın söz konusu olmasıdır. Etkin sınır, belirli risk düzeyinde en yüksek getiri sağlayan portföyü ve yahut belirli bir getiri düzeyinde en düşük riske sahip olan portföyü göstermektedir. Etkin sınır üzerinde yer alan portföyler, belli bir risk seviyesinde en yüksek beklenen getiriye sahip portföyler olduğu için, bu sınır üzerinde yer alan portföylerden hangisinin seçileceği, yatırımcının riske karşı göstereceği tutuma bağlı olarak değişecektir (Ceylan ve Korkmaz, 1995: 135).

Modern portföy yaklaşımı belirli varsayımlar içermektedir. Bu varsayımlar aşağıdaki gibi açıklanabilir (Fettahoğlu, 2016: 10).

1. Yatırımcılar riskten kaçınan davranış sergilerler.
2. Yatırımcılar her türlü bilgiye sahiptirler.
3. Bütün yatırımcılar yatırım kararlarında rasyonel hareket etmektedir.
4. İşlem maliyetleri ve vergiler dikkate alınmamaktadır.
5. Bütün yatırımcılar pazara rahat bir şekilde ulaşabilmektedir.
6. Bütün yatırım araçları sınırsız sayıda bölünebilmektedir.
7. Yatırımcılar, getiri ve risk temelinde yatırım yaparlar ve getiri ölçütü olarak portföyü oluşturan varlıkların beklenen getiri ortalamalarını, risk ölçütü olarak ise portföydeki finansal varlık getirilerinin varyansını kullanırlar.
8. Planlama ufku bir döneme dayanmaktadır.

Modern portföy yaklaşımın varsayımları özellikle de pazar etkinliği ve yatırımcı davranışının rasyonelliği konularında eleştiriler almıştır. Fama (1970)'nin ortaya koyduğu etkin piyasalar hipotezi piyasaların her zaman etkin olmadığını, zayıf formda ve yarı güçlü formda etkin olduğu durumlarında mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca son yıllarda davranışsal finans alanında yapılan çalışmalarda yatırımcıların tamamen rasyonel davranmadıkları belirli bilişsel ve duygusal etkiler altında kalarak yatırım kararları verdiğini ortaya konmuştur. Tüm bu eleştirilere rağmen modern portföy yaklaşımı günümüzde geçerliliğini hala korumaktadır.

1.3.2.1. Ortalama- Varyans Modeli

Markowitz modeli olarak da bilinen Ortalama Varyans Modeli'nin temel odak noktası portföyün beklenen getirisi ve riskidir. Markowitz, bir finansal varlığın getirisi yerine gelecekte elde edeceği getirisi yani beklenen getirisi üzerinde durmuştur. Bir finansal varlığın gelecekteki getirisini tahmin etmek oldukça güçtür. Buna karşın, geçmiş verilerden hareketle gelecekteki getirilerin olasılık dağılımlarını oluşturmak mümkündür. Dolayısıyla, bir finansal varlığın belirli bir dönemdeki getirileri ile bu getirilerinin gerçekleşme olasılıklarının çarpımının toplamı, o finansal varlığın beklenen getirisini bize verir. Portföyün beklenen getirisi ise, portföyün içerisindeki finansal varlıkların ağırlıklı ortalamasıdır. Herhangi bir portföyün beklenen getirisi aşağıdaki şekilde hesaplanır (Karan, 2013:140).

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (1.1)$$

Bu formülde;

$E(r_p)$: Portföyün beklenen getirisini,

$E(r_i)$: İ'inci menkul kıymetin beklenen getirisini,

w_i : İ'inci menkul kıymetin portföy içerisindeki ağırlığını,

n : Portföydeki menkul kıymet sayısını ifade etmektedir.

Ortalama varyans modeline göre, optimal bir portföy oluşturmak için sadece beklenen getiriye bilmek yeterli değildir, aynı zamanda portföye dahil edilen finansal

varlıkların her birinin beklenen getirisinin sapma olasılığının, yani riskinin de hesaplanması gerekmektedir. Bu olasılık, yatırımcının yapmış olduğu yatırımdaki riskini ifade etmektedir. Yatırımcı oluşturacağı portföyle, bu riski en aza indirmeye çalışır. Riski finansal açıdan tanımlamak gerekirse, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma olasılığı olarak ifade edilebilir. Bir portföyün riski, portföyün beklenen getirisinin aksine, o portföyün içerisinde yer alan finansal varlıkların risklerinin ağırlıklı ortalaması değildir. Portföyün riski, içerisindeki finansal varlıkların risklerinin ağırlıklı ortalamasından daha küçüktür. Portföy riskini hesaplamak için standart sapma veya varyans kullanılır. Standart sapma varyansın kareköküdür. Standart sapmanın veya varyansın küçüklüğü, o yatırımın riskinin düşük olduğu anlamına gelmektedir. Portföyün varyansı aşağıdaki şekilde hesaplanır (Karan, 2013: 152).

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (1.2)$$

Bu formülde;

σ_p^2 : Portföyün varyansını,

w_i : i'inci finansal varlığın portföy içerisindeki ağırlığını,

w_j : j'inci finansal varlığın portföy içerisindeki ağırlığını,

σ_{ij} : i'inci finansal varlık ile j'inci finansal varlık arasındaki kovaryansı ifade etmektedir.

Markowitz, iyi bir çeşitlendirme yaparak portföyün içerisindeki finansal varlıkların birbirlerinin risklerini ortadan kaldırdığını ve böylelikle portföyün varyansını yani riskini azaltmanın mümkün olduğunu göstermiştir.

Varyans bize beklenen değerlerin ortalamadan ne kadar uzaklaştığını gösterir fakat, varlıklar arasındaki ilişki hakkında bir bilgi sağlamaz. Bu nedenle, iki varlık arasındaki ilişkiyi gösteren kovaryans değerine bakmak gerekmektedir. İki varlık arasındaki kovaryans aşağıdaki şekilde hesaplanır (Sayılğan, 2013: 140).

$$Cov (AB) = \sum_{i=1}^n (r_{Ai} - r_A)(r_{Bi} - r_B) P_i \quad (1.3)$$

Bu eşitlikte;

r_{Ai} : A finansal varlığının i'inci dönemdeki olası getirisini,

r_A : A finansal varlığının beklenen getirisini,

r_{Bi} : B finansal varlığının i'inci dönemdeki olası getirisini,

r_B : B finansal varlığının beklenen getirisini,

P_i : Olasılığı ifade etmektedir.

İki varlık arasındaki kovaryans değeri, bu iki varlığın arasında pozitif ya da negatif ilişki olup olmadığını göstermekle birlikte, varlıklar arasındaki ilişkinin derecesini göstermez. Markowitz'e göre iyi bir çeşitlendirme yapabilmek için, birbiriyle yüksek negatif ilişkiye sahip finansal varlıkları portföye dahil etmek gerekir. Dolayısıyla, finansal varlıklar arasındaki ilişkinin sadece yönü değil derecesi de önemlidir. Bu nedenle, iki varlık arasındaki ilişkinin hem yönünü hem de derecesini gösteren korelasyon değerini kullanabiliriz. İki varlık arasındaki korelasyon değeri aşağıda ifade edildiği şekilde hesaplanır (Karan, 2013: 141).

$$\rho_{(A,B)} = \frac{Cov(A,B)}{\sigma_A \cdot \sigma_B} \quad (1.4)$$

Bu eşitlikte;

$\rho_{(A,B)}$: A ve B finansal varlığının arasındaki korelasyon katsayısını,

$Cov(A,B)$: A ve B finansal varlığının arasındaki kovaryansı,

σ_A : A finansal varlığının standart sapmasını,

σ_B : B finansal varlığının standart sapmasını ifade eder.

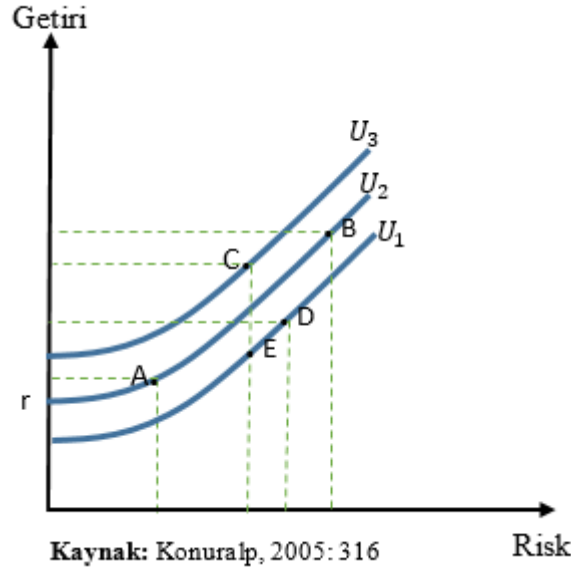
Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değerler alır. Eğer iki varlık arasında güçlü pozitif ilişki varsa korelasyon değeri +1'e, güçlü negatif ilişki varsa korelasyon değeri -1'e doğru yaklaşır. Eğer korelasyon katsayısı 0 ise, iki varlık arasında hiçbir ilişki yok demektir. İyi bir çeşitlendirme yapmak için, birbiriyle negatif ve yüksek derecede korelasyona sahip finansal varlıklar seçilmelidir. Böylece portföyün varyansı yani riski azaltılmalıdır.

Belirli risk düzeyinde maksimum getiri sağlayan, ya da belirli getiri seviyesinde minimum riske sahip olan portföyler, etkin portföy olarak tanımlanmıştır. Markowitz, oluşturulan her bir etkin portföyü birleştiren çizgiyi etkin sınır olarak isimlendirmiştir. Markowitz, bu etkin sınır üzerinde yer alan portföylerin, etkin sınırın altında kalan portföylere göre daha iyi portföyler olduğunu belirterek, yatırımcıların amacının etkin sınır üzerinde yer alan portföylere yatırım yapmak olması gerektiğini ifade etmiştir.

Her yatırımcının yatırımdan beklentileri farklıdır, yani her yatırımcının fayda fonksiyonu kendine özgüdür. Dolayısıyla, herhangi bir yatırımcının hangi risk düzeyinde ne kadar getiri beklediği, ya da belirli bir getiriye hangi risk düzeyinde kabullendiği gibi sorular, yatırımcının kişisel tercihlerine bağlıdır. Yatırımcının risk ve getiri tercihleri arasındaki ilişkiyi gösteren eğrilere, kayıtsızlık eğrileri denir. Kayıtsızlık eğrileri her yatırımcıya göre değişir ve sonsuz tane kayıtsızlık eğrisi çizilebilir. Kayıtsızlık eğrilerini temel özellikleri şunlardır:

- Aynı kayıtsızlık eğrisi üzerindeki bütün portföyler yatırımcıya eşit fayda sağlar.
- Kayıtsızlık eğrileri birbirlerini asla kesmezler.
- Yatırımcılar daha kuzey batıda yer alan kayıtsızlık eğrisi üzerindeki portföyü, yeterince kuzey batıda yer almayan portföye göre daha fazla tercih ederler (Karan, 2013: 165).

Şekil 1.1’de 3 farklı kayıtsızlık eğrisi (U_1, U_2, U_3) görülmektedir. Bu 3 farklı kayıtsızlık eğrisi, farklı yatırımcıların risk ve getiri arasındaki duyarlılıklarını yansıtmaktadır. Kayıtsızlık eğrisinin eğimi arttıkça yatırımcının riskten kaçınan bir tutum sergilediği, kayıtsızlık eğrisinin eğimi azaldıkça yatırımcının riski seven bir tutum sergilediği anlamına gelmektedir. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi, yatırımcı risk almak istemezse, belirli bir getiriye risksiz olarak elde edebilmektedir. Yatırımcılar risk almaya başladığında ise, aldıkları bu riskin karşılığında elde edecekleri getirinin de artmasını talep edecektir.



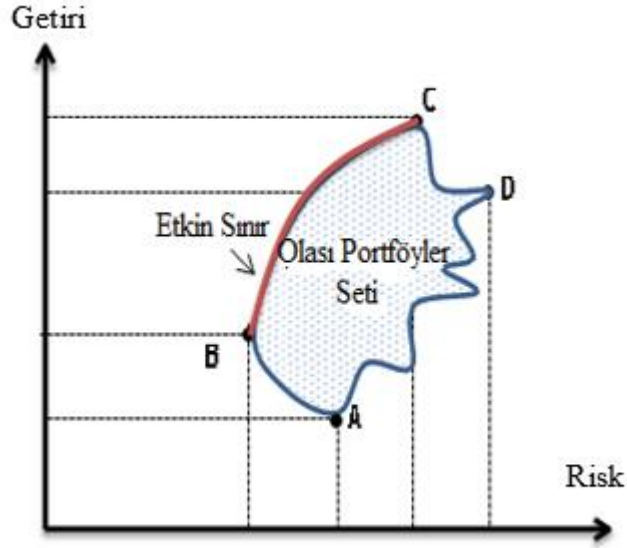
Şekil 1.1. Kayıtsızlık Eğrileri

Şekil 1.1 incelendiğinde, U_2 kayıtsızlık eğrisi üzerindeki A ve B noktalarında yer alan portföylerin yatırımcıya eşit fayda sağladığı görülmektedir. Dolayısıyla, yatırımcının A ve B noktalarındaki portföylerden hangisini seçeceği kişisel tercihinine bağlıdır. U_3 kayıtsızlık eğrisi üzerindeki C noktasında yer alan portföy ile, U_1 kayıtsızlık eğrisi üzerindeki E noktasında yer alan portföy, aynı risk seviyesinde olmalarına rağmen, C noktasındaki portföy E noktasındaki portföyden daha fazla getiri sağlamaktadır. Bu nedenle yatırımcı daha kuzeybatıda yer alan C noktasındaki portföyü tercih etmelidir.

Kayıtsızlık eğrilerini birbirlerini asla kesmezler. Varsayalım ki U_1 ve U_2 kayıtsızlık eğrileri birbirlerini K noktasında kessin. Kayıtsızlık eğrileri üzerindeki her nokta yatırımcıya eşit fayda sağladığına göre, U_1 kayıtsızlık eğrisi üzerindeki tüm noktalar K noktası ile aynı faydayı verecektir. K noktası, kesişim noktası olduğu için aynı zamanda U_2 kayıtsızlık eğrisinin de üzerinde yer aldığı için, U_2 üzerinde yer alan bütün noktalarda K noktası ile aynı faydayı sağlayacaktır. Bu durumda U_1 ve U_2 üzerindeki her nokta, K noktası ile aynı faydayı sağlıyor demektir. O halde, matematiksel olarak U_1 ve U_2 kayıtsızlık eğrileri aynı eğriler olmak durumundadır. Dolayısıyla, kayıtsızlık eğrileri her noktada birbirine paraleldir ve asla birbirlerini kesemezler (Karan, 2013: 167).

Markowitz'e göre etkin sınır üzerinde yer alan her portföy yatırımcı için ideal portföydür. Şekil 1.2' de görüldüğü üzere, B ve C noktalarını birleştiren eğri üzerinde yer

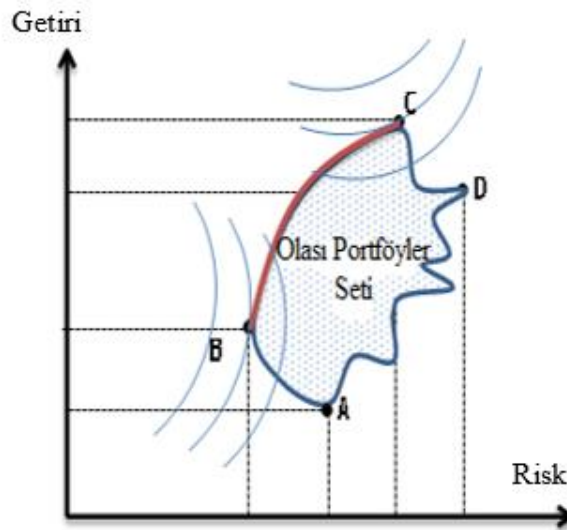
alan her portföy etkin portföydür. Bu eğri dışında kalan portföyler ise yatırımcı için iyi bir yatırım fırsatı sunmayan portföylerdir.



Kaynak: Konuralp, 2005: 316

Şekil 1.2. Etkin Sınır

Yatırımcı etkin sınır üzerinde yer alan herhangi bir portföyü seçebilir. Bu seçim tamamen yatırımcının hangi risk düzeyinde ne kadar bir getiri beklediğiyle alakalıdır. Diğer bir ifadeyle yatırımcının kayıtsızlık eğrilerinin etkin sınırı teğet geçtiği noktadaki portföy o yatırımcı için en ideal portföydür.



Kaynak: Konuralp, 2005: 321

Şekil 1.3. Yatırımcıların Etkin Sınır Eğrisi Üzerindeki Yeri

Şekil 1.3'te görüldüğü üzere B ve C noktalarını birleştiren eğriye, yani etkin sınıra teğet, sonsuz tane kayıtsızlık eğrisi çizilebilir. Yatırımcının risk ve getiri algısı, etkin sınır üzerindeki bu teğet noktalarında yer alan hangi portföyü seçeceği konusunda belirleyici olacaktır. Örneğin, riskten kaçınan bir yatırımcı B noktasında yer alan bir portföyü tercih ederken, riskli seven bir yatırımcı C noktasında yer alan bir portföyü tercih edecektir. Bu tercih tamamen yatırımcının kişisel tercihlerine, yani hangi risk düzeyinde ne kadar bir getiriye kabullendiğine bağlıdır.

1.3.2.2. Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli

Sermaye varlıklarını fiyatlama modeli (SVFM), bir finansal varlığın beklenen getirisi ve riski arasındaki ilişkisini, çeşitli prensipler ve varsayımlar altında ortaya koymaya çalışan bir modeldir. Bu model, Markowitz'in ortaya koyduğu portföy teorisinin temelleri üzerine oturtulmuş ve Sharpe, Lintner ve Tobin gibi bilim adamları tarafından geliştirilmiş bir yaklaşımdır. SVFM bir denge modeli olup, bir finansal varlığın sahip olduğu riske uygun bir getiri sağlayıp sağlamadığını araştıran bir modeldir. Bu yaklaşım, herhangi bir finansal varlığın piyasada nasıl fiyatlandığını görebilmek için bir model oluşturma fikri üzerine kurulmuştur. Model, sadece pazarda işlem gören bir finansal varlığın fiyatının ne olup olmadığıyla ilgili bir yaklaşıma sahip değildir, aynı zamanda henüz pazarda işlem görmeye başlamamış bir finansal varlığın, sağlaması gereken getiriye de açıklamaya çalışan teorik bir çerçeve sunmaktadır (Karan, 2013: 199). SVMF, çok sayıda basitleştirilmiş varsayıma dayanmakla birlikte, bu varsayımların gerçek piyasa şartlarında geçerli olduğunu ifade etmek pek mümkün değildir (Köseoğlu ve Mercangöz, 2013: 58). Modelin varsayımları aşağıdaki gibidir (Sayılğan, 2013:127).

- Vergi, işlem maliyeti, komisyon gibi maliyetler yoktur.
- Açığa satış mümkün olup açığa satışı engelleyecek herhangi bir düzenleme yoktur.
- Yatırımcıların risk ve getiri duyarlılıkları aynıdır. Başka bir ifade ile bütün yatırımcılar aynı risk düzeyinde aynı getiri beklentisine sahiptir.
- Yatırımcıların zaman ufukları aynıdır.
- Yatırımcıların tamamı riske karşı duyarlıdır ve servet maksimizasyonunu amaçlarlar. Ayrıca yatırımcılar Markowitz'in etkin portföy modelini temel

alrılar ve etkin sınır üzerinde hangi noktada yer alacaklarına kayıtsızlık eğrileri doğrultusunda karar verirler.

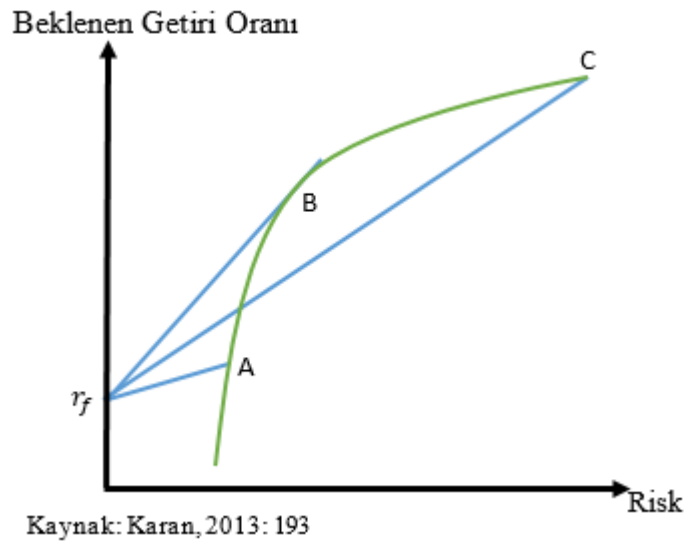
- Getiriler matematiksel olarak normal dağılım gösterirler.
- Finansal varlıklarla ilgili bilgilere tüm yatırımcılar maliyetsiz bir şekilde ve aynı anda ulaşabilmektedir.
- Yatırımcıların tamamı risksiz faiz oranından sınırsız şekilde borç alıp verebilir.
- Yatırımcılar istedikleri miktarda varlık alım satımı yapabilir, varlıklar sonsuz bölünebilir özelliindedir.
- Risk ve getiri arasında sistematik bir ilişki mevcuttur.
- Her hangi bir yatırımcı hiçbir şekilde tek başına fiyatları etkileyemez.

Varsayımlardan da görüldüğü üzere, SVFM risk ve getiri ilişkisini olabildiğince basite indirgeyerek açıklamaya çalışmıştır. SVFM'ye göre, bütün yatırımcıların beklentileri homojen olacağından, tüm yatırımcılar yatırım alternatiflerini tercih ederken, aynı risk- getiri ilişkisini tercih edecek ve böylelikle tüm yatırımcılar aynı portföyü tercih etmiş olacaktır. Dolayısıyla, tüm yatırımcıların aynı portföyü tercih etmesiyle oluşan bu portföy, pazar portföyü olacaktır. Pazar portföyü, piyasada yer alan bütün menkul kıymetlerin toplamına eşittir ve menkul kıymetlerin piyasadaki paylarına göre ağırlıklandırılarak oluşturulur.

SVFM, Markowitz'in ortaya koymuş olduğu portföy teorisinin üzerine inşa edilmiş bir model olmakla birlikte, Markowitz'in portföy teorisine oranla daha basit matematiksel hesaplamalar içermektedir. Markowitz'in portföy teorisinde, portföyün riskini hesaplayabilmek için, tüm menkul kıymetlerin birbiriyle olan korelasyonunun hesaplanması gerekmektedir. Bu durum, portföydeki menkul kıymet sayısı arttıkça yapılacak hesaplamaları artırmakta, belirli bir noktadan sonra işi içinden çıkılmaz bir hale getirmektedir. SVFM bu noktadaki karmaşıklığı ortadan kaldırmak için, portföy içerisindeki tüm menkul kıymetlerin birbiriyle korelasyonunu hesaplamak yerine, oluşturulan pazar portföyü ile olan korelasyonunu hesaplamının yeterli olacağını ileri sürmektedir.

SVFM'nin ortaya koyduğu bir başka yenilik ise, Markowitz'in oluşturduğu modelde yalnızca riskli finansal varlıklara yatırım yapılabilmekteyken, SVFM'de riskli

varlıkların yanı sıra, risksiz varlıklara da yatırım yapılabilmesidir (Karan, 2013: 200). Herhangi bir yatırımcı, risk almadan yatırım yapmak istiyorsa, risksiz bir yatırım aracına yatırım yapmak durumundadır. Bu durumda, yatırımın riski yani standart sapması sıfır ve beklenen getiri oranı da en düşük getiri oranı olmaktadır. Yatırımcı, yatırımının belirli bir kısmını risksiz yatırım aracına, geri kalan kısmını da riskli bir yatırım aracına yatırdığında, riski artarken beklenen getiri oranı da artacaktır. Doğal olarak, yatırımcı portföyünde yer alan riskli varlık oranını ne kadar artırır, portföyün beklenen getiri oranı ve riski o oranda artacaktır. Markowitz bize, etkin sınır üzerindeki portföylere yatırım yapılması gerektiğini göstermişti. Yatırımcıların almak istedikleri riske ve buna bağlı olarak elde edecekleri beklenen getiri oranına göre, etkin sınır üzerinde yer alan herhangi bir portföye yatırım yapmaları gerekmektedir. Şekil 1.4'te etkin sınır üzerinde yer alan 3 farklı portföy (A, B, C) gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Beklenen Getiri

Herhangi bir yatırımcı, parasının bir kısmını risksiz yatırım aracına ve geri kalan kısmını da A portföyüne yatırır, yeni oluşacak portföy kombinasyonları riskli ve risksiz yatırım araçlarının portföy içerisindeki ağırlıklarına bağlı olarak r_fA doğrusu üzerinde yer alacaktır. Aynı şekilde, risksiz yatırım aracı ile B portföyünden oluşan yeni kombinasyonlar r_fB doğrusu, risksiz yatırım aracı ile C portföyünden oluşan yeni kombinasyonlarda r_fC doğrusu üzerinde yer alacaktır. Etkin sınır üzerinde yer alan herhangi bir portföy ile risksiz getiri oranı (r_f) arasında, sınırsız sayıda doğru çizebiliriz.

Ancak, çizilebilen bu doğrulardan sadece biri üzerinde yer alan portföy kombinasyonları, diğer doğrular üzerinde yer alan portföy kombinasyonlarına göre daha avantajlı olacaktır. Çünkü, bu doğru üzerinde yer alan herhangi bir portföyün getiri oranı, bu doğrunun altında kalan diğer portföylere göre, aynı risk düzeyinde daha fazla beklenen getiri oranına sahip olacaktır. Bu durumda şekil 1.4 incelendiğinde, $r_f B$ doğrusu üzerinde yer alan portföy kombinasyonlarına yatırım yapmak gerekmektedir. Dolayısıyla, yatırımcı için en avantajlı yatırım alternatiflerini sunan bu doğruya sermaye piyasası doğrusu, B portföyüne de pazar portföyü denmektedir. Pazar portföyü, piyasada yer alan tüm portföylerin bir bileşimidir. Diğer bir ifadeyle, piyasada yer alan bütün yatırımcıların optimal portföyleri pazar portföyünün bir parçasıdır. Sermaye piyasası doğrusunun matematiksel ifadesi aşağıda gösterilmiştir (Karan, 2013: 202).

$$r_p = r_f + \left(\frac{r_m - r_f}{\sigma_m} \right) \sigma_p \quad (1.5)$$

Bu eşitlikte;

r_p : Portföyün beklenen getirisini,

r_f : Riksiz faiz oranını,

r_m : Pazar portföyünün beklenen getirisini,

σ_m : Pazar portföyünün toplam riskini,

σ_p : Portföyün toplam riskini ifade etmektedir.

SVFM bir denge modelidir ve piyasaların daima dengede olduğunu belirtir. SVFM'ye göre, pazar portföyü piyasadaki bütün varlıkları içermektedir. Aksi durumda, pazar portföyü piyasada bulunan herhangi bir varlığı içermiyorsa, o varlığa kimse yatırım yapmıyor demektir. Bu durumda, piyasada o varlığın fiyatı düşecektir. Piyasada fiyatı düşen bu varlığı gören yatırımcılar, bu fiyat düşüşünü bir fırsat olarak algılayacak ve bu varlığı satın alarak portföylerine eklemiş olacaktır. Böylece, pazar portföyünde yer almayan bu varlık tekrar pazar portföyünün içerisinde yer almış olacaktır. Dolayısıyla, piyasa tekrar dengeye gelmiş olacaktır.

Sermaye Piyasası Doğrusu yatırımcının risk almadığı zaman risksiz yatırım oranı kadar getiri elde edebileceğini, daha fazla bir getiri elde etmek isterse, bunun karşılığında belirli bir oranda riske katlanması gerektiğini ifade etmektedir (Karan, 2013: 202). İşte bu

noktada SVFM bize, riskli yatırım araçlarından ve bunların kombinasyonlarından oluşan portföylerin piyasa portföyü ile ilişkisini belirleyerek, beklenen getiri oranlarının ne olması gerektiğini, diğer bir ifadeyle, bu beklenen getiri oranı için risksiz getiri oranına göre ne kadarlık bir risk priminin talep edilmesi gerektiğini açıklamaktadır. Dolayısıyla, bir portföyün ya da finansal varlığın beklenen getirisi aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Sayılğan, 2013: 128).

$$\text{Beklenen getiri} = \text{Risksiz Faiz Oranı} + \text{Risk Primi} \quad (1.6)$$

Eşitlik (1.6)'da yer alan risk primi ifadesi, o piyasadaki endeks getirisi ile riskiz faiz oranı arasındaki farkın beta (β) ile çarpılması ile bulunur. Bu durumda eşitliği aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

$$E(r_i) = r_f + [\beta_i \times (r_m - r_f)] \quad (1.7)$$

Bu eşitlikte;

$E(r_i)$: Beklenen getiriyi,

r_f : Risksiz faiz oranını,

r_m : Piyasa getirisini,

β_i : İ'inci hisse senedinin betasını göstermektedir.

Beta (β) bir hisse senedinin pazar portföyü ile olan ilişkisini ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile, bir finansal varlığın getirisinin, piyasadaki değişimlere karşı duyarlılığını gösterir ve aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır (Sayılğan, 2013: 129).

$$\text{Beta} (\beta_i) = \frac{\text{Cov}_{i,m}}{\sigma_m^2} \quad \text{veya} \quad \text{Beta} (\beta_i) = \frac{\sigma_i}{\sigma_m} \rho_{i,m} \quad (1.8)$$

Bu eşitlikte,

(β_i) : İ'inci menkul kıymetin betasını,

$\text{Cov}_{i,m}$: İ'inci menkul kıymet ile piyasa portföyü arasındaki kovaryansı,

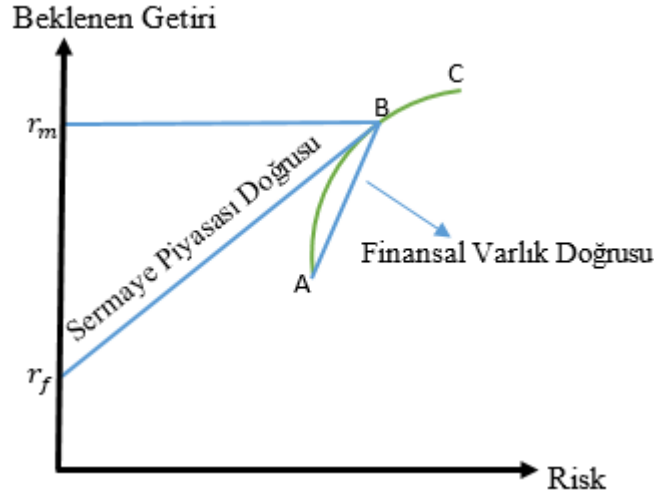
σ_m^2 : Piyasa portföyünün varyansını,

σ_m : Piyasa portföyünün standart sapmasını,

σ_i : İ'inci menkul kıymetinin standart sapmasını,

$\rho_{i,m}$: Piyasa portföyü ile i'inci menkul kıymet arasındaki korelasyon katsayısını ifade eder.

Beta katsayısını daha anlaşılır olması için şekil 1.5 yardımıyla açıklayalım.



Şekil 1.5. Beta Katsayısı

Şekilde B portföyü, pazar portföyünü $r_f B$ doğrusu da Sermaye Piyasası Doğrusu'nu göstermektedir. Varsayalım ki, etkin sınır üzerinde bir A portföyü yer alsın. Bu A portföyünden pazar portföyüne bir AB doğrusu çizildiğinde, oluşan bu AB doğrusunun eğimi bize β katsayısını verir. Eğer bu AB doğrusunun eğimi yani beta değeri;

$\beta = 1$ ise, A finansal varlığı pazar portföyü ile aynı değişkenliğe sahip demektir. Yani pazar portföyü hangi oranda artıyor ya da azalıyor, A finansal varlığı da aynı oranda artıyor ya da azalıyor demektir.

$\beta < 1$ ise, A finansal varlığı pazar portföyüne göre daha az değişkenliğe sahip demektir. Yani pazar portföyü artarken A varlığı daha az artacak, pazar portföyü azalırken de A portföyü daha az azalacaktır. Bu durumda A varlığı pazar portföyüne göre daha az riskli bir varlıktır diyebiliriz.

$\beta > 1$ ise, A finansal varlığı pazar portföyünden daha fazla değişkenliğe sahip bir varlıktır. Yani pazar portföyü artarken A finansal varlığı daha çok artacak, pazar portföyü azalırken de A finansal varlığı daha çok azalacaktır. Bu durumda A finansal varlığı pazar portföyünden daha riskli bir varlıktır.

Sermaye Piyasası Doğrusu etkin portföyler için risk ve getiri ilişkisini açıklarken, etkin olmayan portföyler ile bireysel menkul kıymetlerin risk ve getiri ilişkisi hakkında bize bilgi sağlamaz. Bu nedenle, Sharpe etkin bir pazarda finansal varlıkların beklenen getirileri ile betaları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve her menkul kıymetin betasının hesaplanabildiği Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu modelini ortaya koymuştur (Karan, 2013: 210). Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu bize, Sermaye Piyasası Doğrusu'nda olduğu gibi risk ve getiri arasındaki ilişkiyi göstermekle birlikte, Sermaye Piyasası Doğrusu'nda risk standart sapma (σ) ile ölçülürken, menkul kıymet piyasa doğrusunda risk ölçütü olarak beta (β) katsayısı kullanılmaktadır.

Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu ile Sermaye Piyasası Doğrusu arasındaki bir diğer önemli fark, Sermaye Piyasası Doğrusu sadece etkin portföyleri dikkate alırken, Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu hem etkin hem de etkin olmayan portföyleri dikkate almaktadır (Bayrakdaroğlu, 2018: 126). Menkul Kıymet Piyasa Doğrusu üzerinde yer alan bütün noktalar risk ve getiri açısından optimum olup, hiçbir noktanın diğerine göre bir üstünlüğü yoktur (Ercan ve Ban, 2015: 196).

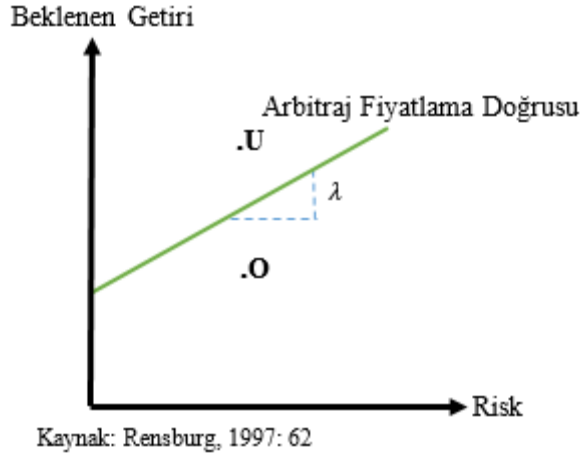
1.3.2.3. Arbitraj Fiyatlama Teorisi

Arbitraj Fiyatlama Teorisi (AFT), Ross tarafından SVFM'ye alternatif olarak geliştirilmiş bir modeldir. SVFM bir yatırımın getirisini pazar portföyünün getirisini ile açıklamaya çalışırken, AFT bir yatırımın getirisinin birden çok faktöre bağlı olduğunu ileri sürmektedir. AFT, SVFM'ye göre daha genel bir model olup daha az varsayım içermekte, yatırımcıların tercihleri ve pazarın dengede olması gibi varsayımlar içermemektedir (Karan, 2013: 257).

AFT'nin 3 temel varsayımı vardır (Ross, 1976: 312). Bunlar;

- Pazarda tam rekabet koşulları mevcuttur.
- Belirsizlik koşulları altında yatırımcılar her zaman daha fazla getiriye, daha az getiriye tercih ederler.
- Finansal varlıkların beklenen getirisini doğrusal bir (k) faktörlü model ile gösterilebilir.

AFT'nin 3 temel varsayımı, Arbitraj Fiyatlama Doğrusu'nu (AFD) oluşturur. Şekil 1.6 bu risk-getiri ilişkisini açıklamaktadır. (Rensburg, 1997: 62).



Şekil 1.6. Arbitraj Fiyatlama Doğrusu

AFT temelde tek fiyat yasasına dayanmaktadır. Tek fiyat yasasına göre piyasada bir varlığın iki farklı fiyatı olması söz konusu olamaz. Eğer böyle bir durum piyasada mevcut ise, yatırımcılar o varlığı düşük fiyatlı olduğu piyasadan satın alıp yüksek fiyatta olduğu piyasada satarak arbitraj işlemi yapabileceklerdir. Bu durumda varlığın fiyatı düşük olan piyasada artarken, yüksek olan piyasada azalacak ve fiyat her iki piyasada dengeleninceye kadar bu işlem devam edecektir (Karan, 2013: 258).

Şekil 1.6 incelendiğinde, U ve O noktalarında yer alan iki finansal varlık görülmektedir. Aynı riske sahip bu iki varlıktan U noktasındaki finansal varlığın beklenen getirisi, O noktasındaki finansal varlığın beklenen getirisinden daha fazladır. Bu durumda, O noktasındaki finansal varlığının düşük fiyatlandığını gören yatırımcı bu finansal varlığı satın alacak, U noktasındaki finansal varlığının yüksek fiyatlandığını düşünen yatırımcı da bu finansal varlığı satacaktır. Böylelikle, O noktasındaki finansal varlığının fiyatı artarken, U noktasındaki finansal varlığının fiyatı düşecek ve bu iki varlık arbitraj fiyatlama doğrusu üzerinde dengelenecektir.

AFT getiri ve risk arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu kabul etmekte ve bir finansal varlığın getirisinin, piyasadaki birçok faktörden etkilendiğini ileri sürmektedir. Bir varlığın beklenen getirisindeki belirsizliğin iki temel kaynağı vardır. Bunlardan ilki faiz, enflasyon, milli gelir artışı, dış ticaret dengesi gibi makroekonomik faktörler, diğeri

ise firmaya özel mikro ekonomik faktörlerdir (Ertuna, 1991: 151). Piyasada finansal varlık getirilerini her zaman etkileyen risk faktörleri mevcut olmakla birlikte, farklı zaman ve koşullarda bazı risk faktörleri de finansal varlık getirileri üzerinde etkili olabilmektedir. Örneğin, Körfez krizi sırasında petrol fiyatları finansal varlık getirilerini etkileyen risk faktörlerinden biri olmuştur (Yörük, 2000: 67).

AFT faktör sayısına bağlı olarak 3 ana başlık altında incelenebilir (Haugen, 1993:263-266). Bunlar;

- Tek Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli
- İki Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli
- Çok Risk Faktörlü Arbitraj Fiyatlama Modeli'dir

Çok risk faktörlü bir AFT modeli aşağıdaki gibi gösterilir.

$$E(r_i) = r_f + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_n F_n + \text{Sistemik Olmayan Risk} \quad (1.9)$$

AFT piyasada sınırsız sayıda varlık olacağını, bu varlıkları kullanarak mükemmel bir çeşitlendirme yapılabileceğini ve böylelikle sistematik olmayan risklerin ortadan kaldırılarak risksiz portföyler oluşturulabileceğini varsaymaktadır. Bu durumda eşitlik (1.9) aşağıda belirtilen şekilde ifade edilebilir.

$$E(r_i) = r_f + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_n F_n \quad (1.10)$$

Bu eşitlikte;

$E(r_i)$: Finansal varlığının beklenen getirisini,

r_f : Risksiz faiz oranını,

β_n : Yatırımın "n" faktöründeki değişimlere olan duyarlılığını,

F_n : "n" faktöründeki değişimi ifade eder.

Eşitlikten de anlaşılacağı üzere, faktör sayısına göre modeldeki değişken sayısı artmakta ya da azalmakta, buna bağlı olarak modelin tanımlanma biçimi değişmektedir. Faktör sayısı tek olduğunda model tek risk faktörlü, faktör sayısı iki olduğunda model iki risk faktörlü, faktör sayısı ikiden fazla olduğunda ise model çok risk faktörlü model olarak tanımlanmaktadır.

AFT birçok risk faktörünü modele dâhil etmesine rağmen, bu faktörlerin sayısı ve niteliği hakkında bize bir açıklama sunmamaktadır. Bununla birlikte, Roll ve Ross (1980), Reingaum (1981) ve Chen (1983)'in öncülüğünde finansal varlık fiyatlarını etkileyen faktörleri bulmaya yönelik yapılan çalışmalar, aşağıda belirtilen faktörlerin finansal varlık fiyatlarındaki değişimleri açıklamada önemli olduğunu ortaya koymuştur (Sayılğan, 2013: 136). Bu faktörler;

- Enflasyonda öngörülemeyen değişimler,
- Endüstriyel üretimde öngörülemeyen değişimler
- Faiz oranları ve vade yapısında öngörülemeyen değişimler,
- Risk priminde öngörülemeyen değişimlerdir.

1.3.2.4. Fama - French Üç Faktör Modeli

SVFM'de tek risk faktörü olarak beta katsayısı kullanılmaktaydı. Banz (1981) yaptığı çalışmada, pay senetlerindeki yatay kesit değişimin açıklanmasında, beta katsayısının yanında firma büyüklüğünün de etkili olduğunu ortaya koymuştur. Banz'dan sonra Rosenberg, Reid ve Lanstein (1985) Piyasa Değeri Defter Değeri (PD / DD) oranı ile pay senetlerinin getiri oranları arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Fama ve French bu çalışmalar ışığında, pay senetlerindeki yatay kesit değişimini açıklayan tek risk faktörü olan beta katsayısının yanında, hisse senedi getirileri ile firma büyüklüğü, PD / DD oranı ve finansal kaldıraç arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Fama ve French (1992) yaptıkları bu çalışmada, firma büyüklüğü ve PD / DD oranının hisse senedi getirilerini etkileyen önemli değişkenler olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmaya göre getiri ile PD / DD oranı arasında pozitif yönlü bir ilişki mevcutken, getiri ile büyüklük arasında ise negatif yönlü bir ilişki mevcuttur. Diğer bir ifade ile PD / DD oranı arttıkça hisse senedinin getirisi artmakta, firma büyüklüğü arttıkça hisse senedinin getirisi azalmaktadır (Coşkun ve Çınar, 2014: 236) .

Fama ve French bu çalışmadan yola çıkarak 1993 yılında yaptıkları başka bir çalışmada, bu iki değişkeni yani firma büyüklüğü ile PD / DD oranını modele ekleyerek üç faktör modelini oluşturmuşlardır. Modele göre hisse senedinin beklenen getirileri;

- Piyasanın risksiz faiz oranı üzerindeki fazla getirisine,

- Piyasa değeri küçük olan hisselerden oluşan portföyün getirisi ile piyasa değeri büyük olan hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farka (SMB),
- PD / DD oranı yüksek olan hisselerden oluşan portföyün getirisi ile PD / DD oranı düşük olan hisselerden oluşan portföyün getirisi arasındaki farka (HML) ilişkin duyarlılık katsayılarından etkilenmektedir (Wang, 2001: 13-14).

Üç faktör modelinin temel formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$E(r_i) - R_{rf} = \beta_{im} [E(r_m) - R_{rf}] + \beta_{is} [E(SMB)] + \beta_{ih} [E(HML)] \quad (1.11)$$

Bu eşitlikte;

$E(r_i) - R_{rf}$: İncelenen finansal varlığın risksiz faiz oranı üzerindeki beklenen getirisini,

$E(r_m) - R_{rf}$: Piyasa portföyünün veya finansal varlığın risksiz faiz oranı üzerindeki beklenen getirisini,

SMB : Küçük ve büyük piyasa değerine sahip hisselerin getirileri arasındaki farkı,

HML : Yüksek ve düşük PD/DD oranına sahip hisselerin getirileri arasındaki farkı,

β_{im} : Portföyün fazla getirilerinin, piyasanın fazla getirilerine karşı duyarlılığını,

β_{is} : Portföyün fazla getirilerinin, SMB getirilerine karşı duyarlılığını,

β_{ih} : Portföyün fazla getirilerinin, HML getirilerine karşı duyarlılığını göstermektedir (Gökgöz, 2008: 48).

1.3.2.5. Faktör (Endeks) Modeller

Markowitz'in ortaya koyduğu Ortalama Varyans Modeli finans dünyasına büyük bir yenilik getirmiştir. Fakat modelin günün şartlarında uygulamadaki zorlukları araştırmacıları yeni arayışlara itmiştir. Yapılan yeni çalışmalar, Ortalama Varyans Modelinin sadeleştirilmesine ve finansal varlık getirilerini etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik olarak devam etmiştir. Yapılan bu çalışmalar literatürde Faktör (Endeks) modeller olarak yerini almıştır. Faktör modeller tekli ve çoklu faktör modeller olmak üzere 2 ana başlık altında incelenmektedir.

1.3.2.5.1. Tekli Faktör (Endeks) Modeli

Sharpe (1963) yaptığı çalışmada, Markowitz'in ortaya koyduğu Ortalama Varyans Modeli'ni sadeleştirerek tek faktörlü (endeksli) modeli ortaya koymuştur. Sharpe, bütün menkul kıymetlerin piyasa ile doğrusal bir ilişkiye sahip olduğunu ve finansal varlık getirilerinin basit regresyon modeli ile ifade edilebileceğini ifade etmiştir. Sharpe çalışmasında, finansal varlık getirilerini tek bir faktöre bağlı olarak açıklamaya çalışmıştır. Tek faktör modeli, bağımlı değişkeni finansal varlık getirisi, bağımsız değişkeni ise bu finansal varlığın getirisini açıklamada kullanılacak olan en önemli faktör olan basit bir regresyon analizidir. Tek Faktör (Endeks) Modeli, bir finansal varlık getirisi ile pazar arasında doğrusal bir ilişki olduğunu kabul eder ve bu ilişkiyi aşağıdaki eşitlikteki gibi açıklar (Doğukanlı ve Borak, 2018: 154).

$$R_{it} = a_i + \beta_i R_{mt} + e_{it} \quad (1.12)$$

Bu eşitlikte;

R_{it} : İ'inci finansal varlığın t'inci döneme ait getirisini,

a_i : Pazar getirisinin sıfır olduğu durumda i'inci hisse senedinin sağlayacağı getiriye,

R_{mt} : Pazarın t'inci döneme ait getirisini,

β_i : İ finansal varlığının pazara olan duyarlılığını

e_{it} : Hata terimini ifade eder.

Tek Faktör (Endeks) Modeli'ne göre finansal varlıkların risk bileşimini görebilmek için, karakteristik doğru da denilen regresyon modelinin yani eşitlik (1.12)'nin varyansını almak gerekir. Regresyon modelinin varyansı alındığında aşağıdaki eşitlik elde edilir (Özarslan; 2018: 373).

$$Var(R_{it}) = Var(a_i) + Var(\beta_i R_{mt}) + Var(e_{it}) \quad (1.13)$$

Yukarıdaki eşitlikteki a_i sabit bir sayı olduğundan varyansı sıfıra eşittir. Bu durumda eşitlik aşağıdaki halini alır.

$$Var(R_{it}) = Var(\beta_i R_{mt}) + Var(e_{it}) \quad (1.14)$$

Tek Faktör (Endeks) Modeli aşağıda belirtilen varsayımlara dayanmaktadır (Bolak, 1994: 188) :

- Herhangi iki finansal varlığın pazardan bağımsız getirileri arasındaki kovaryans ve korelasyon sıfırdır.
- Herhangi bir finansal varlığın pazara bağımlı ve pazardan bağımsız verimi arasındaki korelasyon ve kovaryans sıfırdır.
- İyi bir çeşitlendirme neticesinde sistematik olmayan risk elemine edilebilir.
- İyi çeşitlendirilmiş bir portföyün riski sadece beta katsayısı ile ifade edilebilir.

1.3.2.5.2. Çoklu Faktör (Endeks) Modeli

Tek faktörlü model finansal varlık getirilerini tek bir faktöre bağlı olarak açıklamaya çalışmaktadır. Daha sonraları yapılan çalışmalar, finansal varlık getirilerini etkileyen farklı faktörlerin olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla, tek faktörlü modeller yerine çok faktörlü modellerin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çok faktörlü modelin tek faktörlü modelden farkı faktör sayısındaki artış olmakla birlikte, modelin temel mantığında bir değişiklik yoktur. Çok faktörlü bir model aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Elton ve Gruber, 1995: 130-131).

$$R_i = a_i + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{in}F_n + c_i \quad (1.15)$$

Bu eşitlikte;

R_i : Finansal varlığın beklenen getirisini,

a_i : Diğer faktörlerin sıfır olması durumunda beklenen getiriyi

β_{ij} : i 'inci varlığın veriminin j 'inci endekse olan duyarlılığını,

F_n : Finansal varlık getirisini etkileyen faktörleri

c_i : Hata terimini ifade eder.

Modelden de anlaşılacağı üzere, modeldeki faktör sayısı finansal varlık getirisini etkileyen faktör tahminine göre değişmektedir. Örneğin, hisse senedi getirilerini etkileyen faktör olarak enflasyon ve döviz kurunu gören bir araştırmacı modele bu iki faktörü eklerken, faiz oranlarının veya firma içi faktörlerin de hisse senedi getirisi üzerinde etkili olabileceğini varsayan bir araştırmacı modele bu faktörleri de ekleyebilir. Hisse senedi getirilerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Chen, Roll ve Ross (1986), hisse senedi getirileri üzerinde, enflasyon, sanayi üretimi, faiz oranları, yüksek ve

düşük dereceli tahvil faizi arasındaki getiri farkı gibi faktörlerdeki beklenmedik değişimlerin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

1.4. PORTFÖY PERFORMANS ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Bilindiği üzere portföy yönetim süreci yatırımcılar açısından çok önemli bir süreçtir. Portföy yönetim sürecinin 3 önemli bileşeni vardır. Bu bileşenlerden birincisi portföy analizi, ikincisi portföyün gözden geçirilmesi, üçüncü ise portföyün değerlendirilmesidir (Akel, 2006: 1). Bundan önceki bölümlerde ilk iki aşamaya değinilmiş olup bu bölümde portföy performansının ölçülmesi üzerinde durulacaktır.

Dünya ekonomisindeki artan büyüme hızı ve teknolojideki artan gelişim hızı, finansal piyasaların büyük bir gelişim sağlamasına, finansal piyasalardaki ürün çeşidinin ve bu piyasalarda işlem yapan kişi ve kurum sayısının artmasına neden olmuştur. Artan bu kişi ve kurum sayısı ile doğru orantılı olarak finansal piyasaların hacmi her geçen gün artmaktadır. Finansal piyasalara yapılan bu yatırımların performansı, hem yatırımcı açısından hem de piyasalar açısından önem arz etmektedir. Yatırımcılar açısından kritik nokta, oluşturdukları portföylerin sergileyeceği performanslardır. Portföy performansının ölçülmesi, yatırımcı tarafından yapılan yatırımın ne ölçüde başarılı olduğunu göstermesi açısından önem arz etmektedir. Bu noktada portföy performansının doğru bir şekilde ölçülebilmesi çok önemli bir husustur.

Portföy performansını değerlendirme sürecinde iki yaklaşım mevcuttur. Birinci yaklaşım oluşturulan portföyü benzer portföylerle yada uygun bir ölçütle karşılaştırmak, ikinci yaklaşım ise piyasa zamanlaması olarak ifade edilen, portföy içerisindeki finansal varlıkların doğru zamanda alınıp doğru zamanda satılma durumunun incelenmesidir (Urhan, 2010: 32).

Portföy performansını değerlendirirken karşılaştırma ölçütünün doğru belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin, BİST’de işlem gören hisse senetlerinden oluşan bir portföyün performansını ölçerken karşılaştırma ölçütü olarak BİST 100 endeksi kullanılabilir. Fakat devlet tahvili ve hazine bonosundan oluşan bir portföy için, BİST 100 endeksini karşılaştırma ölçütü olarak kullanmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır.

Literatürde portföy performansının ölçümü ile ilgili birçok model geliştirilmiştir. Bu modelleri 3 ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar;

- Toplam riske göre performans ölçüm modelleri,
- Sistematik riske göre performans ölçüm modelleri
- Piyasa zamanlama ölçütüne göre performans ölçüm modelleri olarak ifade edilebilir.

1.4.1. Toplam Riske Göre Performans Ölçüm Modelleri

Bu yaklaşımda portföyün toplam riski dikkate alınarak portföy performansı ölçülmektedir. Toplam riske göre performans ölçen üç yöntem vardır. Bunlar; Sharpe oranı, M^2 performans ölçütü ve Sortino oranıdır (Münyas, 2018: 405).

1.4.1.1. Sharpe Oranı

Sharpe tarafından geliştirilen ve Sharpe oranı olarak bilinen bu yöntem, tek parametrelili risk-getiri ölçütleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Sharpe oranı risk ölçütü olarak standart sapmayı kullanır. Sharpe oranı portföyün ortalama getirisinin risksiz faiz oranından çıkartılarak, portföyün standart sapmasına bölünmesi ile elde edilir. Sharpe tarafından geliştirilen bu performans ölçütü aşağıdaki şekilde hesaplanır (Korkmaz, 2013c: 199).

$$S_p = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (1.16)$$

Bu eşitlikte;

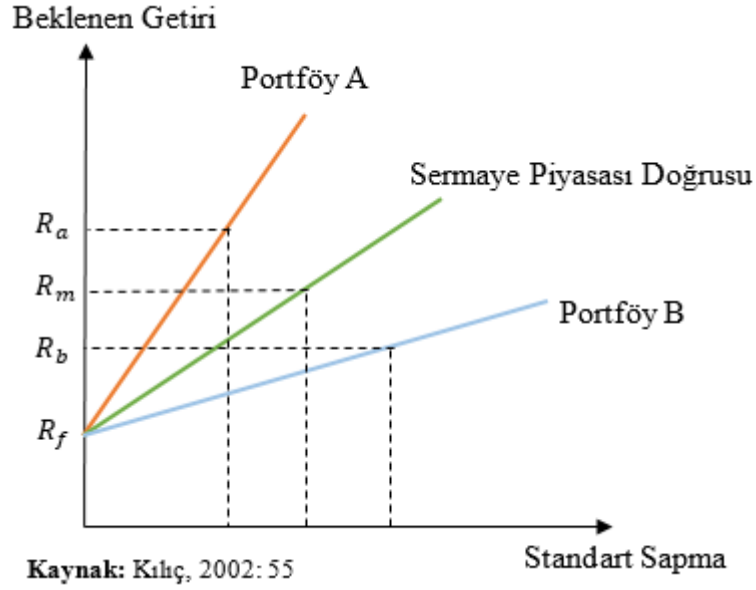
S_p : Sharpe oranı,

r_f : Risksiz faiz oranı,

r_p : Portföy getirisini,

σ_p : Portföyün standart sapmasını göstermektedir.

Yukarıdaki eşitlikten de anlaşılacağı üzere, Sharpe oranı bize bir birim riske karşılık risksiz faiz oranının üzerinde ne kadar bir getiri elde edildiğini gösterir. Sharpe oranı herhangi bir portföy ile risksiz faiz oranını birleştiren doğrunun eğimi olarak ifade edilir (Karan, 2013: 704). Sharpe oranını aşağıdaki şekil yardımıyla açıklayalım.



Şekil 1.7. Sharpe Oranı

Şekil 1.7 incelendiğinde, A portföyünden risksiz faiz oranına (r_f) çizilen doğrunun eğimi A portföyünün sharpe oranını verirken, B portföyünden r_f 'ye çizilen doğrunun eğimi ise B portföyünün Sharpe oranını bize verir. Bu iki doğru incelendiğinde, A portföyünden r_f 'ye çizilen doğrunun eğiminin B portföyünden r_f 'ye çizilen doğrunun eğiminden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durum bize A portföyünün B portföyüne göre daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir.

1.4.1.2. M2 Performans Ölçütü

M^2 ölçütü, Franco Modigliani ve Leah Modigliani tarafından 1997 yılında geliştirilen ve Sharpe oranından yararlanılarak oluşturulmuş bir performans ölçütüdür. M^2 ölçütü tıpkı Sharpe oranında olduğu gibi, risk ölçütü olarak toplam riski esas almaktadır. M^2 ölçütünün temel mantığı portföyün riskini karşılaştırma ölçütünün riskine göre ayarlayarak, Sharpe oranının yorumlanmasında karşılaşılan güçlüğü ortadan kaldırıp daha kolay bir şekilde yorumlayabilmektir. Örneğin, hisse senetlerinden oluşan bir portföyün riskini BİST 100 endeksinin riskine eşitlemek için portföye hazine bonusu ekleyerek düzeltilmiş bir portföy oluşturulmakta, oluşturulan bu düzeltilmiş portföyün standart sapması endeksin standart sapmasına eşit hale getirilmektedir. Böylece, standart sapması eşit iki varlığın performanslarını karşılaştırmak çok daha kolay olmaktadır. M^2

ölçütü portföy performans sıralaması yaparken Sharpe oranı ile aynı sonucu vermekle birlikte, yatırımcı açısından anlaşılması ve yorumlanması daha kolay bir ölçüttür. M^2 ölçütü aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Korkmaz, 2013c: 201).

$$M^2 = r_{p^*} - r_m \quad (1.17)$$

Bu eşitlikte;

r_{p^*} : Düzeltilmiş portföyün getirisini,

r_m : Piyasanın getirisini ifade etmektedir.

M^2 Ölçütü'nü, Sharpe oranını kullanarak ifade etmek istersek aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$M^2 = r_f + \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \sigma_m = r_f + (\text{Sharpe Oranı} \times \sigma_m) \quad (1.18)$$

Bu eşitlikte;

M^2 : Portföy performansını,

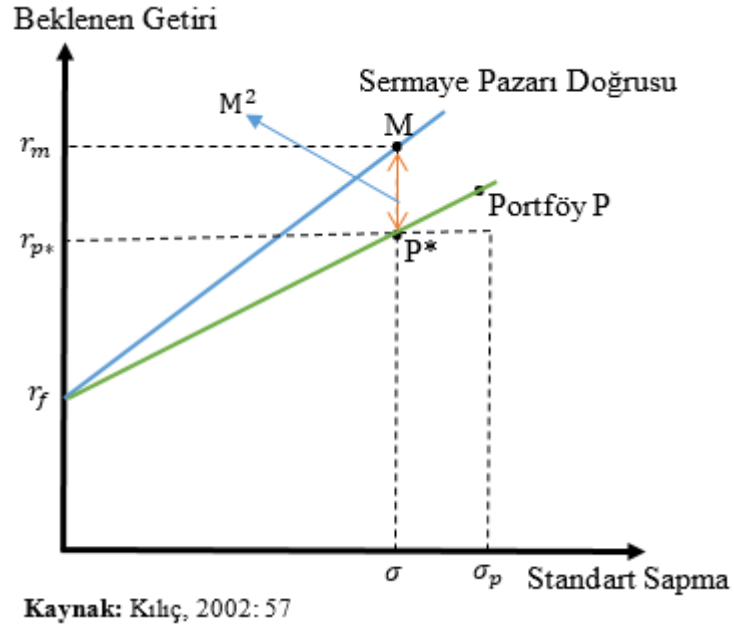
r_f : Risksiz faiz oranını,

r_p : Portföyün getirisini,

σ_p : Portföyün standart sapmasını,

σ_m : Pazarın standart sapmasını ifade etmektedir.

M^2 ölçütü şekil 1.8'de gösterilmiştir.



Şekil 1.8. M^2 ölçütü

Şekil 1.8 incelendiğinde, P portföyü ile pazar portföyü olan M portföyünün riskleri birbirinden farklı iki portföy olduğu görülmektedir. Bu durumda iki portföyü karşılaştırabilmek zordur. Bu nedenle, P portföyünün riski ile pazar portföyünün riskini eşitlememiz gerekmektedir. P portföyünü, r_f ile P portföyü arasındaki doğru üzerinde sola doğru kaydırarak pazar portföyünün riski ile eşitlediğimizde, aynı standart sapmaya sahip düzeltilmiş P^* portföyü elde edilmektedir. Bu durumda, P^* portföyü ile pazar portföyü olan M portföyü arasındaki getiri farkı bize M^2 ölçütünü vermektedir. Şekil 1.8 incelendiğinde, M portföyünün eğiminin P portföyünün eğimine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum bize P portföyünün piyasa portföyünün altında bir performans sergilediğini göstermektedir.

1.4.1.3. Sortino Oranı

Toplam riske göre performans ölçen modellerden bir diğeri Sortino oranıdır. Sortino oranı Sharpe oranına benzemekle birlikte, Sortino oranında, Sharpe oranındaki standart sapma yerine kısmi standart sapma kullanılır. Sortino ve Price (1994), ortalama getiriden aşağı ve yukarı yönlü sapmaları risk olarak kabul etmenin yanlış olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yerine, riski ortalamadan aşağı yönde sapmalar olarak tanımlayarak, riski standart sapma ile ölçmek yerine, sadece aşağı yönde sapmaları

dikkate alan bir ölçüt kullanmanın gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Yücel, 2016: 152). Böylelikle, getiri dağılımlarının asimetrik olma problemine çözüm bulunmuştur (Teker, 2008: 89-105).

Birçok yatırım kararında, yatırımcının yatırımdan beklediği minimum bir getiri oranı vardır. Her yatırımcı yatırımını yaparken bu minimum kabul edilebilir getiri (Minimal Acceptable Return-MAR) düzeyini alt sınır kabul ederek, en az bu oran kadar getiri elde etmek istemektedir. Dolayısıyla, bu oran altında kalan bir getiri oranı yatırımcıyı tatmin etmeyecektir. Bu noktadan hareketle, Sortino oranı risk ölçüsü olarak MAR'ın altında kalan getiri sapmalarını ölçen “kısmi standart sapma”yı kullanmaktadır. Sortino oranı, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Korkmaz, 2013c: 209).

$$SO = \frac{r_p - r_f}{\sigma_d} \quad (1.19)$$

Bu eşitlikte;

SO : Sortino oranını

r_p : Portföy getirisini,

r_f : Risksiz faiz oranını

σ_d : Kısmi standart sapmayı ifade etmektedir.

Sortino oranına göre elde edilen değer ne kadar büyük ise portföy performansı da o oranda yüksektir.

1.4.2. Sistematik Riske Göre Performans Ölçüm Modelleri

Sistematik Riske göre portföy performansını ölçen 4 model vardır. Bunlar; Treynor oranı, T² Performans Ölçütü, Jensen ölçütü ve Değerleme oranıdır (Münyas, 2018: 410).

1.4.2.1. Treynor Oranı

Jack L. Treynor, sistematik riskin çeşitlendirme yardımıyla yok edilebileceği düşüncesinden hareketle, toplam riski kullanarak portföy performansı ölçen modeller yerine, portföy performansını sistematik riske göre ölçen bir model geliştirmiştir. Temelde Sharpe oranıyla aynı mantığa sahip olan bu model, risk ölçütü olarak Beta (β)

katsayısını kullanmaktadır. Bilindiği üzere β katsayısı, portföy getirilerinin pazara karşı olan duyarlılığını göstermekte ve sistematik risk göstergesi olarak kabul edilmektedir. β katsayısının yüksek olması portföyün riskinin yüksek olduğu, düşük olması ise portföyün riskinin düşük olduğu anlamına gelir. Treynor ölçütü aşağıdaki gibi hesaplanır (Münyas, 2018: 410).

$$T_p = \frac{r_p - r_f}{\beta_p} \quad (1.21)$$

Bu eşitlikte;

T_p : Treynor oranını,

r_p : Portföy getirisini

r_f : Risksiz faiz oranını,

β_p : Portföyün betasını göstermektedir.

Eşitlik incelendiğinde, paydaki ifade risksiz faiz oranından ne kadar fazla getiri elde edildiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, katlanılan risk karşısında ne kadar bir gelir elde edildiğini göstermektedir. Paydadaki ifade ise, portföyün sistematik riskini göstermektedir. Dolayısıyla, Treynor oranı bize katlanılan bir birimlik sistematik riske karşı ne oranda bir getiri sağlandığını göstermektedir. Treynor oranı ne kadar büyük bir değer ise portföyün performansı da o derece yüksektir.

1.4.2.2. Jensen Ölçütü

Jensen Ölçütü, 1968 yılında Michael C. Jensen tarafından SVFM'yi temel alarak oluşturulmuş bir ölçüttür. Bu modelin amacı, portföyün gerçekleşen getirisi ile, gerçekleşen risk düzeyinde portföyün beklenen getirisinin hesaplanarak karşılaştırılmasıdır (Karan, 2013: 706). Jensen, bir portföyün performansını başka bir portföyle karşılaştırmak yerine, o portföyün menkul kıymet piyasa doğrusundan sapmasını ölçerek karşılaştırmanın daha doğru olacağını düşünmüştür. Jensen ölçütü, pazar getirisi ile portföy getirisi arasında oluşturulan regresyon denkleminin sabit terimi olan alfa (α) katsayısıdır. Bu yüzden bu ölçüte Jensen alfası da denmektedir. Jensen ölçütü aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Korkmaz, 2013c: 205-206).

$$\alpha_p = \bar{r}_p - r_p \quad (1.22)$$

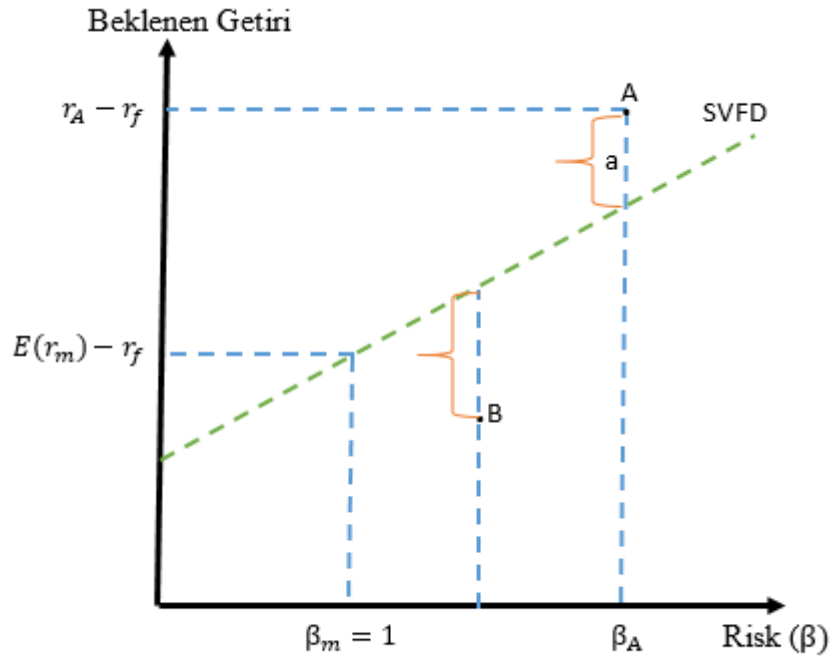
Bu eşitlikte;

α_p : Alfa değerini

\bar{r}_p : Gerçekleşen getiriyi

r_p : Beklenen getiriyi ifade eder.

Jensen ölçütünün grafiği şekil 1.9'da gösterilmiştir.



Kaynak: Ronald, 2002: 227

Şekil 1.9. Jensen Ölçütü

Şekil 1.9 incelendiğinde, A portföyü finansal varlık doğrusunun üstünde, B portföyü ise finansal varlık doğrusunun altında yer almaktadır. İşte bu A ve B portföylerinin finansal varlık doğrusuna olan dikey mesafesi, Jensen Alfa'sı olarak adlandırılır ve portföyün performans ölçütü olarak kabul edilir. A portföyü, finansal varlık doğrusunun üzerinde yer aldığı için Jensen Alfa pozitif bir değer alır ve portföy performansının yüksek olduğu anlamına gelir. B portföyü, finansal varlık doğrusu altında yer aldığı için Jensen alfa negatif bir değer alır ve portföy performansının düşük olduğu anlamına gelir.

1.4.2.3. T² Performans Ölçütü

T² Performans Ölçütü, Treynor oranı kullanılarak oluşturulmuş bir ölçüttür. Pazar getirisi ile risksiz faiz oranı arasındaki fark, Treynor oranından çıkarılarak T² performans ölçütü elde edilir (Kayalidere ve Aktaş, 2008: 290-312). T² performans ölçütü, tıpkı M² ölçütünde olduğu gibi, portföye hazine bonusu ekleyerek risk ayarlaması yapar ve düzeltilmiş bu portföye göre performans ölçümü yapar. T² ölçütü aşağıdaki şekilde hesaplanır (Münyas, 2018: 412).

$$T^2 = Tp - r_m - r_f \quad (1.23)$$

Bu eşitlikte;

T²: T² performans ölçütünü,

Tp: Treynor ölçütünü,

r_m: Pazarın ortalama getirisini,

r_f : Risksiz faiz oranını ifade etmektedir.

1.4.2.4. Değerleme Oranı

Hem Jensen ölçütü hem de Treynor oranı, portföy performansını ölçerken sistematik olmayan riski dikkate almamaktadır. Değerleme oranı, bu sorunu ortadan kaldırmak için portföyün alfasını portföyün sistematik olmayan riskine bölmektedir (Kılıç, 2002: 62). Değerleme oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır (Korkmaz, 2013c: 208).

$$Değerleme\ Oranı = \frac{\alpha_p}{\sigma_{ur}} \quad (1.24)$$

Bu eşitlikte;

α_p : Portföyün Jensen Alfa'sını,

σ_{ur}: Portföyün sistematik olmayan riskini ifade etmektedir.

1.4.3. Piyasa Zamanlama Ölçütüne Göre Performans Ölçüm Modelleri

Bir portföyün performansı, portföy yöneticisinin doğru finansal varlığı seçmesinin yanı sıra, o finansal varlığı doğru zamanda portföyüne eklemesine veya doğru zamanda portföyünden çıkarmasına yani piyasa zamanlamasını doğru yapmasına da bağlıdır.

1.4.3.1. Kuadratik Regresyon Modeli

1966 yılında Treynor ve Mazuy tarafından geliştirilen bu model, portföyün sistematik riskinin zaman içerisinde değişebileceği görüşünü temel almaktadır. Treynor ve Mazuy, yatırım fonu yöneticilerinin hisse senedi piyasasındaki değişimleri doğru tahmin edip edemediğini araştırdıkları çalışmalarında 57 adet yatırım fonunu analiz etmişlerdir. Yazarlar çalışmalarının sonucunda, fon yöneticilerinin piyasadaki ana trendleri tahmin etmede başarılı olmadıklarını ortaya koymuşlardır. Treynor ve Mazuy bu sonuçtan hareketle, yöneticilerin zamanlama kabiliyetini ölçmede kullanılan temel lineer modele, yeni bir terim (C) ekleyerek kuadratik regresyon modelini geliştirmişlerdir. Kuadratik regresyon modelinin denklemi aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir (Akel, 2006: 10).

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha_i + \beta_i(R_{m,t} - R_{f,t}) + C(R_{m,t} - R_{f,t})^2 + e_{i,t} \quad (1.25)$$

Bu eşitlikte;

$R_{p,t}$: Portföyün t dönemdeki getirisini,

$R_{f,t}$: Risksiz faiz oranının t dönemdeki getirisini,

α_i : Alfa değerini,

β_i : Portföyün sistematik risk seviyesini,

$R_{m,t}$:Piyasa endeksinin t dönemdeki getirisini,

C : Portföy yöneticisinin piyasa zamanlama kabiliyetini,

$e_{i,t}$: Artık getiriyi ifade etmektedir.

Kuadratik regresyon modelinde, portföy yöneticisinin piyasadaki değişimlerin yönünü doğru tahmin edebildiği takdirde, portföyündeki finansal varlıkları piyasanın yönüne bağlı olarak değiştireceği görüşü hakimdir.

Kuadratik regresyon modelinde, portföy yöneticisinin piyasa zamanlama becerisi C katsayısı ile ölçülmektedir. C değerinin pozitif olması portföy yöneticisinin piyasa zamanlama becerisinin yüksek olduğunu, C değerinin negatif olması ise portföy yöneticisinin piyasa zamanlama becerisinin düşük olduğunu göstermektedir.

1.4.3.2. Kukla Değişkenli Regresyon Modeli

Portföy yöneticilerinin portföye dahil edilecek menkul kıymet seçme becerisini ve zamanlama yeteneğini ölçen bir diğer model, Henriksson ve Merton (1981) tarafından geliştirilen kukla değişkenli regresyon modelidir. Henriksson ve Merton (1981), piyasanın yönünün belirlenemediği durumlarda, portföy yöneticilerinin SVFM ya da çok faktörlü modellerin varsayımları altında, doğrusal yöntemleri kullanabileceklerini ileri sürmüşlerdir (Münyas, 2018: 419).

Kukla değişkenli regresyon modeli, portföy yöneticilerinin piyasanın yönünü tahmin edebileceklerini, fakat bu durumun ne kadar devam edeceğini tahmin edemeyeceklerini varsaymaktadır. Bu noktadan hareketle kukla değişkenli regresyon modeli, portföy performansının piyasanın yükseldiği ve düştüğü dönemlere göre değerlendirilmesi gerektiğini ve portföyün farklı durumlarda farklı bir beta değerine sahip olması gerektiğini ileri sürmektedir (Korkmaz, 2013c: 213).

Kukla değişkenli regresyon modelinde, piyasanın yükseldiği ve düştüğü dönemler için kukla değişken içeren iki farklı regresyon modeli kullanılmaktadır. Buna göre, piyasanın yükseldiği dönemlerde beta katsayısı yüksek olan menkul kıymetler daha fazla getiri sağlarken, piyasanın düştüğü dönemlerde yüksek beta katsayısına sahip menkul kıymetler daha az getiri sağlayacaktır (Yıldız, 2006: 121-122). Başarılı bir portföy yöneticisinin, piyasanın düşeceğini öngördüğü dönemlerde düşük beta katsayısına sahip menkul kıymetleri tercih etmesi, piyasanın yükseleceğini öngördüğü dönemlerde ise yüksek beta katsayısına sahip menkul kıymetleri tercih etmesi beklenmektedir (Altıntaş, 2008: 95). Kukla değişkenli regresyon modelinin denklemi aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir (Akel, 2006: 10).

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha_i + \beta_i(R_{m,t} - R_{f,t}) + C \left((R_{m,t} - R_{f,t}) D \right) + e_{i,t} \quad (1.26)$$

Bu eşitlikte;

$R_{p,t}$: Portföyün t dönemdeki getirisini,

$R_{f,t}$: Risksiz faiz oranının “t” dönemdeki getirisini,

α_i : Alfa değerini,

β_i : Portföyün sistematik risk seviyesini,

$R_{m,t}$: Piyasa endeksinin “t” dönemdeki getirisini,

C : Portföy yöneticisinin piyasa zamanlama kabiliyetini,

D : Kukla değişkenini,

$e_{i,t}$: Artık getiriyi ifade etmektedir.

Eşitlik 1.26’da “D” kukla değişkeni olup, yükselen piyasalar için “bir” değerine, düşen piyasalar için “sıfır” değerine eşit olmaktadır.

Yükselen piyasalar için “D” kukla değişkeninin yerine “1” yazılırsa model aşağıdaki eşitlikteki gibi olur.

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha + \beta(R_{m,t} - R_{f,t}) + C \left((R_{m,t} - R_{f,t}) \times 1 \right) + e_{p,t} \quad (1.27)$$

Yukarıdaki eşitlik $(R_{m,t} - R_{f,t})$ parantezine alınırsa model aşağıdaki son halini alır.

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha + (R_{m,t} - R_{f,t}) (\beta + C) + e_{p,t} \quad (1.28)$$

Düşen piyasalar için “D” kukla değişkeninin yerine “0” yazılırsa model aşağıdaki eşitlikteki gibi olur.

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha + \beta(R_{m,t} - R_{f,t}) + C \left((R_{m,t} - R_{f,t}) \times 0 \right) + e_{p,t} \quad (1.29)$$

Yukarıdaki eşitlikte “0” ile çarpma işlemi yapıldığında model aşağıdaki son halini alır.

$$R_{p,t} - R_{f,t} = \alpha + \beta(R_{m,t} - R_{f,t}) + e_{p,t} \quad (1.30)$$

1.4.3.3. Fama Ölçütü

Eugene Fama, portföy performansının ölçülmesi için geliştirdiği modelde, portföy yöneticisinin seçme becerisinin, zamanlama becerisinin ve portföy yöneticisinin

üstlendiği risklerin ölçülebilmesinin için, toplam risk primine dayalı beklenen getirinin üzerindeki fazla getirinin hesaplanmasını önermiştir. Fama bu fazla getiriye hesaplarken, sermaye piyasası doğrusunun dikkate alınması gerektiğini öne sürmüştür (Rao ve Ravindran 2003: 11). Fama ölçütü aşağıdaki şekilde hesaplanır (Münyas,2018: 418).

$$F_p = (r_p - r_f) - \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_{rm}} \right) (r_m - r_f) \quad (1.20)$$

Bu eşitlikte;

F_p : Fama ölçütünün değerini,

r_p : Portföy getirisini,

r_f : Risksiz faiz oranını,

r_m : Karşılaştırma ölçütünün getirisini,

σ_p : Portföyün standart sapmasını,

σ_{rm} : Karşılaştırma ölçütünün standart sapmasını ifade etmektedir

Fama performans ölçütünün değerinin pozitif olması, portföyün sermaye piyasası doğrusunun üzerinde hareket ettiğini ve beklenenden daha fazla bir getiri sağladığını göstermektedir. Fama ölçütünün değerinin negatif olması ise, portföyün beklenenden daha az bir getiri sağladığını ve portföyün sermaye piyasası doğrusunun altında hareket ettiğini göstermektedir (Rao ve Ravindran 2003: 11).

İKİNCİ BÖLÜM

BELİRSİZLİK ALTINDA KARAR VERME

2.1. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık kavramının tam olarak anlaşılabilmesi için öncelikle klasik mantık kavramının bilinmesi gerekmektedir. Klasik mantığın kurucusu Aristoteles olarak kabul edilir. Aristoteles'e göre, herhangi bir önerme için iki durum söz konusudur. Bir önerme ya doğrudur ya da yanlıştır. Bunun dışında üçüncü bir durum yoktur ve bu durum "üçüncü durumun olanaksızlığı" ilkesi olarak açıklanmaktadır. Heraclitus bu görüşe karşı çıkarak, bir şeyin aynı anda hem doğru hem de yanlış olabileceğini belirtmiştir.

Klasik mantık, doğru-yanlış, siyah-beyaz, uzun-kısa, genç-yaşlı gibi kesin değerlendirmeler yapmaktadır. Hâlbuki içerisinde yaşadığımız evren bu kadar kesin ve net bilgiler içermemektedir. Birçok noktada, Aristoteles'in ikili mantığının tam anlamıyla açıklayamadığı belirsizlikler mevcuttur. Örneğin, domates kırmızıdır önermesi ne doğrudur ne de yanlıştır. Çünkü domates başlangıç haldeyken yeşil renkli, fakat olgunlaşma sürecinde yavaş yavaş kızarılarak kırmızısını halini almaktadır. Dolayısıyla, domates kırmızıdır önermesi de kesin doğru değilken, domates yeşil önermesi de kesin doğru değildir.

Yaşadığımız evrende bu ve benzeri birçok belirsiz durum mevcuttur. Klasik mantığın gerçek hayattaki belirsizlik durumlarını açıklamada yetersiz kalması, çok değerli mantığın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Lukasiewicz (1920) ve Post (1921) yaptıkları çalışmalarla, çok değerli mantığın aksiyomatik-formel bir sistem olarak kurulmasını sağlamışlardır (Ural, 1987: 301). Çok değerli mantık bize, bir önermenin doğru ya da yanlış dışında üçüncü bir değer alabileceğini göstermektedir. Lukasiewicz, bir önermeyi klasik mantıktaki gibi (0,1) ikili sistem ile göstermek yerine, (0,u,1) şeklinde gösterilen yeni bir mantık sistemi ortaya koymuştur. Lukasiewicz kümede yer alan "u" ile önermenin belirsizliğini tanımlamıştır.

Çok değerli mantık denildiği zaman sadece üç değerli mantık akla gelmemelidir. Çünkü çok değerli mantık kavramı, dört-değerli, beş-değerli ve n-değerli mantıkları da

kapsamaktadır (Ural, 1987:309). Zadeh tarafından geliştirilen bu çok değerli mantık sistemi literatürde “Bulanık Mantık” olarak yerini almıştır.

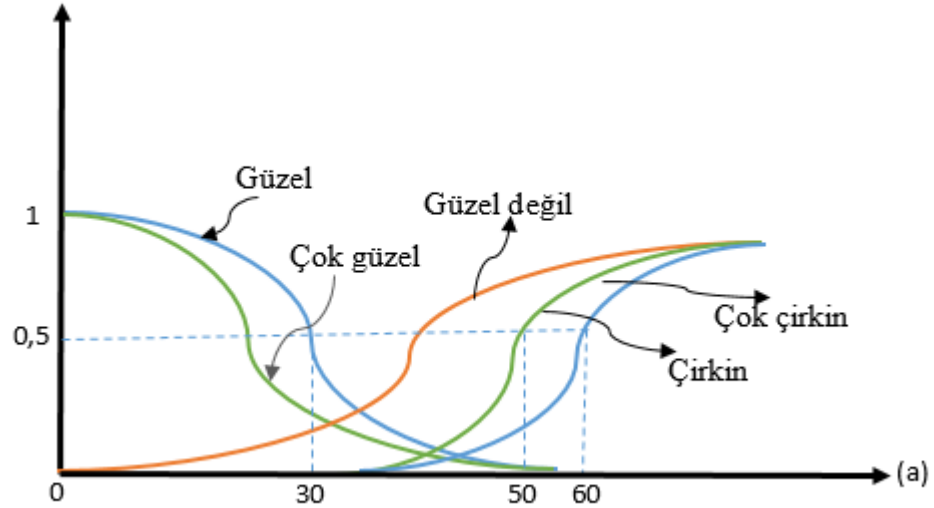
Zadeh (1965) yayınladığı “Bulanık Kümeler”(Fuzzy Sets) isimli çalışmasıyla devrim sayılabilecek görüşler ortaya koymuştur. Zadeh çalışmasında, keskin sınırlar ile tanımlanmış klasik kümenin yerine, sınırları kesin olmayan bulanık kümeler kavramını ortaya koymuştur. Bulanık kümeler, kümedeki üyeliğin var olma ya da olmamasını göstermek yerine bu iki kavram arasındaki dereceleri göstermektedir.

Yaşadığımız evren belirsizlikle doludur. Her şeyi siyah-beyaz gibi birbirinden kesin ve net şekilde ayırt etmek mümkün değildir. Bazı kavramlar ve olgular kişiden kişiye, durumdan duruma farklı algılanabilir. Örneğin, 1 metre 85 cm boyundaki bir insan normal insanlar arasında uzun boylu olarak kabul edilirken, basketbol oyuncularında kısa boylu olarak kabul edilir. Ya da 25 C°’deki bir havayı Avrupa’da yaşayan bir insan sıcak olarak tanımlarken, Afrika’da yaşayan bir insan için 25 C°’deki bir hava normal bir hava sıcaklığı anlamına gelebilir. Dolayısıyla, sıcaklık ve uzunluk kelimeleri kişiden kişiye ve durumdan duruma göre farklı anlamlar kazanmış olur. Bu durum yaşadığımız evrende bazı belirsiz ve bulanık durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bulanık mantık, klasik mantığın siyah-beyaz gibi iki renk arasına sıkışmış keskin kalıbının dışına çıkarak, siyah ile beyaz arasındaki sonsuz tonda ve sayıda gri rengi ifade etmektedir (Kosko, 1993: 23). Bulanık mantık, klasik mantığın tamamen doğru ya da tamamen yanlış kavramlarının yanına “kısmen doğru” kavramının eklenmesiyle ulaşılan bir üst küme olarak tanımlanabilir (Erdal, 2008: 5).

Bulanık mantık, belirsizlik durumlarında klasik mantığa göre insan zihninin çalışma prensiplerini daha iyi açıklayabilmektedir. Örneğin, bir varlığı tanımlarken klasik mantığa göre, güzel ya da çirkin gibi ikili bir mantık sistemi çerçevesinde değerlendirmek gerekir. Hâlbuki insan zihni bu şekilde çalışmamaktadır. Bu iki kavram arasında, “çok güzel”, “güzel”, “güzel değil”, “çirkin”, “çok çirkin” gibi tanımlamalar yapabilmektedir. Şekil 2.1 incelendiğinde, bulanık mantığın klasik mantıktaki ikili sistem (0,1) yerine seçilen aralıktaki değerleri kullandığı görülmektedir. Burada güzellik kavramı elbetteki kişiden kişiye göre değişebilmektedir. Fakat bulanık mantıkta “çok güzel”, “güzel” gibi kavramlar belirli aralık değerleri ile ifade edildiği için bu sübjektiflik pek bir önem arz

etmemektedir (Ural, 2004: 49). Dolayısıyla, bulanık mantık insanın zihin kodlarını ve düşünce sistemini klasik mantığa göre çok daha iyi yansıtabilmektedir.



Kaynak: Ural, 2004: 49

Şekil 2.1. Bulanık Mantık Gösterimi

Bulanık mantık, Aristoteles'ten günümüze süregelen klasik mantığa bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Belirsizlik içeren problemlerde klasik mantık uygulamalarıyla sonuca ulaşmak çok zordur. Bulanık mantık belirsizlik içeren karmaşık problemlerde klasik mantığa göre çok daha kullanışlı bir modeldir. Bulanık mantık ile klasik mantığın anahtar fikirleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir (Kosko, 1993: 24).

Tablo 2.1. Klasik Mantık İle Bulanık Mantığın Anahtar Fikirleri

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya hiçbiri	Belli derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında sürekli
Dijital bilgisayar	Normal ağ beyin
Fortran	İngilizce (Doğal dil)
İkili birimler (Bit)	Bulanık birimler (Fit)

Bulanık mantığın özellikleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Baykal ve Beyan, 2004: 41);

- Bulanık mantıkta klasik mantıktaki kesin düşünme tarzı yerine yaklaşık düşünme tarzı kullanılır.
- Bulanık mantıkta her ifade $[0,1]$ aralığında yer alan üyelik dereceleri ile ifade edilir.
- Her türlü mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantıkta her ifade derecelendirilebilir.
- Bulanık mantık esnek bir yapıya sahiptir.

Bulanık mantık bazı avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Bu avantajlar ve dezavantajlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Kaftan, Balkan ve Şalk, 2013: 18-19).

Avantajlar;

- Kolay anlaşılabilen, karmaşıklıktan uzak, matematiksel ilkelere dayanmaktadır.
- İnsan düşünce sistemine ve tarzına uygundur.
- Karmaşık olan, zamanla değişen, doğrusal olmayan, belirsiz sistemleri çözmeye yardımcı olur.
- Üyelik değerleri kullanıldığı için diğer sistemlere göre kullanımı daha esnekler.
- Her türlü probleme kolaylıkla uygulanabilir.
- Eksik veriler ile işlem yapabilir.
- Zor ve karmaşık problemlerde klasik mantığa göre çok daha kolay çözümler üretebilmektedir.

Dezavantajlar;

- Bulanık denetimde kullanılan kurallar uzman deneyimlerine bağımlıdır, dolayısıyla iyi bir sonuç elde edebilmek için deneyim önemlidir.
- Problemin çözümü için çok fazla veri kullanımı gerektirir. Bu durum işlem sayısını artırmaktadır.
- Üyelik fonksiyonlarını seçme sürecinde deneme yanılma yöntemi kullanılır bu da uzun zaman almaktadır.
- Problemin karmaşıklığı denetim kümelerinin ve üyelik fonksiyonlarının belirlenme sürecini zorlaştırır.

Bulanık mantık fikri, ilk olarak Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılmasına rağmen ilk zamanlarda pek rağbet görmemiştir. Aksine, birçok eleştiri de almıştır. Bulanık mantık, batı dünyasından daha ziyade doğu dünyasında kendisine yer bulabilmiştir. Bunun nedeni ise, bulanık düşünce sisteminin batı felsefesinde önemli bir yer tutan Platoncu görüşün tamamen zıttı bir görüşü ileri sürmesidir (Ural, 2004: 47).

1975 yılında Mamdani ve Assilian'ın bulanık mantığı buhar makinesinin kontrol aşamasında kullanması ile bulanık mantık bilim dünyasında önem kazanmaya başlamıştır (Şen, 2009: 16). Bu çalışmadan sonra, Danimarka'daki bir çimento fabrikasında fırın kontrolünde ve Hitachi firmasının Japonya'daki Sendai şehri metrosunda bulanık mantık kullanımı sonucu elde edilen başarılı uygulamalar, bulanık mantığın tüm dünyada yaygınlaşmasının önünü açmıştır. Bulanık mantığın bir diğer başarılı uygulama alanı finans dünyasında olmuştur. Japonya'nın en büyük borsa aracı kurumlarından biri olan Yamaichi Securities tarafından geliştirilen "Yamaichi Fuzzy Fond" uygulaması, 1987 yılında Japonya'da yaşanan ve "kara pazar" olarak isimlendirilen krizi on sekiz gün önceden haber vererek "satış" önerisinde bulunmuştur (Reznik, 1997: 18). Zamanla artan bu tür başarılı uygulamalar sayesinde IBM, NCR, Hitachi, Toshiba, SGS, Thomson, Omron, Matsuhita gibi dünyaca tanınmış büyük şirketlerinde aralarında bulunduğu 51 firma bir araya gelerek LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) laboratuvarlarını kurmuşlardır.

Günümüzde bulanık mantık uygulamaları kullanılan ürünler her alanda kullanıma sunulmaya başlamıştır. Çamaşır-bulaşık makinelerinden fotoğraf makinelerine, fırından buzdolabına, fren sistemlerinden batarya şarj cihazlarına, endüstriyel sistemlerden finans dünyasına kadar çok geniş bir alanda, bulanık mantık içeren uygulamalar insanlığın kullanımına sunulmuştur.

2.1.1. Bulanık Kümeler

Bulanık mantık yaklaşımının temelini Zadeh'in (1965) ortaya koyduğu "Bulanık Kümeler" (Fuzzy Sets) adlı çalışması oluşturmaktadır. İnsan zihninin belirsiz olan durumlarda karar verebilme yeteneğinden yola çıkan Zadeh, belirsizlik içeren problemleri çözebilmek için bulanık kümeler teorisini ortaya koymuştur (Chou ve Liang, 2001: 378). Zadeh bulanık küme yaklaşımında, klasik bir kümedeki gibi bir elemanı o kümenin

elmanı ya da elamanı değil şeklinde tanımlamak yerine, kümedeki her elemanı bir üyelik derecesiyle ifade etmektedir (Keleşoğlu ve Ülker, 2006: 3772). Klasik küme teorisinde, bir elemanın üyelik durumu 0 ya da 1 ile gösterilirken, bulanık küme teorisinde bu değer 0 ile 1 arasında sonsuz tane değerden herhangi birisi olabilir ve bu değer, o elemanın bulanık kümeye ait olma derecesini göstermektedir.

Bulanık kümeler teorisi, klasik küme anlayışının dayandığı bazı ilkelerin dışındaki ilkeler üzerine kurulmuştur. Klasik küme mantığında, bir eleman A kümesinin elemanı değilse, o eleman A kümesinin değillemesi olan \bar{A} kümesine ait olmak durumundadır. Bu durumu bir örnekle açıklayalım. Bir elma düşünelim, bu elma kırmızı değilse kırmızı elmalar kümesine ait değildir demektir. Fakat bulanık mantığa göre kırmızı olmayan elma, eğer tam olarak yeşil değilse belirli bir oranla kırmızı elmalar kümesine dâhil edilebilir. Bu durumda, en kırmızı elmanın üyelik değeri 1 olarak, en az kırmızı olan (yeşil) olan elmanın üyelik değeri ise 0 olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla, diğer bütün elmalarında kırmızı olma durumuna göre (“% 5, % 20, % 70,... oranında kırmızıdır”) nitelenmek mümkündür. Bu durumda klasik küme anlayışındaki bir eleman A kümesine ait değilse, A kümesinin değiline (\bar{A}) aittir anlayışının dışına çıkmış olur. Yine aynı örnek üzerinde düşünürsek, % 60 oranında kırmızı olan bir elma, kırmızı elmalar kümesine % 60 oranında ait olacakken aynı elma % 40 oranında A kümesinin değiline (\bar{A}) ait olacaktır. Bu durumda klasik küme anlayışında yer alan “bir eleman hem A kümesine hem de A kümesinin değiline (\bar{A}) ait olamaz” şeklinde bilinen çelişmezlik ilkesinin dışına çıkmış olur (Ural, 2004: 44).

Bulanık kümeler teorisi, insan düşünce sistemindeki belirsizlikle ilgilenir ve bu belirsizliği matematiksel olarak ifade etmeye çalışır (Türkbey, 2003: 64). Klasik kümelerin keskin ve net sınırlarının aksine, gerçek hayat bu kadar kesin ve net sınırlara sahip değildir. Bu nedenle, klasik küme kavramı bazı durumlarda gerçek hayattaki bu belirsizlikleri ifade etmede yetersiz kalabilmektedir. Klasik bir kümenin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

X boş olmayan bir küme ve $x \in X$ olsun. O halde;

$$x(X): E \rightarrow [0,1]$$

$$x = \begin{cases} 1 & \text{eğer, } x \in A \\ 0 & \text{eğer, } x \notin A \end{cases}$$

Yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı üzere, klasik bir kümede bir eleman bir kümenin elmanı ise o elmanın üyelik değeri 1, eğer kümenin elemanı değilse üyelik değeri 0 olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla, klasik bir kümede bir elamanın üyelik değeri sadece 1 ve 0 değerlerini alabilmektedir. Bulanık bir kümede ise üyelik değerleri 0 ile 1 arasında sonsuz tane değer alabilir. Bulanık bir kümenin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

X boş olmayan bir küme ve $x \in X$ olsun. O halde $\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu için $\mu_A(x)$, x elemanının üyelik derecesini göstermek üzere;

X 'de bir bulanık A kümesi;

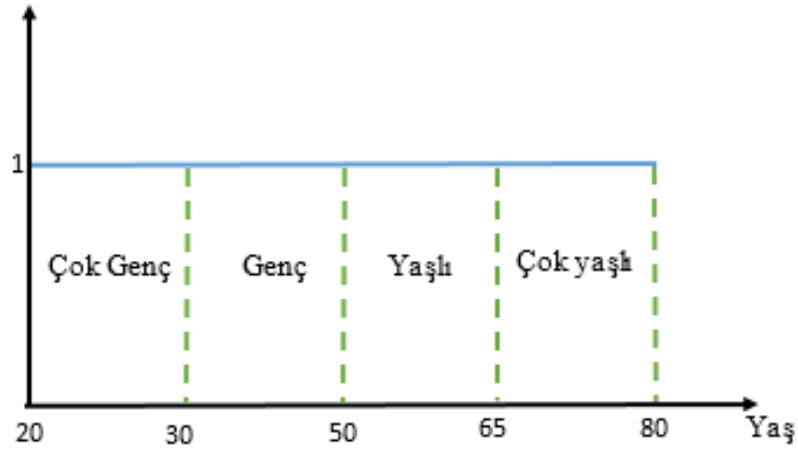
$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\} \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$

Bulanık küme ve klasik küme gösterimini bir örnek yardımıyla daha net açıklayalım. Örnek olarak yaşlılar kümesini ele alalım. Yaşlılık kavramı kişiden kişiye durumdan duruma göre değişen bir kavramdır. Örneğin, 45 yaşındaki bir insan 30 yaşındaki bir insana göre yaşlı kabul edilirken, 60 yaşındaki bir insana göre genç kabul edilmektedir. Ortalama insan hayatını 80 yıl olarak hesaba katarsak, yaşam süresini ve dilsel karşılıklarını aşağıdaki Tablo 2.2'deki gibi kabul edelim.

Tablo 2.2. Yaş Kategorileri ve Dilsel Karşılıkları

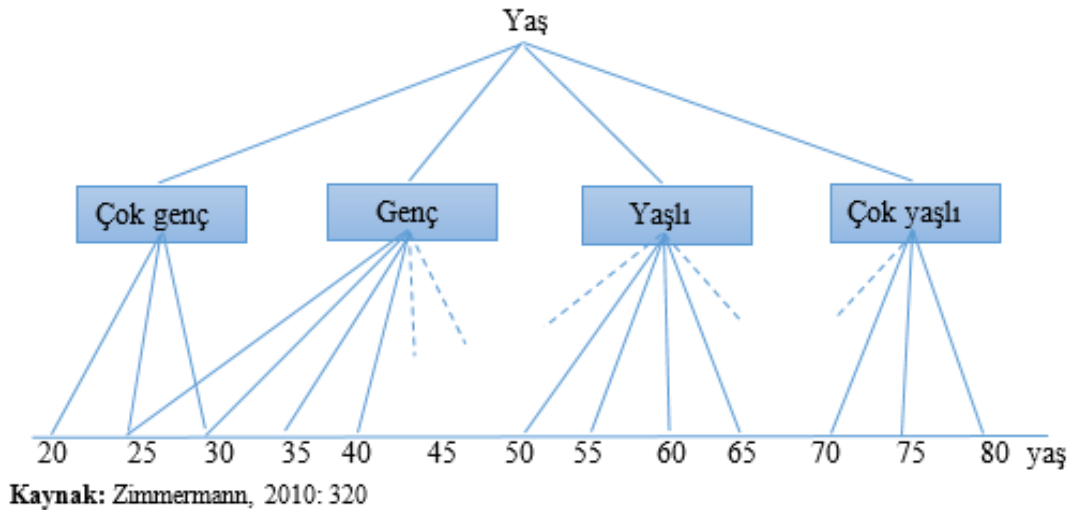
Yıl	Dilsel karşılık
20-30	Çok genç
30-50	Genç
50-65	Yaşlı
65-80	Çok yaşlı

Tablo 2.2'deki verilerin klasik küme anlayışı ile gösterimi şekil 2.2 'deki gibi olacaktır.



Şekil 2.2. Yaş Değişkeninin Klasik Küme Gösterimi

Şekil 2.2 incelendiğinde klasik bir küme anlayışına göre 49 yıl 11 ay yaşamış bir insan genç kabul edilirken, 50 yıl 1 ay yaşamış insan yaşlı kabul edilmektedir. Halbuki aralarında sadece 2 aylık bir süre mevcuttur. Klasik küme kavramındaki keskin sınırlamadan kaynaklanan bu durum eleştirileri de beraberinde getirmektedir. Bu noktadan hareketle Zadeh bulanık küme teorisini ortaya koymuştur. Bulanık küme kavramı, klasik küme kavramındaki keskin sınırlamalar yerine daha esnek bir geçişi ve sürekliliği savunmaktadır. Tablo 2.2.'deki yaş değişkeninin bulanık kümelerdeki gösterimi şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Yaş Değişkeninin Bulanık Küme Gösterimi

Şekil 2.3 incelendiğinde, bulanık küme kavramındaki esnek geçiş ve süreklilik görülmektedir. Klasik bir kümede elemanların üye olup olmama durumu ve kümelerin sınırları net bir şekilde belirli iken, bulanık kümede sınırlar birbiri içine geçmiş ve elemanların kümeye üyelik durumu üyelik dereceleri ile belirlenmektedir. Bulanık küme kavramını klasik küme kavramından ayıran bir diğer özellik ise, bulanık küme kavramının kümedeki elemanların kendi aralarındaki ilişkilerin tanımlanmasına olanak sağlamasıdır. Örneğin, klasik bir küme de “çok yaşlı” kümesini belirli bir yaş ile (65 ile 80) sınırlandırdığımızı varsayalım. Bu durumda 65 yaşında bir insan ile 80 yaşındaki bir insan aynı kümede yer alacaktır ve çok yaşlı olarak nitelendirilecektir. Fakat bu iki insan arasında 15 yıllık bir süre mevcuttur ve 80 yaşındaki bir insan 65 yaşındaki bir insana göre “daha yaşlı” durumdadır. Hâlbuki bulanık küme “daha yaşlı”, “daha güzel”, “daha genç” gibi kavramları birer kesirli sayı ile ifade edip bir doğruluk değeri vererek anlamlı hale getirmekte ve kümedeki elemanların arasındaki ilişkiyi nicel yolla ifade etmeye olanak sağlamaktadır (Ural, 2004: 47).

Bulanık bir kümede her eleman kümenin farklı derecelerdeki bir üyesidir. Kümedeki her bir eleman önem derecesine göre üyelik derecesine sahiptir. Bulanık bir kümede bir elemanın üyelik derecesi 1 ise, o eleman o kümenin bütün özelliklerini sağlıyor demektir. Eğer bir elemanın üyelik derecesi 0 ise, o eleman o kümenin hiçbir özelliğini sağlamıyor demektir. X bulanık bir A (\tilde{A}) kümesinin bir elemanı ise, x ' in \tilde{A} kümesine üyelik derecesi $\mu(x)$ şeklinde gösterilirken, x ' in \tilde{A} kümesine üye olmama (non- üyelik) derecesi ise $\vartheta(x)$ şeklinde gösterilir. Bulanık kümede bir eleman ve bu elemanın kümeye üyelik derecesi sıralı çift şeklinde gösterilir. $\tilde{A} = (x, \mu_{\tilde{A}}(x))$ biçimindeki her bir çifte, bulanık teklik denir. Bulanık teklikler $\mu_{\tilde{A}}(x) / X$ şeklinde de ifade edilebilirler (Özkan, 2003: 6-7).

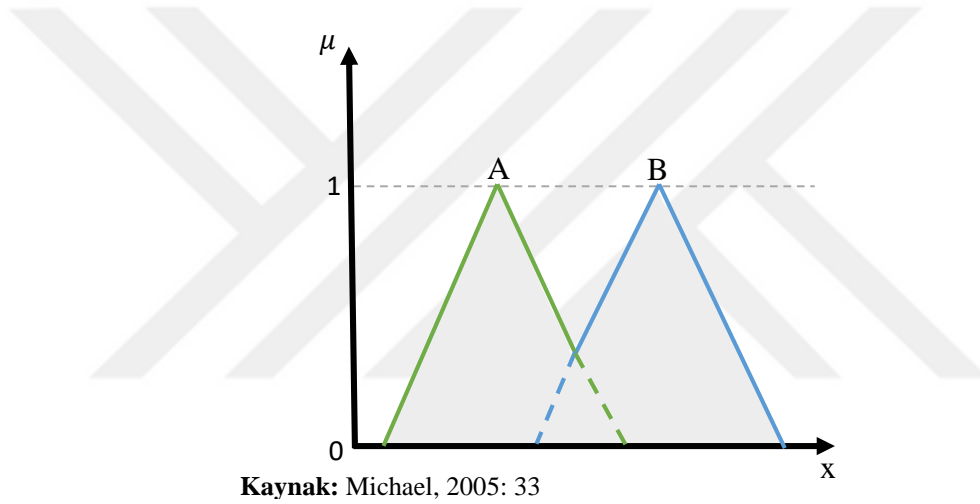
2.1.2. Bulanık Küme İşlemleri

Bulanık kümelerde de klasik kümelerde olduğu gibi birleşim, kesişim, gibi işlemler yapılır. Bulanık küme işlemleri klasik küme işlemlerinden farklı olarak üyelik fonksiyonu yardımıyla aşağıda belirtilen şekillerde tanımlanır (Zimmermann, 1987: 17).

2.1.2.1 Birleşim İşlemi

Klasik kümede A ve B gibi iki kümenin birleşimi o iki kümenin elemanlarının birleşiminden oluşmaktadır. Eğer bir eleman, aynı anda iki kümenin de elemanı ise bu eleman birleşim kümesine bir defa yazılır. Bulanık iki kümenin birleşiminde ise, bir eleman bulanık kümelerin sadece birinde bulunuyorsa o eleman üyelik derecesi ile olduğu gibi birleşim kümesine yazılır. Eğer bir eleman iki farklı kümede iki farklı üyelik derecesiyle bulunuyorsa, birleşim kümesine büyük olan üyelik derecesiyle yazılır. \tilde{A} ve \tilde{B} gibi iki kümenin birleşimi aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{A \cup B}(X) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) \quad (2.1)$$

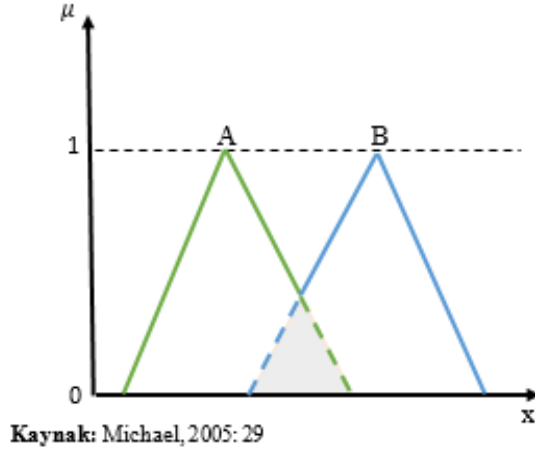


Şekil 2.4. A ve B Bulanık Kümelerinin Birleşimi

2.1.2.2 Kesişim İşlemi

Klasik küme işleminde A ve B gibi iki kümenin kesişimi, o iki kümenin ortak elemanlarından oluşmaktadır. Eğer bu iki kümenin ortak bir elemanı yoksa kesişim kümesi boş kümedir. İki bulanık kümenin kesişiminde ise, her iki kümede yer alan eleman en küçük üyelik derecesiyle kesişim kümesinde yer alır. \tilde{A} ve \tilde{B} gibi iki kümenin kesişimi aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{A \cap B}(X) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) \quad (2.2)$$

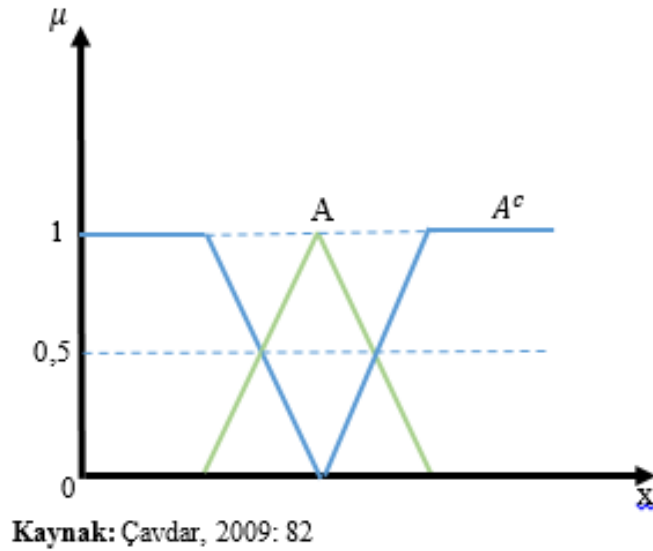


Şekil 2.5. A ve B Bulanık Kümelerinin Kesişimi

2.1.2.3. Bulanık Kümelerde Tümlenme İşlemi

Bir A kümesinin tümleneni “değilleme” işlemiyle bulunur. A kümesine ait bir x elemanın üyelik derecesi $\mu_A(x) = 0,3$ ise, bu eleman; $1 - 0,3 = 0,7$ dereceyle A kümesinin elemanı değildir. X evrensel kümesi içerisinde tanımlanmış bir \tilde{A} kümesinin tümleneni “A^c” için üyelik fonksiyonu aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (2.3)$$



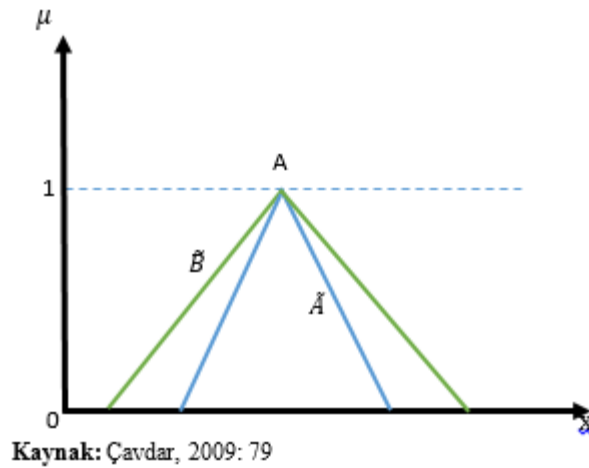
Şekil 2.6. Bulanık Küme ve Tümleneni

2.1.2.4. Bulanık Kümelerde Evrensel Küme ve Alt Küme

İncelenen herhangi bir olayla ilgili olarak, gerçekleşebilecek bütün sonuçların oluşturduğu küme, bize o olay için evrensel kümeyi verir. Bir bulanık kümede kümenin elemanları, üyelik dereceleri ile birlikte gösterildiği için, 1 değerinin (tam üyelik) altında kalan tüm bölge o bulanık küme için evrensel kümeyi ifade eder. Herhangi bir kümenin bu değer üzerinde tanımlanması mümkün değildir (Çavdar, 2009: 78).

\tilde{A} ve \tilde{B} , X evrensel kümesinde tanımlanmış iki bulanık küme olmak üzere, \tilde{A} kümesinin tüm elemanlarının, üyelik dereceleri \tilde{B} kümesinde yer alan elemanların üyelik derecelerine eşit veya daha küçük olacak şekilde, \tilde{A} kümesinin tüm elemanları \tilde{B} kümesinde de yer alıyorsa \tilde{A} kümesine \tilde{B} kümesinin alt kümesidir denir ve aşağıdaki şekilde gösterilir (Şen, 2003: 64)

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x), x \in X \Rightarrow \tilde{A} \subseteq \tilde{B} \quad (2.4)$$



Şekil 2.7. Bulanık Kümelerde Alt Küme

2.1.2.5. Bulanık Kümelerde Eşitlik

\tilde{A} ve \tilde{B} , X evrensel kümesinde tanımlanmış iki bulanık küme olmak üzere, \tilde{A} ve \tilde{B} kümelerinin tüm elemanları aynı ve bu elemanlarının üyelik dereceleri eşit ise, \tilde{A} ve \tilde{B} kümeleri birbirine eşit kümelerdir. Bu eşitlik aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x), x \in X \Rightarrow \tilde{A} = \tilde{B} \quad (2.5)$$

2.1.3. Bulanık Kümede Üyelik Fonksiyonları

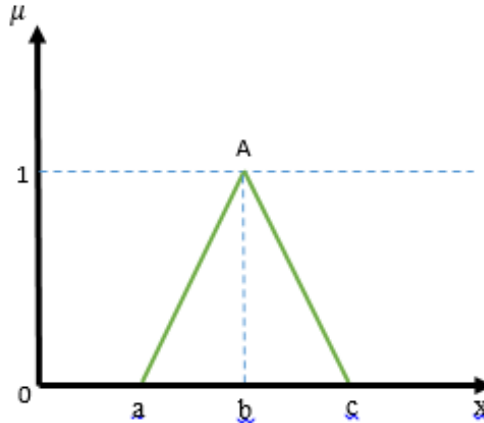
Daha öncede ifade edildiği gibi, bulanık küme kavramında kümeye ait elemanlar üyelik dereceleri ile ifade edilmektedir. Bulanık kümeye ait elemanların kümeye aitlik derecesini belirlemek amacıyla, bir üyelik fonksiyonu belirlenmektedir. Bu fonksiyon, kümeye ait her elemana $[0,1]$ kapalı aralığında bir değer atamaktadır.

Bir bulanık küme farklı üyelik fonksiyonları ile ifade edilebilmektedir. Ecer (2007) yaptığı çalışmada, bir karar verme problemi için, üçgen bulanık sayı veya yamuk bulanık sayı kullanmanın alternatiflerin sıralamasında herhangi bir değişikliğe yol açmadığını, bununla birlikte üçgen bulanık sayı kullanmanın işlem kolaylığı sağladığını ve işlem hızını artırdığını belirtmiştir. Literatürde birçok üyelik fonksiyonu bulunmakla birlikte yaygın olarak, üçgen, yamuk, gaussian, çan eğrisi ve sigmoidal üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu üyelik fonksiyonları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.1.3.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu üç parametre ile tanımlanmaktadır. Bir \tilde{A} kümesinin a , b , c parametreleri için tanımlanmış üçgen üyelik fonksiyonu denklemi aşağıdaki gibi tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004: 78).

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a, b, c) = \begin{cases} a \leq x \leq b \text{ ise } \frac{x-a}{b-a} \\ b \leq x \leq c \text{ ise } \frac{c-x}{c-b} \\ x > c \text{ veya } x < a \text{ ise } 0 \end{cases} \quad (2.6)$$



Kaynak: Erdoğan, 2018: 107

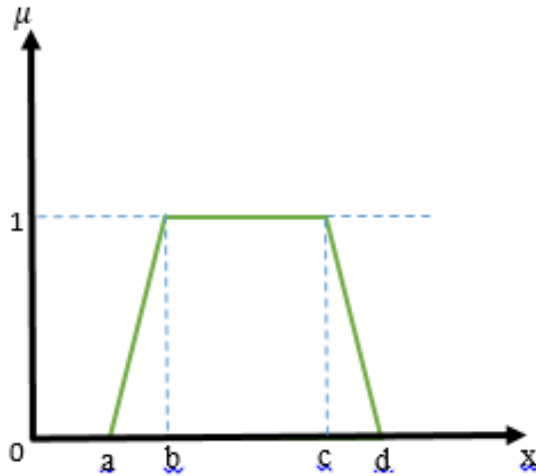
Şekil 2.8. Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.1.3.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu dört parametreyle tanımlanmaktadır. Bir \tilde{A} kümesinin a, b, c, d parametreleri için tanımlanmış yamuk üyelik fonksiyonu aşağıda şekilde tanımlanır (Çavdar, 2009: 74).

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} a \leq x < b \text{ ise } \frac{x-a}{b-a} \\ b \leq x < c \text{ ise } 1 \\ c \leq x < d \text{ ise } \frac{d-x}{d-c} \\ x \geq d \text{ veya } x < a \text{ ise } 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

Şekil 2.9 X evrensel kümesindeki $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ yamuk üyelik fonksiyonunu göstermektedir.



Kaynak: Erdoğan, 2018: 108

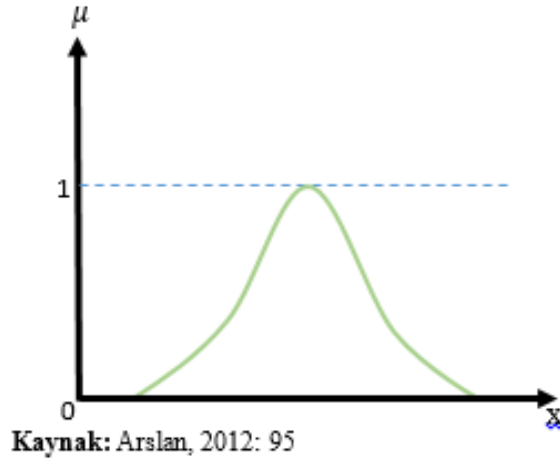
Şekil 2.9. Yamuk Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.1.3.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Gaussian üyelik fonksiyonu, “m” ve “σ” olmak üzere iki parametreyle tanımlanır. Bu parametrelerden “m” merkezi ve “σ” ise genişliği ifade etmektedir (Baykal ve Bayan, 2004: 79). Gaussian üyelik fonksiyonu denkleminin aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; m, \sigma) = e^{\left\{ \frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2} \right\}} \quad (2.8)$$

Gaussian üyelik fonksiyonunun grafiği aşağıda gösterilmiştir.



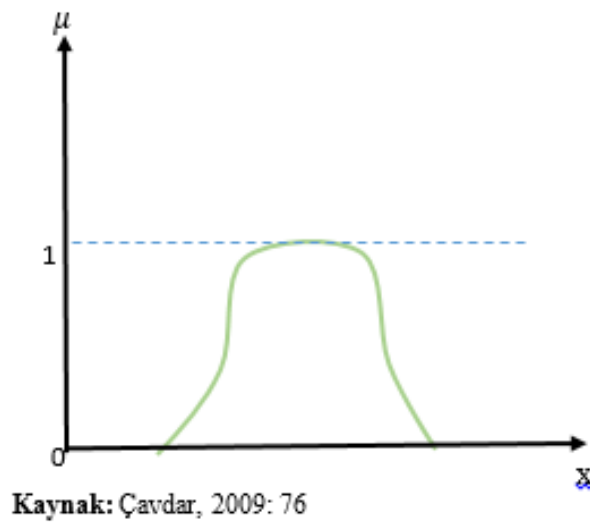
Şekil 2.10. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.1.3.4. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

Çan eğrisi üyelik fonksiyonu da tıpkı üçgen üyelik fonksiyonu gibi üç parametre ile tanımlanır (Baykal ve Bayan, 2004: 79). Çan eğrisi üyelik fonksiyonu denklemini aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^b} \quad (2.9)$$

Çan eğrisi üyelik fonksiyonunun grafiği aşağıda gösterilmiştir.



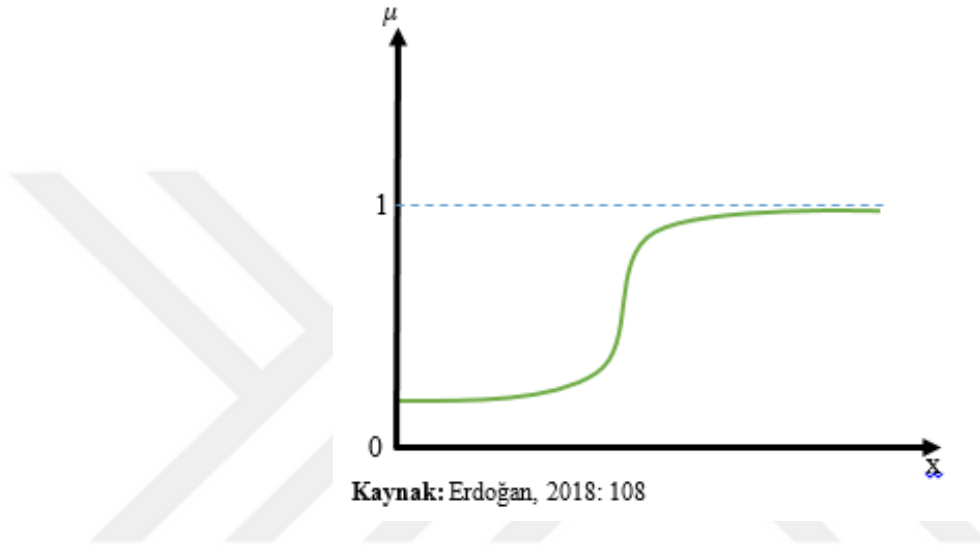
Şekil 2.11. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.1.3.5. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonu “a” ve “b” gibi iki farklı değişkenle tanımlanmaktadır. Sigmoidal üyelik fonksiyonu denklemini aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a, b) = \frac{1}{1 + e^{-(a)(x-b)}} \quad (2.10)$$

Sigmoidal üyelik fonksiyonunun grafiği aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.2. SEZGİSEL BULANIK KÜME

Bulanık bir A kümesinde, bir elemanın kümeye ait olma derecesi μ_A ile gösterilirken, ait olmama derecesi ise $1 - \mu_A$ ile gösterilir. Dolayısıyla, bulanık bir kümede bir elemanın ait olma ve ait olmama derecelerinin toplamı 1'e eşittir. Bir elemanın bir kümeye ait olma veya olmama durumu, her zaman bu kadar net değildir. Bazen bir elemanın bir kümeye üyelik durumu belirsiz içerebilmektedir. Bu noktadan hareketle Atanassov (1986) bu belirsizlikleri de ifade edebilmek için, Zadeh 'in bulanık küme kavramının genelleştirilmiş hali olan sezgisel bulanık küme kavramını ortaya koymuştur.

Atanassov bazı durumlarda bulanık kümedeki gibi bir elemanın bir kümeye ait olma ya da olmama derecesinin dışında belirsiz durumlarında olabileceğini ifade ederek, bulanık kümeye tereddüt durumunu ifade eden π_A ifadesini eklemiştir. Bir sezgisel bulanık küme aşağıdaki gibi gösterilir.

X boş olmayan bir küme ve $x \in X$ olsun. O halde $\mu_S(x) : X \rightarrow [0,1]$ ve $\vartheta_S : X \rightarrow [0,1]$ iki fonksiyon için;

$S = \{(x, \mu_S(x), \vartheta_S(x)) : x \in X\}$ kümesine sezgisel bulanık küme denir. Burada, $\mu_S(x)$, x elemanının S kümesine ait olma derecesini ifade ederken, $\vartheta_S(x)$ 'de x elemanının S kümesine ait olmama derecesini ifade etmektedir. Bir sezgisel bulanık kümede tereddüt durumu;

$$\pi_S(x) = 1 - (\mu_S(x) + \vartheta_S(x)) \quad (2.11)$$

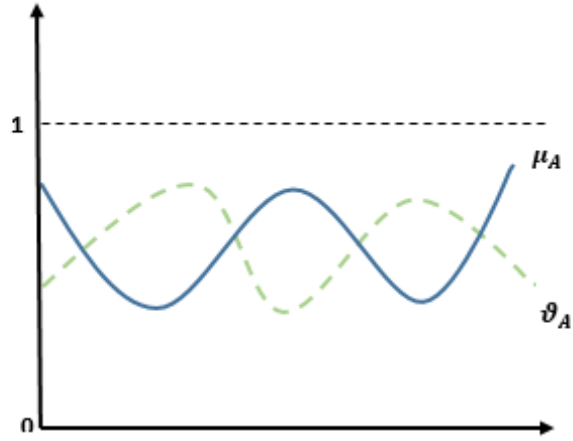
şeklinde tanımlanır. Dolayısıyla; $0 \leq \mu_S(x) + \vartheta_S(x) \leq 1$ eşitliği vardır.

Atanassov, bulanık kümeye üçüncü bir parametre olarak tereddüt ($\pi_S(x)$) derecesi tanımlamıştır. Tereddüt derecesi, bilgi eksikliği veya kişisel hataları en aza indirmek için bulanık küme denkleminde eklenmiştir. Bu durumda, tereddüt derecesi ile sezgisel bulanık mantık S kümesinin matematiksel ifadesi;

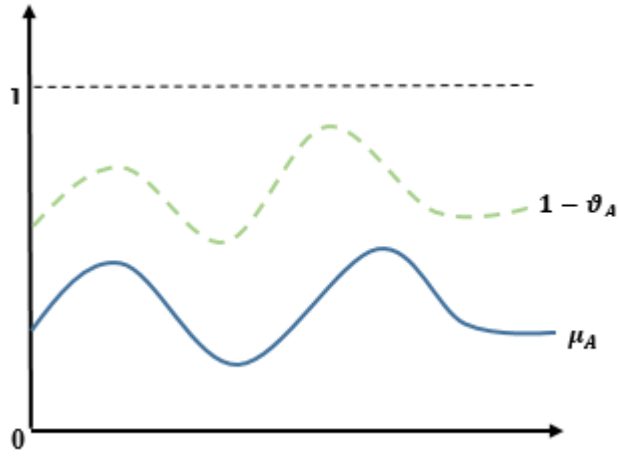
$$S = \{(x, \mu_S(x), \vartheta_S(x), \pi_S(x)) | x \in X\}$$

şeklinde tanımlanır. Bu eşitlikten anlaşılacağı üzere her bulanık mantık kümesi, sezgisel bulanık mantık kümesinin bir özel durumudur.

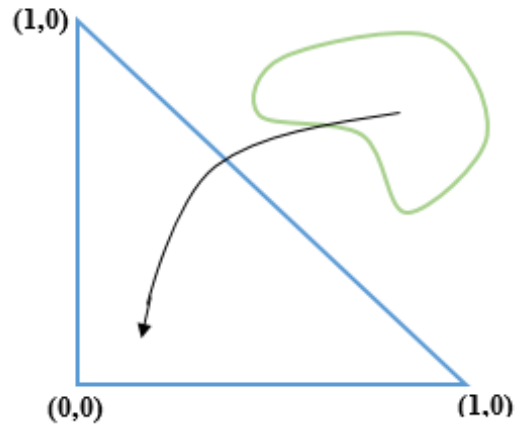
Tereddüt derecesi, bir x elemanının S kümesine ait olup olmasındaki belirsizlik düzeyini ifade etmektedir. Tereddüt derecesi ne kadar büyük ise, o elemanın o kümeye ait olma durumu o derece belirsizdir. Tereddüt derecesi ne kadar küçük ise, o elemanın o kümeye ait olma durumu göreceli olarak o kadar belirgindir. Sezgisel bulanık kümeler farklı geometrik gösterimlere sahiptir (Atanassov, 1995: 3-5). Aşağıda bu farklı gösterimler sunulmuştur.



Şekil 2.13. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi



Şekil 2.14. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi



Şekil 2.15. Sezgisel Bulanık Küme Geometrik Gösterimi

2.2.1. Sezgisel Bulanık Kümede İşlemler

Tanım: X boş olmayan bir küme, A ve B sezgisel bulanık kümeler olmak üzere;

$$A = \{(x, \mu_A(x), \vartheta_A(x)) \mid x \in X\},$$

$$B = \{(x, \mu_B(x), \vartheta_B(x)) \mid x \in X\}$$

$$0 \leq \mu_A(x) + \vartheta_A(x) \leq 1$$

$$0 \leq \mu_B(x) + \vartheta_B(x) \leq 1$$

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1], \quad \vartheta_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

$$\mu_B(x): X \rightarrow [0,1], \quad \vartheta_B(x): X \rightarrow [0,1]$$

olacak şekilde verilsin. Bu durumda, A ve B sezgisel bulanık kümeleri arasındaki cebirsel işlemler aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir (Atanassov, 1999: 24).

$$A = B \text{ ise } (\mu_A(x) = \mu_B(x) \ \& \ \vartheta_A(x) = \vartheta_B(x)), \forall x \in X$$

$$\bar{A} = \{(x, \vartheta_A(x), \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

$$A \cap B = \{(x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(\vartheta_A(x), \vartheta_B(x))) \mid x \in X\}$$

$$A \cup B = \{(x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \min(\vartheta_A(x), \vartheta_B(x))) \mid x \in X\}$$

$$A + B = \{(x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \times \mu_B(x), \vartheta_A(x) \times \vartheta_B(x)) \mid x \in X\}$$

$$A \times B = \{(x, \mu_A(x) \times \mu_B(x), \vartheta_A(x) + \vartheta_B - \vartheta_A(x) \times \vartheta_B(x)) \mid x \in X\}$$

$$k \times A = (1 - (1 - \mu_A(x))^k, (\vartheta_A(x))^k)$$

$$A^n = ((\mu_A(x))^n, 1 - (1 - \vartheta_A(x))^n)$$

2.2.2. Sezgisel Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri

Birleştirme operatörü, bir sayı kümesini tek bir temsilciye veya anlamlı bir sayıya indirgeyen bir fonksiyon olarak tanımlanabilir. Birleştirme operatörü, bileşenleri belirli bir kümeden alınan “n” boyutlu bir vektörü, bu kümeden bir elemana götürerek, birçok kaynaktan alınan bilgi parçalarının aynı anda kullanılmasını sağlamış olur (Damgacı, 2016: 38).

Xu (2007), sezgisel bulanık değerleri bir araya getirmek için, sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama (IFWA), sezgisel bulanık ağırlıklı geometrik ortalama (IFWG) ve sezgisel bulanık hibrit ortalama (IFHG) olmak üzere 3 farklı operatör geliştirmiştir. Bu operatörlerden sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama (IFWA) ve sezgisel bulanık geometrik ortalama (IFWG) operatörleri aşağıda gösterilmiştir.

Tanım: $\alpha_j = (\mu_{a_j}, \vartheta_{a_j})$, $j = 1, 2, \dots, n$ sezgisel bulanık sayı ve

$$\mu_{a_j} \in [0,1], \quad \vartheta_{a_j} \in [0,1],$$

$$0 \leq \mu_{a_j} + \vartheta_{a_j} \leq 1,$$

$$w_j \in [0,1] \text{ ve } \sum_{j=1}^n w_j = 1,$$

olmak üzere, sezgisel bulanık sayılara ilişkin sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama operatörü (IFWA) aşağıda belirtilen eşitlik ile tanımlanır.

$$IFWA = \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_{a_j}(x_j))^{w_j}, \quad \prod_{j=1}^n (\vartheta_{a_j}(x_j))^{w_j} \right) \quad (2.12)$$

Tanım: $\alpha_j = (\mu_{a_j}, \vartheta_{a_j})$, $j = 1, 2, \dots, n$ sezgisel bulanık sayı ve

$$\mu_{a_j} \in [0,1], \quad \vartheta_{a_j} \in [0,1],$$

$$0 \leq \mu_{a_j} + \vartheta_{a_j} \leq 1,$$

$$w_j \in [0,1] \text{ ve } \sum_{j=1}^n w_j = 1,$$

olmak üzere, sezgisel bulanık sayılara ilişkin sezgisel bulanık ağırlıklı geometrik operatörü (IFWG), aşağıda belirtilen eşitlik ile tanımlanır.

$$IFWG = \left(\prod_{j=1}^n (\mu_{a_j}(x_j))^{w_j}, \quad 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \vartheta_{a_j}(x_j))^{w_j} \right) \quad (2.13)$$

2.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

İnsanlar çocukluktan başlayarak hayatlarının son evresine kadar farkında olarak ya da olmayarak, birçok karar verme durumuyla karşı karşıya kalırlar. Bu kararları verirken de en doğru kararı vermeye çalışırlar. Karar verme, insan hayatının bir parçası haline gelmiş basit ya da karmaşık problemlerin çözümü için, karşı karşıya kalınan bir süreç olarak ifade edilebilir (Ünal, 2011: 6). Bir başka ifadeyle, karar verme belirlenen amaca ulaşmak için alternatifler içerisinde birisinin seçilmesi olarak tanımlanabilir (Can: 2018: 1).

Karar verme, bazı durumlarda tek bir kriter göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen basit bir süreç olabileceği gibi, bazı durumlarda ise birçok kriterin bir arada değerlendirildiği karmaşık bir süreç olabilmektedir. Örneğin, bir elbise alırken tek kriter olarak elbisenin rengini belirleyip ona göre karar verirken, bir araba alma sürecinde arabanın fiyatı, donanımı, kalitesi, ikinci eldeki satış durumu gibi birçok kriter göz önünde bulundurularak karar verilmektedir.

Bireyler çoğu zaman rutin kararlar vermek durumunda kalabilir ve bu süreçte sezgisel veya duygusal yaklaşımlar benimseyebilirler. Fakat bazı karar verme durumları içerisinde çok karmaşık süreçler barındırabilmektedir. Bu tür durumlarda, birden fazla ve birbirleriyle çelişen amaçları göz önünde bulundurmamak gerekebilir. Böyle karmaşık karar verme süreçlerinde, duygusal yaklaşımların yerini bilimsel yaklaşımların alması bir zorunluluk haline gelmektedir.

Karar verme sadece bireyler için değil, aynı zamanda işletmeler içinde söz konusu olan bir durumdur. Örneğin, yeni bir üretim tesisi yapmayı planlayan bir işletme, bunun için maliyet, yer, pazar, finansman kaynağı gibi birçok kriteri göz önünde bulundurarak karar vermelidir.

Günümüzün hızla değişen çalışma şartları, kişileri ve kurumları sürekli doğru kararlar vermeye zorlamaktadır. Böyle bir ortamda doğru kararlar vererek ayakta kalabilmek, rakiplere karşı rekabet avantajı elde etmek ve bunu sürdürülebilir hale getirmek için, sağlıklı karar vermek son derece önemli hale gelmektedir (Çınar, 2004:13). Bu amaçla doğru ve sağlıklı karar vermek için, çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanmak son derece önemlidir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV), hem orantılı olmayan hem de birbirleriyle çelişen kriterler ile ifade edilen durumlarda, kişilerin ya da

işletmelerin amaçlarına uygun seçimler yapmalarına yardımcı olmak için tasarlanmış bir yaklaşım olarak ifade edilebilir. (Bogetoft ve Pruzan 1991: 11).

ÇKKV problemleri, birçok kriterin optimize edildiği, olası çözüm kümeleri içerisinde en iyi alternatifin seçilmesi olarak ifade edilebilir. ÇKKV, çok sayıda kriteri dikkate alarak alternatifleri avantaj ve dezavantajları yönünden değerlendiren ve bu alternatifler içerisinde en uygun olanı belirlemeye çalışan bir süreç olarak tanımlanabilir (Hsieh, Lu ve Tzeng, 2004: 574). ÇKKV problemlerinde asıl amaç, bütün kriterler açısından en üst düzeyde memnuniyet sağlayan alternatifin tespit edilmesidir (Chatterjee ve Chakraborty, 2012: 385).

ÇKKV yöntemleri, klasik karar verme yöntemlerinden farklı olarak sadece nicel verileri değil, aynı zamanda nitel verileri de göz önünde bulunduran karmaşık, belirsiz ve birbiriyle çelişen amaçlara kolay uygulanabilen, optimum kararların verilmesine olanak sağlayan yöntemlerdir. ÇKKV yöntemlerinin temel yaklaşımı, çeşitli nitelik veya kriterleri kullanarak alternatifleri karşılaştırmaktır (Alkan, 2020: 24). Bu karşılaştırmayı yaparken belirlenen kriterleri önem düzeylerine göre ağırlıklandırmak gerekmektedir. ÇKKV yöntemlerinde her bir kriter aynı önem düzeyine sahip olabileceği gibi, farklı önem düzeylerine dolayısıyla da farklı ağırlıklara sahip olabilmektedir. ÇKKV yöntemleri ile karar verme süreci aşağıdaki belirtilen aşamalardan oluşmaktadır (Zardari, Ahmed, Shirazi ve Yusop, 2015: 8).

- Problemin tespit edilmesi
- Problem için önemli gelişmelerin belirlenmesi
- Çalışmanın amaç ve hedeflerinin belirlenmesi
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Çalışmanın amacına göre kriterlerin belirlenmesi
- Uygulanacak çok kriterli karar verme yöntemine karar verilmesi
- Belirlenen çok kriterli karar verme yönteminin uygulanması

ÇKKV problemleri seçim, sıralama ve sınıflama olmak üzere üç temel başlık altında incelenebilir.

Seçim Problemleri: Seçim problemlerinde amaç, alternatifler kümesinin içerisinde en iyi olan alternatifin seçilmesidir. Örneğin, bir işletmenin yatırım yapmayı düşündüğü ülkeler arasından birini seçmesi bu tür problemlere örnek olarak gösterilebilir.

Sınıflama Problemleri: Sınıflama problemlerinde amaç, alternatiflerin belirli kriterler veya tercihler doğrultusunda sınıflandırılmasıdır. Buradaki amaç benzer özellikler gösteren alternatiflerin aynı çatı altında toplamasıdır.

Sıralama Problemleri: Sıralama problemlerinde amaç alternatiflerin en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru ölçülebilir veya tanımlanabilir şekilde sıralanmasıdır.

ÇKKV yöntemleri, proje değerlendirmeden kuruluş yeri seçimine, ürün veya hizmet seçiminden, finansal performans değerlendirmeye çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Günümüzde ÇKKV problemlerinin çözümünde birçok yöntem kullanılmaktadır. Uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılan ÇKKV yöntemlerinden bazıları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- AHP (Analytic Hierarchy Process)
- ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality)
- PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
- VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje)

2.3.1. AHP Yöntemi

1968 yılında Myers ve Albert tarafından ortaya konan AHP yöntemi, daha sonra Saaty tarafından geliştirilerek ÇKKV problemlerinde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaraloğlu, 2010: 42). AHP yöntemi, birden çok seçenek arasından seçim yapmaya yardımcı olan, rasyonel ve irrasyonel tercihleri karar verme sürecine dahil edebilmeye olanak sağlayan, birden çok karar vericinin yer aldığı çok kriterli karar verme problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV yöntemidir (Harker ve Vargas, 1987:1383).

AHP, karşılaştırma ilkesini temel alarak belirlenen seçenek ve kriterler arasında hangisinin bir diğerine göre daha önemli, tercih edilir veya baskın olduğunu belirlemeye yarayan, karar verici gruplara ve bireylere nitel ve nicel faktörleri karar verme sürecinde kolaylıkla birleştirme imkânı veren, karar vericilerin sezgi ve tecrübelerinin karar verme

sürecinde kullanılabilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir (Power, 2003:1). AHP yönteminin uygulama aşamaları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

1. Adım: AHP' de ilk adım, karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve bu kriterlere ilişkin alt kriterlerin belirlenip hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. (Saaty ve Wind, 1980: 642-644).

2. Adım: AHP'nin ikinci temel adımı, ikili karşılaştırma matrisini oluşturmaktır. İkili karşılaştırma yapılırken Tablo 2.3'de gösterilen önem dereceleri tablosu kullanılır (Saaty ve Kearns:1985: 27).

Tablo 2.3. İkili Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki kriter aynı öneme sahiptir
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriter diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriter diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara değerleri temsil etmektedir.	İki kriter arasında yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.

3. Adım: Bu adımda, ikinci adımda oluşturulan karşılaştırma matrisi normalleştirilir ve öncelik vektörü hesaplanır. Normalleştirme işlemi, her sütün içinde yer alan değerlerin sütün toplamına bölünmesi anlamına gelir. Elde edilen yeni değerler ile normalize matrisi oluşturulur. Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünüp ortalaması alınarak, her bir ölçüt için önem ağırlıkları hesaplanır. Hesaplanan bu ağırlıklar öncelik vektörü olarak adlandırılmaktadır. Öncelikler vektörü toplamı 1'e eşittir (Özdemir, 2019: 70).

4. Adım: Dördüncü adım matrisin tutarlılığını ölçmektir. Matrislerin tutarlı olması, AHP uygulamasının geçerli olup olmayacağını belirler. Matrisin tutarlılık endeksi (Consistency Index-CI) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.1)$$

Eşitlikte yer alan λ_{max} değeri, ağırlık vektörünün ilgili görece önem değerine bölünmesi ile elde edilir. Tutarlılık endeksi hesaplandıktan sonra eşitlik (3.2) kullanılarak tutarlılık oranı (CR) hesaplanır (Saaty ve Kearns:1985: 34).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.2)$$

RI rassalık göstergesi anlamına gelir ve alternatif sayısına ya da karşılaştırma yapılan ölçüte göre değerler almaktadır. 1-15 boyutundaki matrisler için geliştirilen rassalık göstergeleri Tablo 2.4'de gösterilmiştir (Saaty ve Tran, 2007: 966).

Tablo 2.4. Rassal Tutarlılık Göstergeleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

CR yaklaşık % 10 veya daha az olmalıdır. Bazı durumlarda % 20'ye kadar olması kabul edilebilir ancak daha fazlası kabul edilemez. Eğer CR bu aralıkta değilse, karar vericiler sorunu incelemeli ve kararlarını gözden geçirmelidir (Saaty ve Kearns: 1985: 34).

2.3.2. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE yöntemi, kriterler için alternatifler arasında ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanan bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntemde karar vericiler çok sayıda kriteri karar verme sürecine dahil edebilmekte, belirlenen kriterleri önem düzeylerine göre ağırlıklandırabilmekte ve bu sayede alternatifler içerisinde en uygun olanını seçebilmektedir. 1966 yılında Beneyoun tarafından ortaya konulan ELECTRE yönteminin temel mantığı, her bir kriter için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük ilişkisi kurulmasıdır (Atıcı ve Ulucan, 2009)

ELECTRE yönteminin geliştirilmesi için yapılan çalışmalar neticesinde altı farklı ELECTRE yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu altı farklı yöntem arasında küçük farklılıklar mevcut olmasına rağmen, esas itibarıyla hepsinde belirlenen alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılması ve bu alternatifler arasından en iyi olanının belirlenmesi

bulunmaktadır. Yapılan bu işlem sıralama işlemi olarak ifade edilir. Sıralama işlemi süresince tüm seçenekler birbirleri ile karşılaştırılır ve bu karşılaştırma sonucunda seçenekler birbirlerine üstünlük sağlamış veya bir seçenek diğerine tercih edilmiş olur (Yürekli, 2008: 40).

İki kriterden daha fazlasına sahip ÇKKV problemlerinde ve aşağıda belirtilen koşullardan en az biri sağlandığı durumlarda, problemin çözümü için ELECTRE yönteminin kullanılması uygundur (Ishizaka ve Nemery, 2013, 181):

- Kriterlerin performansları süre, ağırlık, renk gibi farklı birimlerde ifade edildiğinde ve karar vericinin bu farklı birimleri zor ve karmaşık olan ortak bir ölçekte tanımlamaktan kaçındığı durumlarda,
- Küçük farklılıklar önemsiz olmakla birlikte küçük farkların toplamının belirleyici olduğu ilgisizlik ve tercih eşik değerinin kullanımının gerekli olduğu durumlarda,
- Farklılıkların karşılaştırılmasının zor olduğu aralık ölçeklerinde veya alternatiflerin belirli bir ölçekte sıralamasının yapıldığı durumlarda ELECTRE yöntemi kullanılabilir.

ELECTRE yönteminin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özden, 2009: 75).

- Nitel ve nicel veriler kullanılabilir.
- Alternatiflerin kesin bir sıralamasını vermeyebilir.
- Veri kalitesi ve güvenilirliği arttıkça daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.
- Diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha az ayrıntılı veriye gereksinim duymaktadır.
- Alternatiflerin ve kriterlerin sayısı arttıkça hesaplamalar daha karmaşık hale gelmekte ve daha fazla zaman almaktadır.
- Yöntem yalnızca üstün alternatiflerin merkezini üretmektedir.

ELECTRE yönteminin uygulama adımları aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Şahin, 2018:158-162):

- Karar matrisinin oluşturulması
- Standart karar matrisinin oluşturulması
- Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması

- Uyum ve uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi
- Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulması
- Uyum ve uyumsuzluk eşik değerlerinin belirlenmesi
- Karar noktalarının birbirlerine göre üstünlüklerinin belirlenmesi

2.3.3. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilen bir ÇKKV yöntemidir. VIKOR yöntemi, çok sayıda kriterin beraber değerlendirilerek ideal çözüm kümesine en yakın çözümlerin üretilmesine, birçok alternatif içerisinde en iyi alternatifin seçilmesine veya bu alternatiflerin belirlenen kriterlere göre sıralanmasına imkân sağlayan bir ÇKKV yöntemidir (Özden, 2012: 457).

VIKOR yönteminin uygulandığı problemlerde aşağıda belirtilen özellikler bulunur (Opricovic ve Tzeng, 2007: 517):

- Problemin çözümü için olası fikir ayrılıklarında uzlaşma kabul edilebilir olmalıdır.
- Problemin çözümü için karar vericinin ideal çözüm kümesine en yakın çözümü kabul etmeye istekli olması gereklidir.
- Karar verici için, her bir kriter ile fayda fonksiyonu arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır.
- Kriterlerin birbirleriyle çelişen nitelikte ve karşılaştırılmayan birimlerle ölçülüyor olması gerekmektedir.
- Alternatifler, belirlenen bütün kriterler açısından değerlendirmeye tabi tutulmalıdır.
- Kriterlerin karar vericinin tercihleri doğrultusunda ağırlıklandırabilmesi gerekir.
- VIKOR yöntemi, özellikle karar verme sürecinin başında karar vericinin tecrübeli olmadığı veya kişisel tercihini yansıtmayı beceremediği durumlarda etkili bir yöntemdir.

Tüm ÇKKV problemlerinde olduğu gibi VIKOR yönteminde de karar verme süreci problemin tanımlanmasıyla başlar. VIKOR yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özden, 2012: 458-462):

- Problemin Tespit Edilmesi
- Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi
- Karar Matrisinin Oluşturulması
- Her Bir Kriter İçin En İyi ve En Kötü Değerlerin Belirlenmesi
- Karar Matrisinin Normalleştirilmesi
- Kriterlerin Ağırlıklandırılması
- Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması
- Ortalama Grup Faydası (S_i) ve En Büyük Pişmanlık (R_i) Değerlerinin Hesaplanması
- Q_i $i=(1,2,\dots,m)$ Değerlerinin Hesaplanması
- Alternatiflerin Sıralanması ve Koşulların Sağlanıp Sağlanmadığının Denetlenmesi

2.3.4. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi belirlenen alternatifleri, seçilen kriterler yoluyla tercih fonksiyonları vasıtasıyla değerlendiren ve ikili karşılaştırma yöntemiyle alternatiflerin kısmi ve tam önceliklerini belirleyen bir ÇKKV yöntemidir (Genç, 2013: 133).

PROMETHEE yöntemi, 1982 yılında Brans tarafından kısmi sıralama yapan PROMETHEE I ve tam sıralama yapan PROMETHEE II olmak üzere iki farklı yöntem olarak tanıtılmıştır. Daha sonra Brans ve Mareschal tarafından aralıklı sıralama yapan PROMETHEE III, devamlı sıralama yapan PROMETHEE IV, parçalara ayrılmış kısıtları içeren çok ölçütlü karar verme yöntemi olan PROMETHEE V ve insan beynini simgeleyen PROMETHEE VI yöntemleri geliştirilmiştir (Dağ ve Yıldırım, 2018: 177).

PROMETHEE yönteminin uygulama sürecinde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar şunlardır (Keyser ve Peeters, 1996):

- Karar verici tarafından, bütün kriterler göz önüne alınarak, ikili kıyaslama ile öncelik belirlenmelidir.
- Karar verici, kriterlere verdiği önemi, oransal bir değer ile ölçek üstünde belirtmelidir.
- Karar verici tarafından kriterler için belirlenen ağırlıklar kriterler, arasındaki ödünleşimi ifade eder

- Kriterler arasındaki farklılıklar uyumsuzluğa yol açmamalıdır.
- Kriterlere verilen değerlerin, birbiri arasındaki farkı mantıklı ve anlamlı olmalıdır.
- Karar verici herhangi bir ekleme veya çıkarma durumunda, problemin çözümünde ve nihai sonucunda nasıl bir etkisi olacağını tam olarak farkında olmalıdır.

PROMETHEE yönteminin temel özellikleri basit, pratik, anlaşılabilir ve dengeli olmasıdır (Genç, 2013:135). Ayrıca yöntemde sıralama oluşturulurken, alternatiflerin karşılaştırılmasında farklı fonksiyon tiplerinden faydalanılması yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı kılan bir unsurdur (Özdağoğlu, 2013: 307). Yöntemde tercih fonksiyonunun kullanımı, alternatiflerin kriter bazında ikili karşılaştırmasında karar vericiye kolaylık sağlamaktadır. Karar verici, alternatifleri kriter bazında ikili olarak karşılaştırırken, Brans tarafından tanımlanmış 6 tercih fonksiyonundan bir tanesi kullanılmaktadır.

PROMETHEE yönteminin uygulanma aşamasında iki adet bilgiye ihtiyaç vardır (Brans ve Vincke, 1985: 649-650). Bunlar;

- Kriterlerin ağırlıklarını verecek olan göreceli önem bilgisi,
- Her kriter için alternatifler karşılaştırılırken kullanılan tercih fonksiyonu bilgisidir.

Promethee yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008: 70-72).

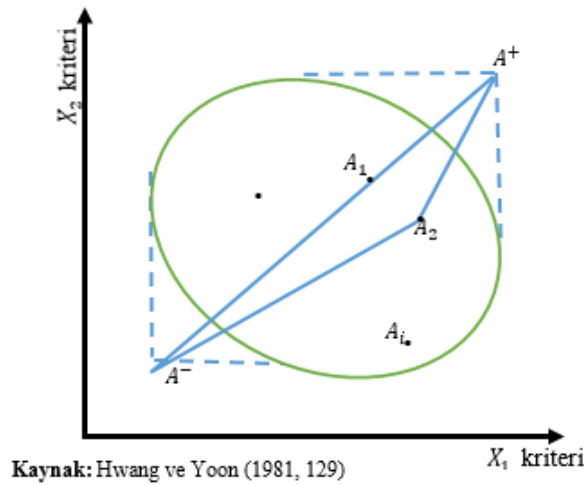
- Karar verici tarafından kriterler, değerlendirme faktörleri ve ağırlıklar belirlenerek veri matrisi oluşturulur.
- Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler için tercih fonksiyonları belirlenir.
- Alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir.
- Her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir.
- Alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlük değerleri belirlenir.
- Promethee 1 ile alternatiflerin kısmi sıralaması belirlenir.
- Promethee 2 ile alternatiflerin nihai sıralaması belirlenir.

2.3.5. TOPSIS Yöntemi

Yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisi olan TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yöntemi, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüm kümesine en yakın, negatif ideal çözüm kümesine ise en uzak mesafede olması temeline dayanmaktadır (Opricovic ve Tzeng 2007:448). TOPSIS yönteminde alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözüm kümelerine olan görece uzaklıkları Öklid uzaklığı yardımıyla hesaplanır. Elde edilen bu görelî uzaklıklar yardımıyla alternatiflerin sıralaması yapılabilmektedir (Alptekin, 2019: 103).

TOPSIS yönteminde pozitif ideal çözüm fayda kriterini maksimize ederken maliyet kriterini minimize eder, negatif ideal çözüm ise maliyet kriterini maksimize ederken fayda kriterini minimize eder (Behzadian, Otaghsara, Yazdani ve Ignatus, 2012: 13052). Genel itibariyle, pozitif ideal çözüme en yakın çözüm ile negatif ideal çözüme en uzak çözüm aynı olarak kabul edilir. Fakat bazen bu iki çözümün aynı olmadığı durumlar da söz konusu olabilmektedir.

Şekil 2.16 incelendiğinde A_1 ve A_2 gibi iki alternatif göz önüne alındığında, A_1 alternatifi pozitif ideal çözüm olan A^+ 'ya en yakın nokta iken A_2 alternatifi de negatif ideal çözüm olan A^- 'den en uzak noktadır. Böyle bir durumda sadece pozitif ideal çözüme olan uzaklığa bakarak en iyi alternatifin hangisi olduğuna karar vermek zordur. Bu tür durumlarda yaşanan karar verme zorluğunu ortadan kaldırmak için TOPSIS yöntemi pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları aynı anda değerlendirmektedir (Alptekin, 2019: 104).



Şekil 2.16. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklıklar

TOPSIS yöntemi, basit ve anlaşılır olması, kriterlerinin ağırlıklandırılmasına imkân vermesi, uygulama kolaylığı gibi avantajları nedeniyle literatürde en yaygın kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisidir. TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır (Opricovic ve Tzeng 2004: 448-449).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

TOPSIS yönteminin ilk adımı karar matrisinin (D) oluşturulmasıdır. Karar matrisinin satırlarında alternatifler yer alırken, sütunlarında ise karar verme sürecinde kullanılacak olan kriterlere yer verilir. Karar verici tarafından oluşturulan $m \times n$ boyutlu karar matrisi (D) aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$D_{mn} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Adım: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda normalleştirilmiş karar matrisini (N_{mn}) oluşturmak için, ilk olarak karar matrisinin her sütunundaki her bir değer karesi alınarak toplanır. Daha sonra, her sütundaki ilgili değer elde edilen bu toplamın kareköküne bölünerek normalleştirilmiş karar matrisinin satır ve sütun değerleri elde edilmiş olunur. Normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulurken aşağıdaki eşitlikten yararlanılır.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij})^2}} \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n) \quad (3.4)$$

$$N_{mn} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix}$$

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda, ilk olarak alternatifleri değerlendirmede kullanılacak kriterlerin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir, daha sonra normalize karar matrisinin her bir sütunundaki değerler w_i değeri ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V_{mn}) nin değerleri elde edilmiş olur.

$$V_{mn} = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & w_n n_{1n} \\ w_2 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{j2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix}$$

4. Adım: Pozitif İdeal Çözümün ve Negatif İdeal Çözümün Oluşturulması

Bu adımda pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri oluşturulur. Pozitif ideal çözüm kümesini oluşturmak için, ağırlıklandırılmış karar matrisindeki her bir sütunda yer alan değerlerin en büyüğü (ilgili değerlendirme kriteri maliyet kriteri ise en küçüğü) seçilerek pozitif ideal çözüm kümesi (A^+) oluşturulur.

J_1 fayda kriteri J_2 maliyet kriteri olmak üzere, pozitif ideal çözüm kümesi (A^+) aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak elde edilir.

$$\begin{aligned} A^+ &= \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \\ &= \left\{ \left(\max_j V_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\min_j V_{ij} \mid j \in J_2 \right) \mid j = 1, 2, \dots, n \right\} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Negatif ideal çözüm kümesini oluşturmak için V_{mn} her bir sütunda yer alan değerlerin en küçüğü (ilgili değerlendirme kriteri fayda kriteri ise en büyüğü) seçilerek negatif ideal çözüm kümesi (A^-) oluşturulur.

J_1 fayda kriteri J_2 maliyet kriteri olmak üzere, negatif ideal çözüm kümesi (A^-) aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak elde edilir.

$$\begin{aligned} A^- &= \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \\ &= \left\{ \left(\min_j V_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\max_j V_{ij} \mid j \in J_2 \right) \mid j = 1, 2, \dots, n \right\} \end{aligned} \quad (3.5)$$

5. Adım Pozitif ve Negatif Ayrım Ölçümlerinin Hesaplanması

Pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlendikten sonra alternatifler arasındaki ayırım ölçüsünü hesaplamak için n-boyutlu Öklid uzaklık yaklaşımı kullanılır. Her alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı (S^+) ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı (S^-) aşağıdaki eşitlik (3.6) ve (3.7) kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.6)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.7)$$

6. Adım: İdeal Çözüme Olan Görelî Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında, pozitif ideal ve negatif ideal uzaklık ölçümlerinden yararlanır. Buradaki ölçüt, her bir alternatife ait negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içerisindeki payıdır ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, \dots, m \quad (3.8)$$

7. Adım: Alternatiflerin Sıralanması

Alternatifler yakınlık katsayılarına (C_i^*) göre en büyükten en küçüğe doğru sıralanır. En büyük C_i^* değerine sahip alternatif ideal çözüme en yakın alternatif olarak seçilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİNİN BORSA İSTANBUL'DA UYGULANMASI

Çalışmanın bu bölümünde, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak portföy oluşturma sürecinin adımları ve oluşturulan portföylerin performanslarının analizi açıklanmıştır.

3.1. ARAŞTIRMANIN LİTERATÜRÜ

Bu bölümde, konu ile ilgili daha önce yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar arasından öne çıkan çalışmalar, kronolojik sıraya göre özetlenmiştir.

Elton ve Gruber (1977), portföydeki varlık sayısının portföy varyansı üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, ilk aşamada portföydeki varlık sayısını 1'den 10'a çıkararak, portföyün varyansının % 51 oranında azaldığı ortaya koymuşlardır. İkinci aşamada portföydeki varlık sayısını 10'dan 20'ye yükselten yazarlar, portföyün varyansının % 5 azaldığını tespit etmişlerdir. Son aşamada ise varlık sayısını 20'den 30'a yükselterek, portföy varyansının % 2 azaldığını ortaya koyan yazarlar, portföydeki varlık sayısını artırarak portföy varyansının bir yere kadar azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Bailey ve Stulz (1990), uluslararası çeşitlendirmenin portföy riskini azaltıp azaltmadığını inceledikleri çalışmalarında, Avustralya, Filipinler, Güney Kore, Hong Kong, Japonya, Malezya, Singapur, Tayvan ve Tayland piyasalarında Ocak 1977 - Aralık 1985 dönemleri arasında işlem gören hisse senetlerinin aylık verilerini kullanarak portföyler oluşturmuşlardır. Yazarlar oluşturdukları portföylerin, S&P 500 Endeksi'yle aynı getiri oranına sahip olmakla birlikte, yaklaşık olarak % 30 oranında daha düşük riske sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kıyılar ve Eroğlu (2004), İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) Ulusal 30 Endeksinde yer alan hisse senetlerinin, Ocak 2003-Aralık 2003 dönemindeki 1 yıllık düzeltilmiş getirilerini kullanarak tek endeks modeli ile portföy oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, daha sonra tek endeks modeli ile oluşturdukları portföyde yer alan hisse senetlerini kullanarak, subjektif kriterlere dayanan 24 farklı portföy oluşturarak tek

indeks modeli ile oluşturdukları portföy ile karşılaştırmışlardır. Yapılan karşılaştırma sonucunda yazarlar, tek endeks modeli ile oluşturulan portföyün, sübjektif kriterlere göre oluşturulan portföylere göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yalçınler, Atan ve Boztosun (2005a) Ortalama Varyans Modeli'nin İMKB'de geçerli olup olmadığını inceledikleri çalışmalarında, Temmuz 2004-Ocak 2005 dönemleri arasında BİST'te işlem gören hisse senetlerini kullanarak Ortalama Varyans Modeli yardımıyla portföyler oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, İMKB 100 Endeksi ile aynı getiri oranına sahip daha düşük risk içeren portföylerin mümkün olduğu ve Ortalama Varyans Modeli'nin İMKB için geçerli bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çetin (2007), İMKB 30 endeksinde yer alan hisse senetlerinin Ocak 2006-Temmuz 2006 tarihleri arasındaki günlük verilerini kullandığı çalışmasında, Ortalama Varyans Modeli'ni kullanarak optimal portföyler ve etkin sınır grafiği elde etmeye çalışmıştır. Yazar çalışmasının sonucunda, İMKB 30 endeksi ile aynı riske sahip daha yüksek getirili portföyler elde etmiştir

Aslantaş (2008), BİST'de yer alan 10 farklı sektörden seçtiği 100 farklı hisse senedinin, 2005 ve 2006 yıllarına ait aylık verilerini kullanarak optimal portföyler oluşturmayı amaçlamıştır. Çalışmada her sektörden üç hisse senedi belirlenerek 30 hisse senedinden oluşan 2 farklı portföy oluşturulmuştur. Oluşturulan portföylerden ilki AHP ve TOPSIS yöntemiyle oluşturulurken, ikinci portföy bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemiyle oluşturulmuştur. AHP ve TOPSIS yöntemiyle oluşturulan ilk portföyün beklenen getirisi % 51,1 iken, riski % 32,15 olarak hesaplanmıştır. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemiyle oluşturulan ikinci portföyün beklenen getirisi % 58,4 iken riski % 34,58 olarak hesaplanmıştır. Yazar çalışma sonucunda, portföyde yer alacak hisse senetlerinin sayısı arttıka bulanık mantık temelli optimizasyon modellerinin başarısının azaldığı ifade etmiştir.

Fang, Lai ve Wang (2008), bulanık mantık temelli ortalama yarı sapmalı model ile portföy optimizasyonu gerçekeştirdikleri çalışmalarında, Çin borsasında Mart 2000-Nisan 2003 tarihleri arasında işlem gören 12 farklı hisse senedinin günlük verilerini kullanılmışlardır. Çalışmada, bulanık ortalama yarı sapmalı modele likidite kısıtı ilave edilerek portföy optimizasyonu yapılmış ve optimal portföyler oluşturulmuştur. Elde

edilen sonuçlara göre, önerilen portföy seçim modelinin, yatırımcının memnuniyet derecesine göre favori portföy seçim stratejisi oluşturabileceği ileri sürülmüştür.

Boasson, Boasson ve Zhou (2011), ortalama yarı varyans modelini kullanarak optimal portföy seçiminde aşağı yönlü riskleri ölçmüşlerdir. Yazarlar yatırım getirilerinin beklenen getirisi altındaki getiri dağılımını ölçtükleri çalışmalarında, portföy dağılımı ile optimal portföy arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için, farklı sektörlerden hisse senetleri içeren 7 farklı borsa yatırım fonu kullanmışlardır. Yazarlar, ortalama yarı varyans yöntemi ve geleneksel ortalama varyans yaklaşımına göre oluşturdukları portföylerden, ortalama yarı varyans yaklaşımıyla oluşturulan portföyün istenen faydayı sağladığını tespit etmişlerdir. Yazarlar ayrıca, ortalama yarı varyans yaklaşımı altında portföy optimizasyonunun, portföyün beklenen getirisini iyileştirirken, aşağı yönlü riski en aza indirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

İMKB 30 endeksinde yer alan 20 hisse senedinin 2005 yılındaki aylık verilerini kullanarak Ortalama Varyans Yöntemi yardımıyla optimal portföylere ulaşmaya çalışan Abay (2013) yaptığı çalışmada, İMKB 30 endeksiyle aynı getiri oranında daha düşük riske sahip olan ve İMKB 30 endeksiyle aynı riske sahip daha yüksek getiri sağlayan portföyler elde etmiştir.

Perez ve Gomez (2014) yaptıkları çalışmada, bulanık kısıtlar ile çok amaçlı proje portföy seçimini inceledikleri çalışmalarında, proje portföy seçimi ile ilgili literatürde bahsedilen tüm önemli faktörleri dikkate alarak, doğrusal olmayan ikili çok amaçlı bir matematiksel model önermişlerdir. Oluşturdukları modelde, belirsizliği modellemek için bulanık üçgensel sayıları kullanan yazarlar, oluşturdukları matematiksel modelin karar vericilerin, karar verme süreçlerinde daha kolay ve doğru karar vermelerine yardımcı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Toraman ve Yürük (2014), BİST 100 endeksinde yer alan 16 hisse senedinin Haziran 2008-Aralık 2012 tarihleri arasındaki haftalık verilerini kullanarak Ortalama Varyans Yöntemi yardımıyla optimal portföyler oluşturmayı amaçlamışlardır. Yazarlar, Microsoft Excel programında yer alan çözücü eklentisini kullanarak oluşturdukları etkin sınır grafiği üzerinde yer alan portföylerin, aynı riske sahip etkin sınır üzerinde yer almayan portföylere göre daha fazla getiri sağladığını ortaya koymuşlardır.

Calvo, İvora ve Liern (2014) yaptıkları çalışmada, yatırımcıya risk getiri ilişkisinin dışında, finansal olmayan sosyal sorumluluk gibi kriterlerin de dikkate alınabildiği bir model önermişlerdir. Yazarlar, bulanık optimizasyon yöntemi kullanarak oluşturdukları modelin son dönemlerde artan bir trend haline gelen, finansal beklentilerin yanı sıra, sosyal, çevresel ve etik kaygıları yatırım kararı verme sürecine dahil etme konusunda yatırımcılara alternatif çözümler sunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Minimum işlem lotları ile çok dönemli bulanık portföy optimizasyon modelini araştırdıkları çalışmalarında Liu ve Zhang (2015), olasılık teorisine dayanarak toplam kazancı en üst düzeye çıkarmak ve tüm yatırım sürecindeki toplam riski en aza indirmek amacıyla, ortalama yarı varyans yöntemi kullandıkları yeni bir portföy seçim modeli önermişlerdir. Önerdikleri modelde getiri, risk, işlem maliyetleri, çeşitlendirme derecesi, minimum işlem lotu ve kardinalite kısıtını kriter olarak kullanan yazarlar, yatırımcı tatmin derecelerine göre farklı portföyler oluşturmuşlardır. Yazarlar, toplam kazancı maksimize ve toplam riski minimize etmek için iki amaçlı bir programlama modeli önermişlerdir. Önerilen modeli çözmek için, yatırımcının risk ve getiri beklenti durumunu ifade etmek üzere, doğrusal olmayan bir S-şekilli üyelik fonksiyonu kullanılarak model tek amaçlı doğrusal olmayan tamsayı programlama problemine dönüştürülmüştür. Yazarlar, önerdikleri modelin yatırımcının getiri ve risk ilişkisindeki tatmin derecelerini açıklamada etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tavana, Keramatpour, Santos-Arteaga ve Ghorbaniane (2015) projelerin en uygun kombinasyonunu seçmek için üç aşamalı hibrit bir yöntem önerdikleri çalışmalarında, örgütsel hedeflere göre, ilk tarama için Veri Zarflama Analizi'ni, projeleri sıralamak için TOPSIS yöntemini ve bulanık bir ortamda en uygun proje portföyünü seçmek için doğrusal tamsayı programlama yöntemini kullanmışlardır. Yazarlar önerdikleri modelin, karmaşık portföy seçimi problemlerinde sistematik şekilde düşünebilme, nitel ve nicel hedeflere ulaşma, belirsizlik altında ve belirli kısıtlar doğrultusunda karar verme sürecinde, karar vericilere optimal bir çözüm oluşturma konusunda yardımcı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kocadağlı ve Keskin (2015) yaptıkları çalışmada, yatırımcıların hedeflerini belirli önem ve önceliklere göre optimize etmesine olanak sağlayan bulanık hedef programlama teknikleriyle yeni bir portföy seçim modeli önermişlerdir. Yazarlar, oluşturdukları

portföy seçim modelinde, pazar eğilimlerine karşı farklı davranışlar sergileyen yatırımcı davranışlarını modellemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, farklı yatırımcı davranışlarını modelleyebilmek için risk, getiri ve beta katsayısı için spesifik bulanık üyelik fonksiyonları oluşturmuşlardır. BİST 30 endeksinde üç farklı dönemi inceleyen yazarlar, ilk dönemde BİST 30 endeksi yukarı yönlü hareket eğilimine sahip olduğu, ikinci dönemde BİST 30 endeksi aşağı yönlü hareket eğilimine sahip olduğu, üçüncü dönemde ise yatırımcıların BİST 30 endeksiyle paralel hareket etmek istedikleri bir senaryo içerisinde analiz yapmışlardır. Yapılan analizlerde önerilen model, klasik Ortalama-Varyans, Ortalama Mutlak Sapma ve Max-Min modelleri ile portföy getirileri açısından karşılaştırılmış ve önerilen modelin karşılaştırma yapılan klasik modellerden daha üstün bir performans gösterdiği ortaya koyulmuştur. Yazarlar bunun nedeni olarak, oluşturulan portföyün piyasa hareket eğilimine göre yatırımcı tercihlerini dikkate almasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Guo, Yu, Li ve Kar (2016), V-Şekilli işlem maliyetiyle ilgili çok dönemli bulanık portföy seçim sorununu ele aldıkları çalışmalarında, riskli varlıkların farklı yatırım ufuklarına sahip olduğu ve riskli varlıkların getirilerinin bulanık değişkenler olduğu varsayımı altında, işlem maliyetine sahip çok dönemli güvenilir ortalama varyans portföy seçim modeli oluşturmuşlardır. Çalışmada optimum çözüm için, bulanık simülasyon tabanlı bir genetik algoritma tasarlayarak önerilen portföy seçim modelinin çözümünü sağlayan yazarlar, oluşturdukları portföy seçim modelinin, karmaşık finansal piyasalarda rasyonel yatırımcılara en uygun yatırım stratejisini bulma konusunda yardımcı olacağını ileri sürmüşlerdir.

Akyer (2016) yaptığı çalışmada, portföy optimizasyonu problemi için Genetik Algoritma, Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Yapay Arı Kolonisi algoritmaları olmak üzere, 3 farklı sezgisel yöntem geliştirmiştir. İlk aşamada, geliştirilen sezgisel yöntemler Hang Seng (Hong Kong), DAX (Almanya), FTSE (İngiltere), S&P 95 (Amerika Birleşik Devletleri) ve NIKKEI (Japonya) endekslerine ait verilere uygulanmış ve temel performans ölçütleri kullanılarak geliştirilen sezgisel yöntemlerin performansı ölçülmüştür. İkinci aşamada, geliştirilen sezgisel yöntemler BİST 30 ve BİST 100 endekslerine uygulanmış ve sonuçlar analiz edilmiştir. Yapılan analizde, yatırımcı açısından BİST 30 ve BİST 100 veri setleri için etkin sınır grafiklerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Farklı sayıda menkul kıymetten oluşan portföyler için analizler

yapılan çalışmada yüksek risk düzeylerinde daha az sayıda, orta ve düşük risk düzeylerinde ise optimal sayıda portföye yatırım yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, portföydeki menkul kıymet sayısı arttıkça optimal getiriden uzaklaşıldığı ve portföy riskinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Saborido, Ruiz, Bermúdez, Vercher ve Luque, (2016) yaptıkları çalışmada, portföy seçimi için, hem portföy seçim sorununun çok boyutlu doğasını hem de yatırımcının gereksinimleri dikkate alan bir model olan Ortalama-Aşağı Risk-Çarpıklık (MDRS) modelini kullanmışlardır. Yazarlar çalışmalarında bütçe, bağlılık ve kardinallik kısıtları altında, MDRS modelini getiri, aşağı yönlü risk ve çarpıklık kriterleri ile eş zamanlı olarak optimize ederek çözmek için özel tanımlanmış operatörler oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu operatörler sayesinde, üç hedefi aynı anda optimize eden çok çeşitli portföyler elde eden yazarlar, portföy seçim probleminde çarpıklığın bir amaç fonksiyonu olarak modele dahil edilmesinin, yatırımcılara daha yüksek çeşitlilikte verimli portföyler sağladığını ileri sürmüşlerdir.

Bilir (2016), Ortalama Varyans Modeli ve Sharpe oranının BİST’de uygulanabilirliğini test ettiği çalışmasında, 10 hisse senedinin 2015 yılındaki 12 aylık verilerini kullanarak, Ortalama Varyans Modeli yardımıyla optimal portföyler oluşturmayı amaçlamıştır. Çalışmada, Ortalama Varyans Modeli kullanılarak bir çok etkin portföy elde eden Bilir, hangi portföyün optimal portföy olduğunu belirleyebilmek için Sharpe oranını ve teğet portföyü kullanmıştır. Yazar çalışmanın sonucunda, elde edilen optimal portföyün orijinal portföye göre yaklaşık üç kat daha fazla getiriye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Peralta ve Zareei (2016) çalışmalarında, finansal piyasaları, menkul kıymetlerin düğüm olduğu ve bağlantıları getirilerin korelasyonlarını açıklayan bir ağ olarak düşünmüşlerdir. Yazarlar Ekim 2002 - Aralık 2012 tarihleri arasında SP 500 endeksinde yer alan 200 hisse senedini dahil ettikleri çalışmalarında, önerdikleri ağ tabanlı stratejilerinin, Markowitz tabanlı modellere göre daha iyi sonuçlar elde ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Kararsız bulanık ortamda portföy seçimi ve risk yatırımı isimli çalışmalarında Zhou ve Xu (2017), nicel bilgiler elde edilemeyen durumlarda, kararsız bulanık olarak temsil edilen nitel bilgilere dayanan yeni portföy seçim yaklaşımları önermişlerdir. Bu

bağlamda, riski seven, riskten kaçan ve riske karşı tarafsız olan 3 farklı yatırımcı davranışına göre iki portföy modeli geliştiren yazarlar, önerdikleri modelin kararsız bulanık ortamlarda etkili bir portföy seçim modeli olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Chen, Peng, Zhang, ve Rosyida (2017), belirsiz yarı varyansa dayalı portföy seçimi için hibrid akıllı bir algoritma önermişlerdir. Menkul kıymet getirilerinin bağımsız ve belirsiz değişkenler olduğu varsayımı altında portföy çeşitlendirmesini sağlamak için, entropi kısıtlaması olan, ortalama yarı varyansa dayalı portföy seçim modelini oluşturmak için belirsizlik teorisini kullanan yazarlar, portföy seçimi sürecinde çeşitlendirmenin en önemli nokta olduğunu ifade etmişlerdir.

Akdağ (2017) Bulanık Konno Yamazaki doğrusal programlama modeli kullandığı çalışmasında, boğa ve ayı piyasalarındaki portföy optimizasyonu sonuçlarının benzerlik gösterip göstermediğini araştırmıştır. İki farklı boğa ve iki farklı ayı piyasası belirlenen çalışmada, borsada sürekli işlem gören 58 hisse senedinin aylık getirileri kullanılarak önerilen model ile portföy optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonuçlarına göre, ayı piyasalarında optimal portföyde yer alan menkul kıymet sayısı, portföy riski ve getirisi benzer özellikler gösterirken, boğa piyasalarında farklılık arz etmektedir. Çalışmada, optimizasyon sonuçlarının boğa ve ayı piyasalarında benzer özellikler göstermediği sonucuna ulaşılmıştır.

Yue ve Wang (2017), Şangay borsasında işlem gören hisse senetleri içerisinde rastgele seçilen on iki adet hisse senedinin Ocak 2012 - Ocak 2015 tarihleri arasındaki haftalık verilerini kullandığı çalışmalarında, portföy optimizasyonu için bulanık mantık temelli yüksek momentler içeren üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan ilki bulanık çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık simetrik entropi yöntemi, ikincisi bulanık çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık Shannon entropi yöntemi, üçüncüsü ise bulanık çok amaçlı ortalama varyans basıklık çarpıklık Yager entropi yöntemidir. 3 farklı yöntemle optimal portföyler oluşturan yazarlar, oluşturulan bulanık çok amaçlı modellerin verimli ve etkin yöntemler olduğunu ifade ederek, oluşturulan modeller içerisinde, bulanık çok amaçlı ortalama varyans çarpıklık basıklık simetrik entropi yönteminin diğer yöntemlerden daha uygun çözümler sağladığını belirtmişlerdir.

Li, Wang, Fu, ve Watada (2020), zaman tutarsız yatırımcılar için menkul kıymet getirilerindeki belirsizliği bulanık değişkenler olarak tanımlayan çok amaçlı dinamik bir

portföy seçim modeli önerdikleri çalışmalarında, farklı tip risk ölçümleri olarak riske maruz değer ile varyansı beklenen getiri ile birlikte kullanmışlardır. Yazarlar, zaman tutarsız yatırımcılar için riske maruz değer ve beklenen getiriyi tek amaçta birleştiren dinamik bir yatırım politikası geliştirerek, toplam riski minimize eden ve toplam getiriyi maksimize eden bir model oluşturmuşlardır. Oluşturdukları modeli New York Borsası'nda işlem gören 10 hisse senedini kullanarak test eden araştırmacılar, elde ettikleri sonuçların zaman tutarsız yatırımcıların davranışlarıyla eşleştiğini ve önerilen çözüm algoritmasının, karmaşık doğrusal olmayan problemlerin çözümünde uygulanabilir olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Anguridze (2019) Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası'nda Mart 2017-Temmuz 2018 tarihleri arasında işlem gören 20 hisse senedine ait verileri kullandığı çalışmada, opsiyonlardan elde edilen bilgilere dayanan optimal portföylerin, tarihi bilgilere dayanan optimal portföylerden daha başarılı olup olmadığını araştırmıştır. Portföylerin başarılarının değerlendirilmesinde kriter olarak; portföyün yıllık getirisi, portföyün yıllık volatilitesi ve portföyün Sharpe oranı kullanan yazar, opsiyonlardan elde edilen bilgilere dayanan optimal portföylerin, tarihi bilgilere dayanan optimal portföylerden daha başarılı olduğunu ileri sürmüştür.

3.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmayla, BİST'de belirlenen sektörlerde faaliyet gösteren firmalar içerisinde en iyi performans gösteren firmalar belirlenerek, bu firmalara ait hisse senetlerinden oluşturulan farklı portföylerin getiri ve risklerinin hesaplanması, portföy performanslarının analiz edilmesi, oluşturulan portföylerin birbirleriyle ve BİST 100 endeksiyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3.3. ARAŞTIRMANIN VERİ SETİ VE KISITLARI

Çalışmanın veri setini, BİST'de 2014-2020 yılları arasında 10 farklı sektörde işlem gören firmalar oluşturmaktadır. Çalışmada hisse senetlerinin piyasa değerleri, kapanış fiyatları, BİST 100 endeks getirileri ve BİST 100 endeksinde farklı tarihlerde işlem gören hisse senetlerinin listeleri, BİST tarafından yetkilendirilen veri dağıtım şirketlerinden biri olan FİNNET Elektronik Yayıncılık Data İletişim Tic. ve San. Ltd. elde edilmiştir.

Çalışmada belirlenen 10 sektörde yer alan firmalar analiz edilmiştir. Sektörler belirlenirken sektörün derinliği, gelişmişliği ve borsada işlem gören firma sayıları dikkate alınmıştır. Belirlenen sektörlerde yer alan firmalar içerisinde verilerine ulaşamayan, veri seti uyumlu olmayan, birleşme, satın alma veya iflas gibi nedenlerle endeksten çıkarılan firmalar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu nedenle sektörlerde analiz edilen firma sayıları yıllar itibariyle farklılık göstermektedir. Ayrıca çalışmada oluşturulan portföylerin getirileri hesaplanırken hisse senetlerinin haftalık getirileri kullanılmış ve hisse senetlerinin yılın ilk işlem günü fiyatından satın alındığı ve son işlem gününden satıldığı varsayılmıştır.

3.4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmamız iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, BİST’de işlem gören şirketler sektör bazında analiz edilmiş ve en iyi performans gösteren firmalar belirlenmiştir. İkinci aşamada, yapılan analizler sonucu belirlenen firmalara ait hisse senetlerinden portföyler oluşturulmuş ve bu portföylerin performansları birbirleriyle ve BİST 100 endeksiyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmada en iyi performans gösteren firmayı belirlemek için, belirsizlik içeren durumları modellemedeki başarısı, insan düşünce ve karar sistemine yatkınlığı nedeniyle Zadeh’in bulanık kümelerinin bir genellemesi olan ve Atanassov (1986) tarafından geliştirilen sezgisel bulanık kümeler ile, alternatifler arasından en iyisini seçme, alternatifleri sıralama gibi, karar verme problemlerinde yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisi olan TOPSIS yönteminin birleşiminden oluşan Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

3.5. FİRMALARIN PERFORMANSLARINI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

Portföy oluşturma aşamasındaki ilk adım portföye dahil edilecek hisse senetlerinin belirlenmesidir. Hisse senetleri risk düzeyi yüksek olan finansal varlıklar oldukları için, yatırım kararı verirken, piyasaların sürekli olarak izlenmesi ve elde edilen bilgilerin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, hisse senedi getirileri üzerinde etkili olan faktörlerin tespit edilmesi ve bu bilgilere göre karar verilmesi önem arz etmektedir.

Yatırım alternatiflerini değerlendirme sürecinde, genel anlamda kullanılan ve farklı bakış açılarına sahip iki önemli analiz yönteminden bahsedilebilir. Bunlar sırasıyla, teknik ve temel analiz yöntemleridir (Işık, 2019: 189). Literatür incelendiğinde, özellikle orta ve uzun vade yatırım hedefleri doğrultusunda, temel analiz çerçevesinde, firmaların performansını görmek için finansal analiz yönteminden yararlanılmaktadır. Finansal analiz, bir işletmenin finansal durumunu görebilmek, işletmenin iyi ve kötü yönlerini tespit edebilmek ve işletme ile ilgili geleceğe dönük tahminlerde bulunabilmek için, finansal tablolarda yer alan kalemler arasındaki ilişkilerin incelenmesi olarak tanımlanabilir.

İşletmelerin finansal tablolarına bakıldığında, analiz edilmesi gereken birçok bilgi mevcuttur. Borsada işlem gören işletme sayısı dikkate alındığında, belirli bir sistematik olmadan, her bir işletmenin teker teker incelenmesinin karmaşıklığa yol açacağı ve uzun bir zaman alacağı ortadadır. Bu sorunu aşmak için, bütün bu zor ve karmaşık işlemleri kolaylaştırmak ve özellikle işletmeler arası karşılaştırma yapılabilmesine imkân sağlamak amacıyla, oran analizi etkin bir analiz türü olarak kullanılmaktadır (Yalçiner, Atan ve Boztosun, 2005b: 177). Yapılan birçok çalışma; Bower ve Bower (1969), Zahir (1992), Lewellen (2004), Kheradyar, İbrahim, Nor (2011), Shafana, Fathima, ve Inunjariya (2013), Işık (2019) firmaların bilançolarından elde edilen finansal oranların hisse senedi getirilerini tahmin etmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu konuyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Mukherji, Dhatt ve Kim (1997) Kore borsasında 1982-1992 yılların arasında işlem gören firmaları inceledikleri çalışmalarında, PD/DD ve temettü getiri oranlarının borsa getirisi ile direkt ilişkili olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca yazarlar, fiyat / kazanç (F/K) oranının PD/DD oranına göre hisse senedi getirilerini açıklamada daha yetersiz bir gösterge olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Lau, Lee ve McInish (2002) yaptıkları çalışmada, 1988-1996 yılları arasında Singapur borsasında işlem gören 163, Malezya borsasında işlem gören 82 firmanın finansal oranları ile borsa getirileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Yazarlar Malezya borsasında işlem gören firmaların, hisse senedi getirileri ile F/K oranı arasında anlamlı bir ilişki olduğu, PD/DD oranı ile hisse senedi getirileri arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşırken; Singapur borsasında işlem gören firmaların hisse senedi

getirileri ile, hem F / K oranının hem de PD / DD oranının arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kalaycı ve Karataş (2005) yaptıkları çalışmada, İMKB’de işlem gören imalat sektöründe yer alan firmaların hisse senedi getirileri ile finansal oranları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yazarlar, üç alt sektörü ve iki ayrı yılı baz alarak yaptıkları çalışmada, araştırmaya konu olan her sektör ve her yıl için, hisse senedi getirileri ile ilişkili oranlar değişmekle beraber, kârlılık oranları, faaliyet oranları ve borsa performans oranlarının hisse senedi getirilerindeki değişimi açıklamada anlamlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tudor (2008) Romanya borsasında 2002-2008 yılları arasında işlem gören firmalara özgü oranlarla hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, F/K oranının hisse senedi getirileri üzerinde güçlü pozitif bir etkiye etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yazar ayrıca, aktif karlılık ve öz sermaye karlılık oranlarının hisse senedi getirileri üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğunu, firma büyüklüğü ile hisse senedi getirileri arasında ise negatif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Ayrıçay ve Türk (2014) BİST 100 endeksinde işlem gören 56 imalat firmasının finansal oranları ile firma değeri arasındaki ilişkiyi analiz ettikleri çalışmalarında, finansal kaldıraç oranı, asit-test oranı, PD/DD oranı, aktif devir hızı gibi finansal oranların firmaların piyasa değerindeki değişimi açıklamada anlamlı oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Yazarlar, asit-test oranı ve PD/DD oranı ile firma değeri arasında pozitif yönlü bir ilişki bulurken, aktif devir hızı ve finansal kaldıraç oranı ile firma değeri arasında negatif yönlü bir ilişki bulmuşlardır. Yazarlar ayrıca, borçlanma oranı ve aktif kârlılık oranı ile firma değeri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Zaheri ve Barkhordary (2015) Tahran borsasında 2004-2011 yılları arasında işlem gören firmaları kapsayan çalışmalarında, PD/DD oranı, aktif karlılık oranı ve öz sermaye karlılık oranının hisse senedi getirileri ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu, net kar marjı oranının ise hisse senedi getirileri ile anlamlı bir ilişkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Banchuenvijit (2016), Tayland borsasında 2005-2015 yıllarını arasında işlem gören dört firmanın aylık verilerini kullanarak finansal oranların hisse senedi fiyatları üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında, cari oran, net kar marjı ve aktif devir hızının

hisse senedi fiyatlarını olumlu yönde etkilediğini, ancak borç/öz sermaye oranının hisse senedi fiyatlarını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Anwaar (2016), Londra borsasında 2005-2014 yılları arasında işlem gören firmaları kapsayan çalışmasında, net kar marjı, aktif karlılık oranı ve öz sermaye karlılık oranı ile hisse senedi getirileri arasında pozitif yönlü bir ilişkili olduğu, hisse başına kazanç oranı ile hisse senedi getirileri arasında ise negatif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Allozi ve Obeidat (2016), Amman borsasında 2001-2011 yılları arasında işlem gören 65 üretim firmasının verilerini analiz ettikleri çalışmalarında, brüt kar marjı, hisse başına kazanç oranı, aktif karlılık oranı ve öz sermaye karlılık oranı gibi finansal oranların hisse senedi getirileri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu, borç/öz sermaye oranı ile hisse senedi getirileri arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymuşlardır.

2009-2015 yılları arasında Katar Borsasında işlem gören 26 şirketin finansal oranları ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi inceleyen Musallam (2018), hisse başına kazanç oranı, temettü verim oranı, kar verimliliği gibi finansal oranlarının hisse senedi getirileri ile pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu, aktif karlılık oranı, öz sermaye karlılık oranı, PD/DD oranı ve net kar marjı gibi finansal oranların ise hisse senedi getirileri ile anlamlı bir ilişkiye sahip olmadığını ortaya koymuştur.

Işık (2019), BİST 100 endeksinde 2010 - 2017 yılları arasında sürekli işlem gören 36 firmanın finansal oranları ve hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yazar çalışmasında, PD/DD, hisse başına kazanç, toplam borç ve aktif karlılık oranları ile hisse senedi getirileri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Yazar ayrıca, stok devir hızı, alacak devir hızı, kısa vadeli borç oranı, F/K oranı, nakit oran ve cari oran gibi finansal oranlarla hisse senedi getirileri arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Finansal analizde, firmaların finansal tablolarından elde edilen birçok finansal oran kullanılmaktadır. Bu oranların kullanım amacı hem sektör bazında hem de işletme bazında farklılık göstermektedir. Örneğin, takipteki kredi oranı banka sektörü için önemli bir gösterge iken, diğer sektörler için herhangi bir anlam ifade etmemektedir. Dolayısıyla, çalışmada kullanılan değişkenler belirlenirken bu gibi farklılıklar dikkate alınmıştır. Daha önce yapılan çalışmalar incelenerek ve yatırım uzmanlarının görüşleri alınarak, aşağıda

açıklanan finansal oranların firma performanslarının belirleyicileri olarak çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir.

3.5.1. Asit - Test Oranı

Asit-Test oranı, bir işletmenin hemen nakde çevrilebilecek varlıklarının kısa vadeli borçlarını karşılama durumunu gösterir. Asit-Test oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Asit - Test Oranı} = \frac{\text{Dönen varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa vadeli Borçlar}} \quad (3.1)$$

Stokların paraya dönüşümü zaman alacağından, dönen varlıklardan stoklar kaleminin çıkarılması ile cari orana göre daha hassas bir ölçüm elde etmek amaçlanmaktadır. Genel olarak bu oranın 1 olması yeterli görülmektedir. Bu oranın 1'in altında olması, şirketin borçlarını ödemede sorun yaşayacağı anlamına gelmekte ve işletme için riskli bir durumun göstergesi olarak kabul edilmektedir (Çabuk ve Lazol, 1998: 191).

3.5.2. Aktif Karlılık Oranı (ROA)

Aktif karlılık oranı (ROA), işletmenin aktiflerine yaptığı yatırımın karlılığını gösterir ve işletmenin sahip olduğu varlıkların ne kadar verimli kullanıldığının bir göstergesidir (Hutabarat ve Simanjuntak, 2013: 227). Oranın yüksek olması olumlu olarak yorumlanır. Aktif karlılık oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Aktif Karlılık Oranı} = \frac{\text{Net Kar}}{\text{Toplam Aktifler}} \quad (3.2)$$

3.5.3. Öz Sermaye Karlılık Oranı (ROE)

Öz sermaye karlılık oranı (ROE), işletme ortaklarının koydukları sermaye karşılığında ne kadarlık bir kar elde ettiklerini gösteren bir orandır. Öz kaynak sahipleri, bu oranın yüksek olması beklentisi içerisindeyler (Karapınar ve Zaif, 2009: 178). Önemli bir karlılık göstergesi olan ROE, aynı zamanda bir yönetim performansı göstergesidir. Öz sermaye karlılık oranı aşağıda belirtildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Öz Sermaye Karlılık Oranı} = \frac{\text{Net Kar}}{\text{Öz Sermaye}} \quad (3.3)$$

3.5.4. Net Kar Marjı

Net kar marjı, bir işletmenin tüm masraflardan ve vergiden sonra ne oranda karlılık gösterdiğini ifade eden bir orandır. Başka bir ifadeyle, bir birim satıştan ne oranda net kar elde edildiğini gösteren orandır (Aydın, 2012: 99). Net kar marjı aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Net Kar Marjı} = \frac{\text{Net Kar}}{\text{Net Satışlar}} \quad (3.4)$$

3.5.5. Aktif Devir Hızı

Aktif devir hızı, bir işletmenin ne kadar etkin çalıştığının bir göstergesidir. Diğer bir ifadeyle aktif devir hızı, şirketlerin sahip oldukları varlıklar ile yarattıkları satış hacmi başarısını ölçen bir orandır. Aktif devir hızının yüksek olması işletmenin aktiflerinin yüksek kapasitede çalıştığını, düşük olması ise işletmenin aktiflerinin düşük kapasitede çalıştığını ve işletmede atıl kapasite bulunduğunu gösterir (Akça ve Somunoğlu, 2014: 120). Aktif devir hızı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Aktif Devir Hızı} = \frac{\text{Net Satışlar}}{\text{Toplam Aktifler}} \quad (3.5)$$

3.5.6. Finansal Kaldıraç Oranı

Finansal kaldıraç oranı, şirketlerin toplam varlıklarının ne kadarının yabancı kaynaklardan oluştuğunu gösteren bir orandır. İşletme sahipleri kaldıraç etkisinden yararlanmak için bu oranın yüksek olmasını arzu ederken, işletmeye borç verenler geri ödeme riskinin düşünerek bu oranın düşük olmasını istemektedir (Akdoğan ve Tenker, 2010: 653). Finansal kaldıraç oranı aşağıdaki eşitlikte belirtilen şekilde hesaplanır.

$$\text{Finansal Kaldıraç Oranı} = \frac{\text{Toplam Yabancı Kaynaklar}}{\text{Toplam Aktifler}} \quad (3.6)$$

3.5.7. Fiyat / Kazanç (F/K) Oranı

F/K oranı, bir hisse senedi fiyatının hisse senedi başına karının kaç katı olduğunu gösterir. F/K oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Fiyat Kazanç Oranı} = \frac{\text{Hisse Senedi Fiyatı}}{\text{Hisse Başına Kar}} \quad (3.7)$$

Hisse başına kar, dönem net karının dönem sonu hisse senedi sayısına bölünmesiyle elde edilir. F/K oranı, işletmenin her 1 TL'lik karına karşılık, yatırımcının kaç TL ödemeye razı olduğunu gösterir. Bu oranın düşük olması hisse senedi için ödenen paranın kısa sürede amorti edileceği şeklinde yorumlanır.

3.5.8. Piyasa Değeri Defter Değeri Oranı

Piyasa değeri defter değeri oranı (PD/DD), şirketin muhasebe değeri ile piyasa fiyatını karşılaştırmak için kullanılan bir orandır. Bu oran, işletmelerin borsa değerinin işletmenin öz kaynaklarının kaç katı olduğunu gösterir (Çabuk ve Lazol, 1998: 215). Aşağıdaki eşitlikte belirtildiği şekilde hesaplanır.

$$PD/DD = \frac{\text{İşletmenin Toplam Borsa Değeri}}{\text{Öz Kaynaklar Toplamı}} \quad (3.8)$$

Defter değeri, şirketin öz sermaye toplamının ödenmiş sermayeye bölünmesi ile bulunur. Piyasa değeri ise, bir hisse senedinin piyasa koşulları altında arz ve talebe göre belirlenmiş değeridir.

3.5.9. Temettü Verimi

Bu oran bir işletmenin hisse senedi fiyatına göre ne kadar temettü dağıttığını gösteren orandır. Temettü verimi aşağıdaki eşitlikte gösterildiği şekilde hesaplanır (Çabuk ve Lazol, 1998: 217).

$$\text{Temettü Verimi} = \frac{\text{Hisse Başına Temettü}}{\text{Bir Hissenin Borsa Fiyatı}} \quad (3.9)$$

3.5.10. Likit Aktiflerin Toplam Aktiflere Oranı

Bu oran bankaların likidite durumlarını ölçmede kullanılan likidite oranlarından biridir. Bankaların toplam varlıklarının içindeki hızla nakde çevrilebilen varlıklarının payını göstermektedir (Kayahan: 2019: 57).

$$\text{Likidite Oranı } (L_1) = \frac{\text{Likit Aktifler}}{\text{Toplam Aktifler}} \quad (3.10)$$

Bu oranın yüksek olması bankanın ani mevduat çıkışlarını ve kredi taleplerini karşılama kapasitesinin yüksekliğine işaret ederken, bu oranın düşük olması bankanın ani nakit çıkışlarında ve kredi taleplerinin karşılanmasında zorlanacağı anlamına gelmektedir (Karaayhan, 2008: 63). Artan rekabet ortamında bankalar, oluşabilecek likidite riskini azaltmak için likit aktiflerini verimli kullanmak zorundadırlar (Solak, 2010: 69).

3.5.11. Takipteki Kredi Oranı

Bu oran bankaların finansal tablolarında yer alan takipteki krediler tutarının toplam kredilere oranlanması ile elde edilir. Aşağıdaki eşitlikte belirtildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Takipteki Kredi Oranı} = \frac{\text{Takipteki Krediler}}{\text{Toplam Krediler}} \quad (3.11)$$

Bu oranın yüksek olması, banka yönetimi açısından sorunlu bir durum oluşturmaktadır. Takipteki krediler oranının düşük olmasının banka kârlılığını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir.

3.5.12. Öz Sermayenin Toplam Aktiflere Oranı

Bu oran, bankaların ve bankacılık sektörünün yeterli sermaye ile çalışıp çalışmadığını gösteren bir orandır. Aşağıdaki eşitlikte belirtildiği gibi hesaplanır.

$$\text{Öz Sermayenin Toplam Aktiflere Oranı} = \frac{\text{Öz Sermaye}}{\text{Toplam Aktifler}} \quad (3.12)$$

3.6. EN İYİ PERFORMANS GÖSTEREN FİRMALARI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN SEZGİSEL BULANIK TOPSIS YÖNTEMİNİN UYGULAMA ADIMLARI

Bu çalışmada, şirketlerin finansal performansını belirlemek için önerilen Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi, Singh, Joshi ve Kumar (2019) takip edilerek aşağıda belirtilen adımlardan oluşturulmuştur. Çalışmada, $A = \{A_1, A_2, \dots, A_j\}$ alternatifler kümesini, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_j\}$ ise belirlenen kriterlerin kümesini oluşturmaktadır. Çalışmanın uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır.

1. Adım: Karar Matrisin Oluşturulması

İlk olarak, belirlenen kriterlere göre her bir alternatife ait veriler toplanır ve “i” alternatifli “j” kriterli karar matrisi (D) oluşturulur.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} \end{bmatrix}$$

2. Adım: Karar Matrisindeki Değerlerin Normalleştirilmesi

Oluşturulan karar matrisindeki her bir değer, eşitlik (3.13) kullanılarak normalleştirme işlemine tabi tutulur ve normalleştirilmiş karar matrisi (N) oluşturulur.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij})^2}} \quad (3.13)$$

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1i} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2i} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{j1} & n_{j2} & \dots & n_{ji} \end{bmatrix}$$

3. Adım: Oluşturulan Normalleştirilmiş Karar Matrisindeki Değerlerin Sezgisel Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi

Normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulduktan sonra, normalleştirilmiş karar matrisinde yer alan her bir değer, eşitlik (3.14) kullanılarak bulanık sayılara, daha sonra da eşitlik (3.15) kullanılarak sezgisel bulanık sayılara dönüştürülür.

$$\bar{\vartheta}_i = 1 - n_{ij} \quad i = 1, \dots, n, j = 1, 2, \dots, \quad (3.14)$$

$$\vartheta_i = \frac{\vartheta_i}{\sum_{i=1}^n \vartheta_i} \quad (3.15)$$

4. Adım: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Normalleştirilmiş karar matrisindeki değerler sezgisel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra, her bir kriterin ağırlığı belirlenir. Çok kriterli karar verme problemlerinde, alternatiflere ait kriterler eşit önem düzeyine sahip olabileceği gibi, farklı önem düzeylerine de sahip olabilir. Bu çalışmada kriter ağırlıkları uzman görüşleri yardımıyla belirlenmiştir.

5. Adım: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

Sezgisel bulanık karar matrisi oluşturulup her bir kriterin ağırlığı belirlendikten sonra, eşitlik (3.16) kullanılarak her bir μ_i ve ϑ_i değerleri ağırlıklandırılır ve ağırlıklandırılmış sezgisel bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$\mu_{wi}, \vartheta_{wi} = 1 - (1 - \mu_i)^{w_i}, \quad \vartheta_i^{w_i} \quad (3.16)$$

$$D_{wij} = \begin{bmatrix} \mu_{w11}, \vartheta_{w11} & \mu_{w12}, \vartheta_{w12} & \dots & \mu_{w1i}, \vartheta_{w1i} \\ \mu_{w21}, \vartheta_{w21} & \mu_{w22}, \vartheta_{w22} & \dots & \mu_{w2i}, \vartheta_{w2i} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{wj1}, \vartheta_{wj1} & \mu_{wj2}, \vartheta_{wj2} & \dots & \mu_{wij}, \vartheta_{wij} \end{bmatrix}$$

6. Adım: Pozitif ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Çözüm Kümelerinin Belirlenmesi

TOPSIS yönteminde kriterler fayda ve maliyet kriteri olmak üzere iki kategoride değerlendirilir. Fayda kriterinin maksimizasyonu, maliyet kriterinin ise minimizasyonu amaçlanır. Pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi oluşturulurken, ağırlıklandırılmış karar matrisindeki (D_{wij}) değerlendirme kriterlerinin maksimumları (ilgili değerlendirme kriteri maliyet kriteri ise minimumu) seçilir ve pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi (A^+) oluşturulur. Negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi oluşturulurken ise, ağırlıklandırılmış karar matrisindeki (D_{wij}) değerlendirme kriterlerinin minimumları (ilgili değerlendirme kriteri maliyet kriteri ise maksimumu) seçilir ve sezgisel negatif ideal çözüm kümesi (A^-) oluşturulur.

Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümeleri oluşturulurken, kriterlerin üyelik dereceleri dikkate alınır ve seçilen değer yanındaki üye olmama (non-üyelik)

derecesi aynen yazılır. J_1 fayda kriterlerinin J_2 maliyet kriterlerinin seti olmak üzere, pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi (A^+) ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi (A^-) aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\mu_{A^+W}(x_j) = (\max_i \mu_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_1), (\min_i \mu_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_2)$$

$$\vartheta_{A^+W}(x_j) = (\min_i \vartheta_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_1), (\max_i \vartheta_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_2) \text{ olmak üzere,}$$

Pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi;

$$A^+ = (\mu_{A^+W}(x_j), \vartheta_{A^+W}(x_j)) \text{ şeklinde gösterilir.}$$

$$\mu_{A^-W}(x_j) = (\min_i \mu_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_1), (\max_i \mu_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_2)$$

$$\vartheta_{A^-W}(x_j) = (\max_i \vartheta_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_1), (\min_i \vartheta_{A_iW}(x_j) \mid j \in J_2) \text{ olmak üzere,}$$

Negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi;

$$A^- = (\mu_{A^-W}(x_j), \vartheta_{A^-W}(x_j)) \text{ şeklinde gösterilir.}$$

7. Adım: Pozitif ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Ayırım Ölçümlerinin Hesaplanması

Alternatifler ile pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm arasındaki ayırımın ölçülmesi için, Hamming uzaklık ölçümü, Euclidean uzaklık ölçümü ve bu uzaklık ölçümlerinin normalize edilmiş uzaklık ölçümleri kullanılabilir. Bu çalışmada normalize edilmiş Euclidian uzaklık ölçümü kullanılmıştır. Alternatifler ile pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm arasındaki ayırım ölçümleri (S^+, S^-) Atanassov (1999) tarafından önerilen eşitlik (3.17) ve eşitlik (3.18) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S^+ = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{j=1}^n [(\mu_{ij} - \mu_{A_j^+})^2 + (\vartheta_{ij} - \vartheta_{A_j^+})^2]} \quad (3.17)$$

$$S^- = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{j=1}^n [(\mu_{ij} - \mu_{A_j^-})^2 + (\vartheta_{ij} - \vartheta_{A_j^-})^2]} \quad (3.18)$$

8. Adım: Her Bir Alternatif İçin Yakınlık Katsayısının Hesaplanması

Her bir alternatif için, pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüme göre yakınlık katsayıları eşitlik (3.19) kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, \dots, m \quad (3.19)$$

9. Adım: Alternatiflerin Sıralanması

Alternatifler, yakınlık katsayılarının büyüklüklerine göre sıralanır ve en iyi alternatif belirlenir.

3.7. PORTFÖYDE YER ALACAK FİRMALARA AİT KARAR MATRİSLERİNİN OLUŞTURULMASI VE YATIRIM YAPILACAK FİRMALARIN BELİRLENMESİ

Çalışmanın bu aşamasında, en iyi performans gösteren firmaları belirlemeye yönelik uygulama gerçekleştirilmiştir. Firmaların performansları analiz edilirken geçmiş çalışmalar incelenmiş, uzman görüşleri alınarak değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler yardımıyla alternatifler değerlendirilerek en iyi alternatifler belirlenmiştir.

Çalışmada 9 farklı değerlendirme kriteri kullanılarak 10 farklı sektörde yer alan firmalar analiz edilmiş olup, bu analiz sonucunda en iyi performans gösteren firmalar belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri ve analiz edilen sektörler aşağıda gösterilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Değerlendirme Kriterleri:

- Asit Test Oranı (C_1)
- Aktif Karlılık Oranı (C_2)
- Öz Sermaye Karlılık Oranı (C_3)
- Net Kar Marjı (C_4)
- Aktif Devir Hızı (C_5)
- Finansal Kaldıraç Oranı (C_6)
- Fiyat / Kazanç Oranı (C_7)
- Piyasa Değeri Defter Değeri Oranı (C_8)
- Temettü Verimi (C_9)

- Takipteki Kredi Oranı (Sadece bankacılık sektörü analizi için kullanılmıştır).
- Likit Aktiflerin Toplam Aktiflere Oranı (Sadece bankacılık sektörü analizi için kullanılmıştır).
- Öz Sermayenin Toplam Aktiflere Oranı (Sadece bankacılık sektörü analizi için kullanılmıştır).

Çalışmada analiz edilen sektörler:

- Ana Metal Sanayi Sektörü
- Bankacılık Sektörü
- Bilişim Sektörü
- Enerji Sektörü
- Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü
- Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü
- Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü
- Taş ve Toprağa Dayalı Sektör
- Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü
- Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü

Çalışmada 10 farklı sektörde yer alan firmalar 5 farklı yıl boyunca analiz edilmiş ancak yer tasarrufu ve akıcılık sağlanması amacıyla burada sadece Kimya, ilaç, petrol, lastik ve plastik ürünler sektörünün 2014 yılı için Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan performans değerlendirmesinin nasıl yapıldığı gösterilecektir. Diğer sektörler ve yıllara ait hesaplamalar çalışmanın ek kısmında gösterilmiştir. Kimya, ilaç, petrol, lastik ve plastik ürünler sektöründe, 2014 yılı için en iyi performans gösteren firmayı belirlemeye yönelik Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan uygulama aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.

1. Adım: İlk olarak daha önce belirlenen kriterlere göre, her bir alternatif için veriler elde edilip karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Karar Matrisi

Alternatifler	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
Acıpayam Selüloz (A ₁)	0,385	0,934	0,401	0,961	0,376	0,000	59,186	693,249	5,792
Aksa (A ₂)	8,548	15,073	7,732	1,106	0,929	7,550	44,290	8,441	1,235
Alkim Kimya (A ₃)	7,876	11,794	8,335	0,945	1,687	3,311	20,772	18,978	2,178
Aygaz (A ₄)	6,604	9,473	3,087	2,140	0,837	2,882	30,861	13,530	1,250
Bagfaş (A ₅)	5,438	13,003	10,183	0,534	0,720	0,436	60,190	18,261	2,086
Deva Holding (A ₆)	1,014	2,141	1,864	0,544	0,947	0,000	53,901	48,149	1,020
Dyo Boya (A ₇)	2,722	16,527	2,567	1,061	0,901	0,000	82,391	12,491	1,871
Ege Gübre (A ₈)	3,805	8,749	5,137	0,741	0,224	0,516	58,754	20,996	1,760
Gediz Ambalaj (A ₉)	7,250	10,152	6,574	1,103	2,947	0,000	20,475	16,015	1,550
Gübre Fabrikaları (A ₁₀)	6,666	24,685	7,394	0,901	0,672	2,540	60,924	7,961	1,812
Hektaş (A ₁₁)	15,183	20,900	16,016	0,948	1,463	8,192	31,202	8,500	1,722
İpek Doğal Enerji (A ₁₂)	2,604	9,167	6,670	0,390	7,117	0,000	10,709	5,807	0,512
İzmir Fırça (A ₁₃)	4,114	6,103	6,193	0,664	1,955	0,000	27,477	51,708	2,448
Lokman Hekim Sağlık (A ₁₄)	1,322	2,849	1,351	0,978	0,666	1,654	53,331	36,376	1,037
Mega Polietilen (A ₁₅)	2,281	2,933	2,635	0,866	2,973	0,000	21,494	33,181	0,959
Petkim (A ₁₆)	0,183	0,336	0,156	1,175	1,146	1,083	42,368	612,126	1,853
Politeknik Metal (A ₁₇)	13,045	17,591	7,772	1,679	3,950	2,367	20,577	30,985	4,227
RTA Laboratuvarları (A ₁₈)	11,577	15,768	17,163	0,675	2,813	0,000	23,243	12,573	1,553
Sasa Polyester (A ₁₉)	10,835	25,035	5,900	1,836	0,776	0,000	51,869	5,909	1,317
Selçuk Ecza Deposu (A ₂₀)	4,991	11,016	2,590	1,927	1,271	2,400	53,861	8,110	0,858
Soda Sanayii (A ₂₁)	19,707	27,772	23,929	0,824	3,001	2,369	26,133	5,600	1,391
Sodaş Sodyum Sanayii (A ₂₂)	2,208	2,614	3,196	0,691	8,412	2,344	16,815	46,771	1,244
Temapol Polimer Plastik (A ₂₃)	6,141	16,347	6,515	0,942	1,383	0,000	60,221	23,807	3,598
Tüpraş (A ₂₄)	6,775	25,936	3,673	1,844	0,501	2,432	71,674	9,492	2,249

2.Adım: Karar matrisi (D) oluşturulduktan sonra, karar matrisinde yer alan değerler eşitlik (3.13) kullanılarak normalleştirme işlemine tabi tutulmuş ve normalleştirilmiş karar matrisi (N) oluşturulmuştur. Karar matrisindeki değerlerin normalleştirme işlemleri aşağıda açıklanmış ve oluşturulan normalleştirilmiş karar matrisi Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

$$n_{11} = \frac{0,385}{\sqrt{0,385^2 + 8,588^2 + \dots + 6,775^2}} = \frac{0,385}{38,896} = 0,010$$

$$n_{12} = \frac{0,934}{\sqrt{0,934^2 + 15,073^2 + \dots + 25,936^2}} = \frac{0,934}{72,745} = 0,013$$

$$n_{13} = \frac{0,401}{\sqrt{0,401^2 + 7,732^2 + \dots + 3,673^2}} = \frac{0,401}{41,957} = 0,010$$

⋮

⋮

⋮

$$n_{24x7} = \frac{71,674}{\sqrt{59,186^2 + 44,290^2 + \dots + 71,624^2}} = \frac{71,674}{225,781} = 0,317$$

$$n_{24x8} = \frac{9,492}{\sqrt{693,249^2 + 8,441^2 + \dots + 9,492^2}} = \frac{9,492}{932,081} = 0,010$$

$$n_{24x9} = \frac{2,249}{\sqrt{5,792^2 + 1,235^2 + \dots + 2,249^2}} = \frac{2,249}{10,860} = 0,207$$

Tablo 3.2. Normalleştirilmiş Karar Matrisi

Alternatifler	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
(A_1)	0,010	0,013	0,010	0,169	0,027	0,000	0,262	0,744	0,533
(A_2)	0,220	0,207	0,184	0,195	0,067	0,559	0,196	0,009	0,114
(A_3)	0,202	0,162	0,199	0,166	0,122	0,245	0,092	0,020	0,201
(A_4)	0,170	0,130	0,074	0,377	0,061	0,213	0,137	0,015	0,115
(A_5)	0,140	0,179	0,243	0,094	0,052	0,032	0,267	0,020	0,192
(A_6)	0,026	0,029	0,044	0,096	0,069	0,000	0,239	0,052	0,094
(A_7)	0,070	0,227	0,061	0,187	0,065	0,000	0,365	0,013	0,172
(A_8)	0,098	0,120	0,122	0,130	0,016	0,038	0,260	0,023	0,162
(A_9)	0,186	0,140	0,157	0,194	0,213	0,000	0,091	0,017	0,143
(A_{10})	0,171	0,339	0,176	0,159	0,049	0,188	0,270	0,009	0,167
(A_{11})	0,390	0,287	0,382	0,167	0,106	0,606	0,138	0,009	0,159
(A_{12})	0,067	0,126	0,159	0,069	0,515	0,000	0,047	0,006	0,047
(A_{13})	0,106	0,084	0,148	0,117	0,142	0,000	0,122	0,055	0,225
(A_{14})	0,034	0,039	0,032	0,172	0,048	0,122	0,236	0,039	0,096
(A_{15})	0,059	0,040	0,063	0,152	0,215	0,000	0,095	0,036	0,088
(A_{16})	0,005	0,005	0,004	0,207	0,083	0,080	0,188	0,657	0,171
(A_{17})	0,335	0,242	0,185	0,295	0,286	0,175	0,091	0,033	0,389
(A_{18})	0,298	0,217	0,409	0,119	0,204	0,000	0,103	0,013	0,143
(A_{19})	0,279	0,344	0,141	0,323	0,056	0,000	0,230	0,006	0,121
(A_{20})	0,128	0,151	0,062	0,339	0,092	0,178	0,239	0,009	0,079
(A_{21})	0,507	0,382	0,570	0,145	0,217	0,175	0,116	0,006	0,128
(A_{22})	0,057	0,036	0,076	0,122	0,609	0,173	0,074	0,050	0,115
(A_{23})	0,158	0,225	0,155	0,166	0,100	0,000	0,267	0,026	0,331
(A_{24})	0,174	0,357	0,088	0,325	0,036	0,180	0,317	0,010	0,207

3. Adım: Her bir değerin normalleştirme işlemi tamamlandıktan ve normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulduktan sonra, ilk olarak her alternatifin her bir kritere ait değeri, eşitlik (3.14) yardımıyla bulanık sayılara daha sonra da eşitlik (3.15) yardımıyla sezgisel bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Bir bulanık sayı üyelik (μ) ve non-üyelik (ϑ) derecelerinden oluşur. Normalleştirilmiş karar matrisindeki her bir değer, alternatiflere ait bulanık sayıların üyelik (μ) derecelerini oluşturmaktadır. Bir bulanık sayıda üyelik ve non üyelik derecelerinin toplamı 1'e eşit olacağından, herhangi bir bulanık sayının non-üyelik derecesi o bulanık sayının üyelik derecesinin 1'den çıkarılması ile bulunur. Alternatiflerin her bir kritere göre üyelik ve non-üyelik dereceleri eşitlik (3.14) kullanılarak hesaplanmıştır. Alternatiflere ait üyelik ve non-üyelik derecelerinin hesaplama işlemleri aşağıda açıklanmış ve oluşturulan bulanık karar matrisi Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

$$\mu_{11} = 0,010; \vartheta_{11} = 1 - 0,010 = 0,990$$

$$\mu_{11}; \vartheta_{11} = 0,010; 0,990$$

$$\mu_{12} = 0,013; \vartheta_{12} = 1 - 0,013 = 0,887$$

$$\mu_{12}; \vartheta_{12} = 0,013; 0,887$$

$$\mu_{13} = 0,010; \vartheta_{13} = 1 - 0,013 = 0,990$$

$$\mu_{13}; \vartheta_{13} = 0,010; 0,990$$

⋮

$$\mu_{24x7} = 0,317; \vartheta_{24x7} = 1 - 0,317 = 0,683$$

$$\mu_{24x7}; \vartheta_{24x7} = 0,317; 0,683$$

$$\mu_{24x8} = 0,010; \vartheta_{24x8} = 1 - 0,010 = 0,990$$

$$\mu_{24x8}; \vartheta_{24x8} = 0,010; 0,990$$

$$\mu_{24x9} = 0,207; \vartheta_{24x9} = 1 - 0,010 = 0,703$$

$$\mu_{24x9}; \vartheta_{24x9} = 0,207; 0,703$$

Tablo 3.3. Bulanık Karar Matrisi

Alternatifler	C_1		C_2		C_3		C_4		C_5		C_6		C_7		C_8		C_9	
	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ
(A ₁)	0,010	0,990	0,013	0,987	0,010	0,990	0,169	0,831	0,027	0,973	0,000	1,000	0,262	0,738	0,744	0,256	0,533	0,467
(A ₂)	0,220	0,780	0,207	0,793	0,184	0,816	0,195	0,805	0,067	0,933	0,559	0,441	0,196	0,804	0,009	0,991	0,114	0,886
(A ₃)	0,202	0,798	0,162	0,838	0,199	0,801	0,166	0,834	0,122	0,878	0,245	0,755	0,092	0,908	0,020	0,980	0,201	0,799
(A ₄)	0,170	0,830	0,130	0,870	0,074	0,926	0,377	0,623	0,061	0,939	0,213	0,787	0,137	0,863	0,015	0,985	0,115	0,885
(A ₅)	0,140	0,860	0,179	0,821	0,243	0,757	0,094	0,906	0,052	0,948	0,032	0,968	0,267	0,733	0,020	0,980	0,192	0,808
(A ₆)	0,026	0,974	0,029	0,971	0,044	0,956	0,096	0,904	0,069	0,931	0,000	1,000	0,239	0,761	0,052	0,948	0,094	0,906
(A ₇)	0,070	0,930	0,227	0,773	0,061	0,939	0,187	0,813	0,065	0,935	0,000	1,000	0,365	0,635	0,013	0,987	0,172	0,828
(A ₈)	0,098	0,902	0,120	0,880	0,122	0,878	0,130	0,870	0,016	0,984	0,038	0,962	0,260	0,740	0,023	0,977	0,162	0,838
(A ₉)	0,186	0,814	0,140	0,860	0,157	0,843	0,194	0,806	0,213	0,787	0,000	1,000	0,091	0,909	0,017	0,983	0,143	0,857
(A ₁₀)	0,171	0,829	0,339	0,661	0,176	0,824	0,159	0,841	0,049	0,951	0,188	0,812	0,270	0,730	0,009	0,991	0,167	0,833
(A ₁₁)	0,390	0,610	0,287	0,713	0,382	0,618	0,167	0,833	0,106	0,894	0,606	0,394	0,138	0,862	0,009	0,991	0,159	0,841
(A ₁₂)	0,067	0,933	0,126	0,874	0,159	0,841	0,069	0,931	0,515	0,485	0,000	1,000	0,047	0,953	0,006	0,994	0,047	0,953
(A ₁₃)	0,106	0,894	0,084	0,916	0,148	0,852	0,117	0,883	0,142	0,858	0,000	1,000	0,122	0,878	0,055	0,945	0,225	0,775
(A ₁₄)	0,034	0,966	0,039	0,961	0,032	0,968	0,172	0,828	0,048	0,952	0,122	0,878	0,236	0,764	0,039	0,961	0,096	0,904
(A ₁₅)	0,059	0,941	0,040	0,960	0,063	0,937	0,152	0,848	0,215	0,785	0,000	1,000	0,095	0,905	0,036	0,964	0,088	0,912
(A ₁₆)	0,005	0,995	0,005	0,995	0,004	0,996	0,207	0,793	0,083	0,917	0,080	0,920	0,188	0,812	0,657	0,343	0,171	0,829
(A ₁₇)	0,335	0,665	0,242	0,758	0,185	0,815	0,295	0,705	0,286	0,714	0,175	0,825	0,091	0,909	0,033	0,967	0,389	0,611
(A ₁₈)	0,298	0,702	0,217	0,783	0,409	0,591	0,119	0,881	0,204	0,796	0,000	1,000	0,103	0,897	0,013	0,987	0,143	0,857
(A ₁₉)	0,279	0,721	0,344	0,656	0,141	0,859	0,323	0,677	0,056	0,944	0,000	1,000	0,230	0,770	0,006	0,994	0,121	0,879
(A ₂₀)	0,128	0,872	0,151	0,849	0,062	0,938	0,339	0,661	0,092	0,908	0,178	0,822	0,239	0,761	0,009	0,991	0,079	0,921
(A ₂₁)	0,507	0,493	0,382	0,618	0,570	0,430	0,145	0,855	0,217	0,783	0,175	0,825	0,116	0,884	0,006	0,994	0,128	0,872
(A ₂₂)	0,057	0,943	0,036	0,964	0,076	0,924	0,122	0,878	0,609	0,391	0,173	0,827	0,074	0,926	0,050	0,950	0,115	0,885
(A ₂₃)	0,158	0,842	0,225	0,775	0,155	0,845	0,166	0,834	0,100	0,900	0,000	1,000	0,267	0,733	0,026	0,974	0,331	0,669
(A ₂₄)	0,174	0,826	0,357	0,643	0,088	0,912	0,325	0,675	0,036	0,964	0,180	0,820	0,317	0,683	0,010	0,990	0,207	0,793

Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra, eşitlik (3.15) kullanılarak bulanık sayılar sezgisel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Bulanık sayıların sezgisel bulanık sayılara dönüştürme işlemleri aşağıda açıklanmış ve oluşturulan sezgisel bulanık karar matrisi Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

$$\vartheta_{11} = \frac{0,990}{0,990 + 0,780 + \dots + 0,826} = \frac{0,990}{20,111} = 0,049$$

$$\vartheta_{12} = \frac{0,987}{0,987 + 0,793 + \dots + 0,643} = \frac{0,987}{19,919} = 0,050$$

$$\vartheta_{13} = \frac{0,990}{0,990 + 0,816 + \dots + 0,912} = \frac{0,990}{20,257} = 0,049$$

⋮

$$\vartheta_{24x7} = \frac{0,683}{0,738 + 0,804 + \dots + 0,683} = \frac{0,683}{19,559} = 0,035$$

$$\vartheta_{24x8} = \frac{0,990}{0,256 + 0,991 + \dots + 0,990} = \frac{0,990}{22,124} = 0,045$$

$$\vartheta_{24x9} = \frac{0,793}{0,767 + 0,886 + \dots + 0,793} = \frac{0,793}{19,808} = 0,040$$

Tablo 3.4. Sezgisel Bulanık Karar Matrisi

Alternatifler	C_1		C_2		C_3		C_4		C_5		C_6		C_7		C_8		C_9	
	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ
(A ₁)	0,010	0,049	0,013	0,050	0,010	0,049	0,169	0,043	0,027	0,047	0,000	0,048	0,262	0,038	0,744	0,012	0,533	0,024
(A ₂)	0,220	0,039	0,207	0,040	0,184	0,040	0,195	0,041	0,067	0,045	0,559	0,021	0,196	0,041	0,009	0,045	0,114	0,045
(A ₃)	0,202	0,040	0,162	0,042	0,199	0,040	0,166	0,043	0,122	0,043	0,245	0,036	0,092	0,046	0,020	0,044	0,201	0,040
(A ₄)	0,170	0,041	0,130	0,044	0,074	0,046	0,377	0,032	0,061	0,046	0,213	0,037	0,137	0,044	0,015	0,045	0,115	0,045
(A ₅)	0,140	0,043	0,179	0,041	0,243	0,037	0,094	0,046	0,052	0,046	0,032	0,046	0,267	0,037	0,020	0,044	0,192	0,041
(A ₆)	0,026	0,048	0,029	0,049	0,044	0,047	0,096	0,046	0,069	0,045	0,000	0,048	0,239	0,039	0,052	0,043	0,094	0,046
(A ₇)	0,070	0,046	0,227	0,039	0,061	0,046	0,187	0,042	0,065	0,045	0,000	0,048	0,365	0,032	0,013	0,045	0,172	0,042
(A ₈)	0,098	0,045	0,120	0,044	0,122	0,043	0,130	0,045	0,016	0,048	0,038	0,046	0,260	0,038	0,023	0,044	0,162	0,042
(A ₉)	0,186	0,040	0,140	0,043	0,157	0,042	0,194	0,041	0,213	0,038	0,000	0,048	0,091	0,046	0,017	0,044	0,143	0,043
(A ₁₀)	0,171	0,041	0,339	0,033	0,176	0,041	0,159	0,043	0,049	0,046	0,188	0,039	0,270	0,037	0,009	0,045	0,167	0,042
(A ₁₁)	0,390	0,030	0,287	0,036	0,382	0,031	0,167	0,043	0,106	0,044	0,606	0,019	0,138	0,044	0,009	0,045	0,159	0,042
(A ₁₂)	0,067	0,046	0,126	0,044	0,159	0,042	0,069	0,048	0,515	0,024	0,000	0,048	0,047	0,049	0,006	0,045	0,047	0,048
(A ₁₃)	0,106	0,044	0,084	0,046	0,148	0,042	0,117	0,045	0,142	0,042	0,000	0,048	0,122	0,045	0,055	0,043	0,225	0,039
(A ₁₄)	0,034	0,048	0,039	0,048	0,032	0,048	0,172	0,042	0,048	0,046	0,122	0,042	0,236	0,039	0,039	0,043	0,096	0,046
(A ₁₅)	0,059	0,047	0,040	0,048	0,063	0,046	0,152	0,043	0,215	0,038	0,000	0,048	0,095	0,046	0,036	0,044	0,088	0,046
(A ₁₆)	0,005	0,049	0,005	0,050	0,004	0,049	0,207	0,041	0,083	0,045	0,080	0,044	0,188	0,042	0,657	0,016	0,171	0,042
(A ₁₇)	0,335	0,033	0,242	0,038	0,185	0,040	0,295	0,036	0,286	0,035	0,175	0,039	0,091	0,046	0,033	0,044	0,389	0,031
(A ₁₈)	0,298	0,035	0,217	0,039	0,409	0,029	0,119	0,045	0,204	0,039	0,000	0,048	0,103	0,046	0,013	0,045	0,143	0,043
(A ₁₉)	0,279	0,036	0,344	0,033	0,141	0,042	0,323	0,035	0,056	0,046	0,000	0,048	0,230	0,039	0,006	0,045	0,121	0,044
(A ₂₀)	0,128	0,043	0,151	0,043	0,062	0,046	0,339	0,034	0,092	0,044	0,178	0,039	0,239	0,039	0,009	0,045	0,079	0,046
(A ₂₁)	0,507	0,025	0,382	0,031	0,570	0,021	0,145	0,044	0,217	0,038	0,175	0,039	0,116	0,045	0,006	0,045	0,128	0,044
(A ₂₂)	0,057	0,047	0,036	0,048	0,076	0,046	0,122	0,045	0,609	0,019	0,173	0,039	0,074	0,047	0,050	0,043	0,115	0,045
(A ₂₃)	0,158	0,042	0,225	0,039	0,155	0,042	0,166	0,043	0,100	0,044	0,000	0,048	0,267	0,037	0,026	0,044	0,331	0,034
(A ₂₄)	0,174	0,041	0,357	0,032	0,088	0,045	0,325	0,035	0,036	0,047	0,180	0,039	0,317	0,035	0,010	0,045	0,207	0,040

4. Adım: Sezgisel bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra, firmaların performanslarını ölçmek için belirlenen kriterler ağırlıklandırılmıştır. Bu çalışmada kriter ağırlıklarının belirlemek için, iki akademisyenden ve iki portföy yöneticisinden yardım alınmıştır. İlk olarak uzmanlardan çalışmada kullanılacak kriterleri 1 ile 10 arasında (1 en düşük önem düzeyi 10 en yüksek önem düzeyi olmak üzere) puanlamaları istenmiştir. Oluşan puan durumu Tablo 3.5’te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Kriter Puanlama Tablosu

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	Toplam
Uzman 1	7	10	10	4	5	10	7	10	6	69
Uzman 2	10	8	10	9	8	6	8	9	7	75
Uzman 3	3	10	5	5	5	7	6	7	5	53
Uzman 4	7	9	10	5	6	7	7	9	8	68
Toplam	27	37	35	23	24	30	28	35	26	265

Her bir uzman puanlamayı yaptıktan sonra, her bir kriter için verilen puanlar toplanmış ve o kritere ait toplam puan elde edilmiştir. Daha sonra, her bir kriterin toplam puanı bütün kriterlerin toplam puanına bölünerek her bir kriterin ağırlığı hesaplanmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplama işlemleri aşağıda açıklanmış ve kriter ağırlıkları Tablo 3.6’da gösterilmiştir.

$$W_1 = \frac{27}{265} = 0,102$$

$$W_2 = \frac{37}{265} = 0,140$$

⋮

$$W_8 = \frac{35}{265} = 0,132$$

$$W_9 = \frac{26}{265} = 0,098$$

Tablo 3.6. Kriter Ağırlıkları

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9
0,102	0,140	0,132	0,087	0,091	0,113	0,106	0,132	0,098

5. Adım: Kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, eşitlik (3.16) kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırma işlemleri aşağıda açıklanmış ve oluşturulan ağırlıklandırılmış sezgisel bulanık karar matrisi Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

$$\mu_{w11} = 1 - (1 - 0,010)^{0,102} = 0,0010$$

$$\vartheta_{w11} = 0,049^{0,102} = 0,7358$$

$$\mu_{w12} = 1 - (1 - 0,013)^{0,140} = 0,0018$$

$$\vartheta_{w12} = 0,050^{0,140} = 0,6574$$

$$\mu_{w13} = 1 - (1 - 0,010)^{0,132} = 0,0013$$

$$\vartheta_{w13} = 0,049^{0,132} = 0,6712$$

⋮

$$\mu_{w24x7} = 1 - (1 - 0,317)^{0,106} = 0,0396$$

$$\vartheta_{w24x7} = 0,035^{0,106} = 0,7015$$

$$\mu_{w24x8} = 1 - (1 - 0,010)^{0,132} = 0,0014$$

$$\vartheta_{w24x8} = 0,045^{0,132} = 0,6634$$

$$\mu_{w24x9} = 1 - (1 - 0,207)^{0,098} = 0,0225$$

$$\vartheta_{w24x8} = 0,040^{0,098} = 0,7292$$

Tablo 3.7. Ağırlıklandırılmış Sezgisel Bulanık Karar Matrisi

Alternatifler	C ₁		C ₂		C ₃		C ₄		C ₅		C ₆		C ₇		C ₈		C ₉	
	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ	μ	ϑ
(A ₁)	0,001	0,736	0,002	0,657	0,001	0,671	0,016	0,760	0,002	0,759	0,000	0,708	0,032	0,707	0,165	0,555	0,072	0,692
(A ₂)	0,025	0,718	0,032	0,638	0,027	0,654	0,019	0,758	0,006	0,756	0,088	0,646	0,023	0,714	0,001	0,664	0,012	0,737
(A ₃)	0,023	0,720	0,024	0,642	0,029	0,653	0,016	0,761	0,012	0,752	0,031	0,686	0,010	0,723	0,003	0,663	0,022	0,730
(A ₄)	0,019	0,723	0,019	0,646	0,010	0,665	0,040	0,742	0,006	0,756	0,027	0,689	0,015	0,719	0,002	0,663	0,012	0,737
(A ₅)	0,015	0,725	0,027	0,641	0,036	0,648	0,009	0,766	0,005	0,757	0,004	0,706	0,032	0,707	0,003	0,663	0,021	0,731
(A ₆)	0,003	0,735	0,004	0,656	0,006	0,668	0,009	0,766	0,006	0,756	0,000	0,708	0,028	0,710	0,007	0,660	0,010	0,739
(A ₇)	0,007	0,731	0,035	0,635	0,008	0,667	0,018	0,759	0,006	0,756	0,000	0,708	0,047	0,696	0,002	0,663	0,018	0,732
(A ₈)	0,010	0,729	0,018	0,647	0,017	0,661	0,012	0,763	0,001	0,759	0,004	0,705	0,031	0,707	0,003	0,662	0,017	0,733
(A ₉)	0,021	0,721	0,021	0,645	0,022	0,657	0,019	0,758	0,021	0,744	0,000	0,708	0,010	0,723	0,002	0,663	0,015	0,735
(A ₁₀)	0,019	0,723	0,056	0,622	0,025	0,655	0,015	0,761	0,005	0,757	0,023	0,692	0,033	0,707	0,001	0,664	0,018	0,733
(A ₁₁)	0,049	0,700	0,046	0,628	0,062	0,631	0,016	0,761	0,010	0,753	0,100	0,637	0,016	0,719	0,001	0,664	0,017	0,734
(A ₁₂)	0,007	0,731	0,019	0,646	0,023	0,657	0,006	0,768	0,063	0,712	0,000	0,708	0,005	0,727	0,001	0,664	0,005	0,743
(A ₁₃)	0,011	0,728	0,012	0,651	0,021	0,658	0,011	0,764	0,014	0,750	0,000	0,708	0,014	0,720	0,008	0,659	0,025	0,728
(A ₁₄)	0,004	0,734	0,006	0,655	0,004	0,669	0,016	0,760	0,004	0,757	0,015	0,698	0,028	0,710	0,005	0,661	0,010	0,739
(A ₁₅)	0,006	0,732	0,006	0,655	0,009	0,666	0,014	0,762	0,022	0,744	0,000	0,708	0,011	0,723	0,005	0,661	0,009	0,739
(A ₁₆)	0,000	0,736	0,001	0,658	0,000	0,672	0,020	0,757	0,008	0,755	0,009	0,702	0,022	0,715	0,132	0,577	0,018	0,732
(A ₁₇)	0,041	0,707	0,038	0,634	0,027	0,654	0,030	0,750	0,030	0,738	0,022	0,693	0,010	0,723	0,004	0,661	0,047	0,711
(A ₁₈)	0,035	0,711	0,034	0,636	0,067	0,627	0,011	0,764	0,020	0,745	0,000	0,708	0,011	0,722	0,002	0,663	0,015	0,735
(A ₁₉)	0,033	0,712	0,057	0,621	0,020	0,659	0,033	0,747	0,005	0,757	0,000	0,708	0,027	0,711	0,001	0,664	0,013	0,737
(A ₂₀)	0,014	0,726	0,023	0,644	0,008	0,666	0,035	0,745	0,009	0,754	0,022	0,693	0,028	0,710	0,001	0,664	0,008	0,740
(A ₂₁)	0,069	0,685	0,065	0,616	0,106	0,601	0,013	0,762	0,022	0,744	0,022	0,693	0,013	0,721	0,001	0,664	0,013	0,736
(A ₂₂)	0,006	0,732	0,005	0,655	0,010	0,665	0,011	0,764	0,082	0,699	0,021	0,693	0,008	0,724	0,007	0,660	0,012	0,737
(A ₂₃)	0,017	0,724	0,035	0,636	0,022	0,657	0,016	0,761	0,010	0,753	0,000	0,708	0,032	0,707	0,003	0,662	0,039	0,717
(A ₂₄)	0,019	0,722	0,060	0,619	0,012	0,664	0,033	0,747	0,003	0,758	0,022	0,693	0,040	0,702	0,001	0,663	0,023	0,729

6. Adım: Ağırlıklandırılmış sezgisel bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra, pozitif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümesi belirlenmiştir. Çözüm kümeleri belirlenirken, kriterlerin fayda veya maliyet kriterleri olup olmadığına dikkat edilmelidir. Çalışmada ilk 6 kriter fayda kriteri olup maksimum düzeyde olması arzu edilirken son üç kriter maliyet kriteri olup minimum düzeyde olması arzu edilmektedir. Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümeleri aşağıda gösterilmiştir.

$$A^+ = \left\{ \begin{array}{l} ((0,0695; 0,6854), (0,0649; 0,6158), (0,1056; 0,6011), (0,0402; 0,7416),) \\ ((0,0815; 0,6985), (0,1001; 0,6374), (0,0051; 0,7267), (0,0008; 0,6638)) \\ (0,0047; 0,7425) \end{array} \right\}$$

$$A^- = \left\{ \begin{array}{l} ((0,0005; 0,7362), (0,0006; 0,6581), (0,0005; 0,6718), (0,0062; 0,7679),) \\ ((0,0015; 0,7594), (0,0000; 0,7083), (0,0468; 0,6962), (0,1646; 0,5550)) \\ (0,0720; 0,6923) \end{array} \right\}$$

7. Adım: Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözüm kümeleri belirlendikten sonra, eşitlik (3.17) ve eşitlik (3.18) yardımıyla pozitif sezgisel bulanık ideal (S_i^+) ve negatif sezgisel bulanık ideal (S_i^-) ayırım ölçümleri hesaplanmıştır. Pozitif ve negatif sezgisel ideal ayırım ölçümlerini hesaplama işlemleri aşağıda açıklanmış elde edilen ayırım ölçümleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

➤ Pozitif Sezgisel Bulanık İdeal Ayırım Ölçümlerinin Hesaplanması

$$S_1^+ = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0010 - 0,0695)^2 + (0,7358 - 0,6854)^2 + \dots + (0,06923 - 0,7425)^2)}$$

$$S_1^+ = 0,0751$$

$$S_2^+ = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0250 - 0,0695)^2 + (0,7182 - 0,6854)^2 + \dots + (0,7373 - 0,7425)^2)}$$

$$S_2^+ = 0,0366$$

⋮

$$S_{23}^+ = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0174 - 0,0695)^2 + (0,7238 - 0,6854)^2 + \dots + (0,7172 - 0,7425)^2)}$$

$$S_{23}^+ = 0,0487$$

$$S_{24}^+ = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0193 - 0,0695)^2 + (0,7223 - 0,6854)^2 + \dots + (0,7292 - 0,7425)^2)}$$

$$S_{24}^+ = 0,0458$$

➤ Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Ayırım Ölçümlerinin Hesaplanması

$$S_1^- = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0010 - 0,0005)^2 + (0,7358 - 0,7362)^2 + \dots + (0,06923 - 0,6923)^2)}$$

$$S_1^- = 0,0053$$

$$S_2^- = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0250 - 0,0005)^2 + (0,7182 - 0,7362)^2 + \dots + (0,7373 - 0,6923)^2)}$$

$$S_2^- = 0,0579$$

⋮

$$S_{23}^- = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0174 - 0,0005)^2 + (0,7238 - 0,7362)^2 + \dots + (0,7172 - 0,6923)^2)}$$

$$S_{23}^- = 0,0486$$

$$S_{24}^- = \sqrt{\frac{1}{18} \times ((0,0193 - 0,0005)^2 + (0,7223 - 0,7362)^2 + \dots + (0,7292 - 0,6923)^2)}$$

$$S_{24}^- = 0,0527$$

Tablo 3.8. Pozitif ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Ayrım Ölçümleri

Alternatifler	S^+	S^-
S_1	0,0751	0,0053
S_2	0,0366	0,0579
S_3	0,0412	0,0518
S_4	0,0457	0,0524
S_5	0,0471	0,0503
S_6	0,0543	0,0486
S_7	0,0520	0,0499
S_8	0,0508	0,0493
S_9	0,0461	0,0516
S_{10}	0,0435	0,0528
S_{11}	0,0272	0,0633
S_{12}	0,0450	0,0556
S_{13}	0,0495	0,0483
S_{14}	0,0521	0,0493
S_{15}	0,0510	0,0505
S_{16}	0,0651	0,0205
S_{17}	0,0393	0,0518
S_{18}	0,0394	0,0556
S_{19}	0,0460	0,0541
S_{20}	0,0468	0,0520
S_{21}	0,0300	0,0652
S_{22}	0,0443	0,0552
S_{23}	0,0487	0,0486
S_{24}	0,0458	0,0527

8. Adım: Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal ayrım ölçümleri hesaplandıktan sonra eşitlik (3.19) kullanılarak her bir alternatifin yakınlık katsayıları (C_i^*) hesaplanmıştır. Yakınlık katsayılarının hesaplama işlemleri aşağıda açıklanmış ve elde edilen yakınlık katsayıları Tablo 3.9’da sunulmuştur.

$$C_1^* = \frac{0,0053}{0,0053 + 0,0751} = 0,0664$$

$$C_2^* = \frac{0,0579}{0,0579 + 0,0366} = 0,6127$$

$$C_3^* = \frac{0,0518}{0,0518 + 0,0412} = 0,5571$$

⋮

$$C_{22}^* = \frac{0,0552}{0,0552 + 0,0443} = 0,5549$$

$$C_{23}^* = \frac{0,0487}{0,0487 + 0,0486} = 0,4994$$

$$C_{24}^* = \frac{0,0458}{0,0458 + 0,0527} = 0,5350$$

Tablo 3.9. Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları

Alternatifler	C^*
Acıpayam Selüloz	0,0664
Aksa	0,6127
Alkim Kimya	0,5571
Aygaz	0,5340
Bagfaş	0,5161
Deva Holding	0,4724
Dyo Boya	0,4896
Ege Gübre	0,4927
Gediz Ambalaj	0,5282
Gübre Fabrikaları	0,5483
Hektaş	0,6991
İpek Doğal Enerji	0,5526
İzmir Fırça	0,4938
Lokman Hekim Sağlık	0,4864
Mega Polietilen	0,4978
Petkim	0,2392
Politeknik Metal	0,5687
RTA Laboratuvarları	0,5855
Sasa Polyester	0,5407
Selçuk Ecza Deposu	0,5260
Soda Sanayii	0,6848
Sodaş Sodyum Sanayii	0,5549
Temapol Polimer Plastik	0,4994
Tüpraş	0,5350

9. Adım: En yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatif en iyi alternatif anlamına gelmektedir. Bu nedenle, alternatifler yakınlık katsayılarına göre büyükten küçüğe doğru yani en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru sıralanır. Alternatifler Tablo 3.10'da en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru sıralanmıştır. Kimya, ilaç, petrol, lastik ve plastik ürünler sektörünün 2014 yılına ait verileri kullanılarak, sezgisel bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan sıralamada en iyi performansı gösteren firma Hektaş olurken en kötü performansı gösteren firma ise Acıpayam Selüloz olmuştur.

Tablo 3.10. Alternatiflerin Sıralaması

Alternatifler	C*
Hektaş	0,6991
Soda Sanayii	0,6848
Aksa	0,6127
RTA Laboratuvarları	0,5855
Politeknik Metal	0,5687
Alkim Kimya	0,5571
Sodaş Sodyum Sanayii	0,5549
İpek Doğal Enerji	0,5526
Gübre Fabrikaları	0,5483
Sasa Polyester	0,5407
Tüpraş	0,5350
Aygaz	0,5340
Gediz Ambalaj	0,5282
Selçuk Ecza Deposu	0,5260
Bagfaş	0,5161
Temapol Polimer Plastik	0,4994
Mega Polietilen	0,4978
İzmir Fırça	0,4938
Ege Gübre	0,4927
Dyo Boya	0,4896
Lokman Hekim Sağlık	0,4864
Deva Holding	0,4724
Petkim	0,2392
Acıpayam Selüloz	0,066

3.8. YILLARA GÖRE PORTFÖYLERİN OLUŞTURULMASI

Portföy oluştururken, portföye dahil edilecek hisse senetlerini ve bu hisse senetlerinin portföyde hangi ağırlıkta yer alacağını belirlemek en önemli noktadır. Bu amaçla çalışmada, en iyi performansı gösteren firmaları belirleyebilmek için yukarıdaki kimya, ilaç, petrol, lastik ve plastik ürünler sektörü örneğinde gösterildiği gibi, 10 farklı

sektör için Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Her sektör kendi içerisinde değerlendirilmiş ve sektörde yer alan firmalar en iyi performans gösterenden en kötü performans gösterene doğru sıralanmıştır. Daha sonra, her yıl için oluşturulacak portföylere dahil etmek için belirlenen alternatifler arasından 23 tane firma seçilmiştir. Bu 23 firma belirlenirken, sektörlerde yer alan firma sayıları dikkate alınarak; firma sayısı az olan sektörlerden en iyi bir firma, firma sayısı orta seviyede olan sektörlerden en iyi iki firma, firma sayısı yüksek olan sektörlerden en iyi üç firma portföy oluşturma sürecine dahil edilmiştir.

Portföyde yer alacak hisse senetleri belirlendikten sonra, her yıl için farklı portföyler oluşturulmuş ve oluşturulan bu portföylerin getirileri, riskleri, değişim katsayıları ve Sharpe oranları hesaplanmış, birbirleriyle ve o yılki BİST 100 endeksiyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmada her yıl için A, B ve C portföyü olmak üzere 3, toplamda 15 farklı portföy oluşturulmuştur. A portföyü oluşturulurken portföyde yer alacak hisse senetleri ve ağırlıkları, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenen hisse senetleri içerisinde Ortalama Varyans Modeli kullanılarak minimum varyanslı olacak şekilde optimizasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Optimizasyon işlemi için Microsoft Excel programında yer alan çözücü eklentisi kullanılmıştır.

B portföyü, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan analiz sonucunda, o yıl için her sektörde en iyi performans gösteren firmalara ait hisse senetlerinin portföye dahil edilmesi ile oluşturulmuştur. Çalışmada 10 farklı sektör analiz edildiğinden B portföyünde, kendi sektöründe en iyi performansı gösteren firmalara ait 10 farklı hisse senedi yer almış ve bu hisse senetlerine portföyde eşit ağırlıklı olacak şekilde yer verilmiştir.

C portföyü ise yine Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucunda sektördeki firma sayıları dikkate alınarak belirlenen 10 farklı sektörde yer alan toplam 23 hisse senedinin, portföyde eşit ağırlıklı olarak yer alması ile oluşturulmuştur. Yıllara göre oluşturulan portföylerin getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı hesaplamaları ve BİST 100 endeksiyle karşılaştırmaları aşağıda açıklanmıştır.

3.8.1. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

2015 yılı için oluşturulan portföylerde yer alacak hisse senetlerini belirlemek için Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen firmalar ile bu firmaların yer aldıkları sektörler ve performans sıralamaları Tablo 3.11’de gösterilmiştir.

Tablo 3.11. 2015 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri

SEKTÖR	SIRA	HİSSE KODU	FİRMA ADI
ANA METAL SANAYİ	1	KRDMA	Kardemir (A)
	2	EREGL	Ereğli Demir Çelik
	3	ERBOS	Erbosan
BANKALAR	1	TSKB	T.S.K.B.
	2	GARAN	Garanti Bankası
BİLİŞİM TEKNOLOJİ SAVUNMA	1	ESCOM	Escort Teknoloji
	2	LINK	Link Bilgisayar
ENERJİ	1	ODAS	Odaş Elektrik
GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	1	VANGD	Vanet Gıda
	2	TATGD	Tat Gıda
	3	PNSUT	Pınar Süt
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	1	HEKTS	Hektaş
	2	SODA	Soda Sanayii
	3	AKSA	Aksa
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	1	EGEEN	Ege Endüstri
	2	ULUSE	Ulusoy Elektrik
	3	FMIZP	F-M İzmit Piston
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	1	ADANA	Adana Çimento (A)
	2	UNYEC	Ünye Çimento
	3	MRDIN	Mardin Çimento
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	1	ATEKS	Akın Tekstil
	2	SNPAM	Sönmez Pamuklu
ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	1	TAVHL	TAV Havalimanları

2015 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak firmalara ait hisse senetleri belirlendikten sonra, 2015 yılı için A, B ve C portföyü olmak üzere 3 farklı portföy oluşturulmuştur. Bu portföylerin oluşturulma süreçleri, getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplamaları aşağıda açıklanmıştır.

➤ **2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

A portföyünü oluştururken, portföyde yer alacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlıkları, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenen 23 firmaya ait hisse senedi içerisinde optimizasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Optimizasyon işlemi için, Microsoft Excel programında yer alan çözücü eklentisi kullanılmıştır. Optimizasyon işlemi için hisse senetlerinin getirilerinin ve risklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, hisse senetlerinin geçmiş yıl performanslarının gelecek yılda da devam edeceği varsayımından (Kapucu: 2011:9) hareket edilerek, daha önceden Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen hisse senetlerinin geçmiş yıla ait haftalık getirileri ve riskleri hesaplanarak, optimizasyon işleminde kullanılmıştır. Optimizasyon işleminde, minimum risk seviyesinde elde edilebilecek maksimum getiri hedeflenmiştir. Bu amaçla ilk olarak belirlenen hisse senetlerinin bir önceki yıla ait haftalık getirileri hesaplanmış ve Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Hisse Senetlerinin 2014 Yılı Getirileri

	ADANA	AKSA	ATEKS	...	TSKB	UNYEC	VANGD
1	0,035	0,046	0,026		0,048	0,021	0,338
2	0,008	0,019	0,626		0,040	0,007	-0,035
3	-0,033	-0,042	-0,068		-0,005	-0,059	0,087
4	-0,014	-0,010	-0,007		-0,028	-0,033	-0,009
5	-0,015	-0,067	-0,017		-0,034	-0,011	-0,090
⋮		
48	0,017	0,031	0,039	⋮	-0,005	0,022	0,204
49	0,039	0,034	0,051		-0,020	0,008	-0,224
50	0,027	-0,018	-0,030		0,020	0,002	0,083
51	0,013	-0,043	0,017		0,000	0,019	0,006
52	-0,007	0,029	0,027		0,015	0,049	-0,029
53	0,000	-0,016	-0,042		-0,015	0,051	-0,018

Hisse senetlerinin 2014 yılı haftalık getirileri hesaplandıktan sonra, 2015 yılı için oluşturulacak A portföyünde yer alacak hisse senetlerini ve bu hisse senetlerinin portföyde hangi ağırlıkta yer alacağını belirlemek için, bu hisse senetlerinin 2014 yılı ortalama getirileri, varyansları ve standart sapmaları hesaplanmış ve Tablo 3.13’te gösterilmiştir.

Tablo 3.13. Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Hisse Senetlerinin 2014 Yılı Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0103	0,0006	0,0242
AKSA	-0,0001	0,0013	0,0367
ATEKS	0,0112	0,0118	0,1085
EGEEN	0,0309	0,0035	0,0590
ERBOS	0,0179	0,0024	0,0487
EREGL	0,0125	0,0017	0,0410
ESCOM	0,0130	0,0020	0,0447
FMIZP	0,0081	0,0011	0,0328
GARAN	0,0084	0,0021	0,0462
HEKTS	0,0108	0,0006	0,0248
KRDMA	0,0105	0,0025	0,0495
LINK	0,0207	0,0116	0,1078
MRDIN	0,0046	0,0004	0,0200
ODAS	0,0139	0,0043	0,0656
PNSUT	0,0069	0,0008	0,0280
SNPAM	0,0059	0,0010	0,0316
SODA	0,0134	0,0010	0,0309
TATGD	0,0108	0,0016	0,0401
TAVHL	0,0062	0,0013	0,0360
TSKB	0,0072	0,0010	0,0309
UNYEC	0,0009	0,0004	0,0203
VANGD	0,0171	0,0264	0,1624

Bir portföyün getirisi, portföyde yer alan hisse senetlerinin ağırlıklarının ortalama getirileri ile teker teker çarpımlarının toplanmasıyla elde edilir. Bu amaçla, portföy getirisini hesaplayabilmek için, A portföyünde yer alacak hisse senetlerini ve bu hisse senetlerinin portföyde hangi ağırlıkta yer alacağını bilmemiz gerekir. A portföyünde yer alan hisse senetleri, Microsoft Excel programında yer alan çözücü eklentisi vasıtasıyla optimizasyon işlemi yapılarak belirlenmiştir. Optimizasyon işleminde amaç, minimum varyanslı (riskli) portföyü oluşturabilmektir. Minimum varyanslı portföyü oluşturabilmek için portföye dahil edilmesi düşünülen hisse senetlerinin birbiriyle ilişkisini gösteren kovaryanslarının bilinmesi gereklidir. İki hisse senedinin kovaryanslarının hesaplanabilmesi için ise, bu iki hisse senedi arasındaki korelasyonun bilinmesi gerekir. Görüldüğü üzere, iki varlık arasındaki ilişkiyi hesaplayabilmek için birçok işlem yapılması gerekmektedir. Portföyde yer alacak hisse senedi sayısı arttıkça yapılması gereken işlem sayısı da artacak, portföy riskini hesaplamak daha karmaşık hale gelecektir. Bu sorunu ortadan kaldırmak ve portföy riskini hesaplamak için matris

çarpımlarından yararlanarak varyans-kovaryans matrisi oluşturmak kullanışlı bir yöntemdir. Bu nedenle, portföy varyansını hesaplamak için matris çarpımlarından yararlanılan ve aşağıda belirtilen adımlardan oluşan yöntem kullanılmıştır (Kapucu; 2011: 23).

1. Adım: İlk olarak belirlenen hisse senetlerinin yıllık getirileri ortalama getirilerinden çıkarılarak fark getiri matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan fark getiri matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Fark Getiri Matrisi

	ADANA	AKSA	ATEKS	EGEEN	...	TAVHL	TSKB	UNYEC	VANGD
1	0,024	0,046	0,015	0,045		0,018	0,041	0,021	0,321
2	-0,002	0,019	0,615	0,014		0,085	0,033	0,006	-0,052
3	-0,044	-0,042	-0,080	-0,007		-0,062	-0,013	-0,060	0,070
4	-0,025	-0,010	-0,018	0,020		0,069	-0,035	-0,034	-0,027
5	-0,025	-0,067	-0,028	0,058		0,024	-0,041	-0,012	-0,108
⋮		...			⋮		...		
49	0,029	0,034	0,039	0,109		-0,030	-0,027	0,008	-0,241
50	0,016	-0,018	-0,042	-0,052		-0,030	0,013	0,001	0,066
51	0,003	-0,042	0,005	0,021		0,005	-0,007	0,018	-0,011
52	-0,018	0,029	0,016	-0,002		0,037	0,008	0,048	-0,047
53	-0,010	-0,016	-0,053	-0,023		-0,019	-0,022	0,050	-0,035

2. Adım: Fark getiri matrisi oluşturulduktan sonra, fark getiri matrisinin transpozesi alınıp fark getiri matrisi ile çarpılmış, elde edilen sonuçlar dönem sayısına bölünerek varyans-kovaryans matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu varyans-kovaryans matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Varyans - Kovaryans Matrisi

	ADANA	AKSA	ATEKS	...	TSKB	UNYEC	VANGD
ADANA	0,0006	0,0003	0,0002		0,0003	0,0002	0,0005
AKSA	0,0003	0,0013	0,0012		0,0003	0,0003	0,0009
ATEKS	0,0002	0,0012	0,0118		0,0007	0,0003	-0,0004
EGEEN	-0,0001	0,0004	0,0006		0,0001	0,0000	-0,0009
ERBOS	0,0001	0,0003	0,0013		0,0002	0,0002	-0,0029
	...			⋮		...	
TATGD	0,0003	0,0002	0,0004		0,0001	0,0003	0,0000
TAVHL	0,0003	0,0000	0,0011		0,0003	0,0002	0,0008
TSKB	0,0003	0,0003	0,0007		0,0010	0,0002	0,0003
UNYEC	0,0002	0,0003	0,0003		0,0002	0,0004	0,0000
VANGD	0,0005	0,0009	-0,0004		0,0003	0,0000	0,0264

Varyans kovaryans matrisi oluşturulduktan sonra, Microsoft Excel programında yer alan çözücü eklentisi yardımıyla oluşturulacak A portföyünde yer alacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlıkları belirlenmiş ve Tablo 3.14'te gösterilmiştir.

Tablo 3.14. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alacak Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Portföydeki Ağırlıkları

Hisse Kodu	Ağırlık
EGEEN	0,038
ERBOS	0,012
MRDIN	0,392
PNSUT	0,182
SODA	0,117
TAVHL	0,060
UNYEC	0,200

Tablo 3.14 incelendiğinde, optimizasyon yöntemiyle oluşturulan minimum varyanslı A portföyünde, 6 farklı sektörden 7 hisse senedinin yer aldığı görülmektedir. Oluşturulan A portföyünde en yüksek ağırlık % 39,2 ile MRDIN hisse senedine ait iken en düşük ağırlık % 1,2 ile ERBOS hisse senedine aittir.

2015 yılı için oluşturulan A portföyünde yer alan hisse senetleri ve ağırlıkları belirlendikten sonra, bu hisse senetlerinin 2015 yılı için ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve Tablo 3.15'te gösterilmiştir.

Tablo 3.15. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
EGEEN	0,01113	0,00364	0,06030
ERBOS	-0,00244	0,00177	0,04202
MRDIN	-0,00207	0,00064	0,02524
PNSUT	-0,00328	0,00108	0,03289
SODA	0,00619	0,00191	0,04366
TAVHL	0,00037	0,00122	0,03490
UNYEC	-0,00404	0,00044	0,02090

A portföyünde yer alan hisse senetlerinin ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, ilk olarak A portföyünün getirisi hesaplanmıştır. A portföyün getirisi (E_{r_A}) eşitlik (1.1) kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$E(r_A) = \left[(0,01113 \times 0,038) + (-0,00244 \times 0,012) + (0,000207 \times 0,392) + \dots \right]$$

$$E_{r_A} = -0,0011$$

Portföyün getirisi, haftalık ortalama değerler üzerinden hesaplandığı için, elde edilen değer portföyün haftalık getiri değeridir. Portföyün yıllık getirisini hesaplamak için, elde edilen haftalık getiri değerini dönem sayısı ile çarpmamız gerekmektedir (Kapucu, 2011: 11). Bu durumda, A portföyünün yıllık getirisi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$E(r_A) = [53 \times (-0,0011)]$$

$$E_{r_A} = -0,057$$

A portföyünün getirisi hesaplandıktan sonra riskini, hesaplayabilmek için ilk olarak varyans-kovaryans matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan varyans-kovaryans matrisi aşağıda gösterilmiştir.

2015 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Varyans - Kovaryans Matrisi

	EGEEN	ERBOS	MRDIN	PNSUT	SODA	TAVHL	UNYEC
EGEEN	0,00364	0,00149	0,00076	0,00040	0,00007	0,00084	0,00041
ERBOS	0,00149	0,00177	0,00058	0,00065	0,00070	0,00061	0,00048
MRDIN	0,00076	0,00058	0,00064	0,00025	0,00030	0,00029	0,00021
PNSUT	0,00040	0,00065	0,00025	0,00108	0,00047	0,00039	0,00019
SODA	0,00007	0,00070	0,00030	0,00047	0,00191	0,00056	0,00026
TAVHL	0,00084	0,00061	0,00029	0,00039	0,00056	0,00122	0,00023
UNYEC	0,00041	0,00048	0,00021	0,00019	0,00026	0,00023	0,00044

Varyans-kovaryans matrisi oluşturulduktan sonra, portföyde yer alan hisse senetlerinin ağırlık matrisinin transpozesi alınıp varyans kovaryans matrisi ile çarpılır elde edilen sonuç tekrar ağırlık matrisiyle çarpılarak portföyünün varyansı elde edilir. A portföyünün varyansı (σ_A^2) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_A^2 = \left([0,038 \quad \dots \quad 0,200] \times \begin{bmatrix} 0,00364 & \dots & 0,00041 \\ 0,00149 & \dots & 0,00048 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0,00084 & \dots & 0,00023 \\ 0,00041 & \dots & 0,00044 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,038 \\ 0,012 \\ \vdots \\ 0,060 \\ 0,200 \end{bmatrix} \right)$$

$$\sigma_A^2 = 0,00042$$

Hesaplanan varyans değeri, haftalık değer olduğu için yıllık varyans değerini hesaplamak için dönem sayısı ile çarpmamız gerekmektedir (Kapucu, 2011: 11). Bu durumda portföyün yıllık varyansı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_A^2 = [53 \times 0,00042]$$

$$\sigma_A^2 = 0,022$$

A portföyünün varyansı (σ_A^2) hesaplandıktan sonra standart sapması hesaplanmıştır. Standart sapma (σ), varyansın kareköküne eşit olduğundan A portföyünün standart sapması (σ_A), portföyün varyansının karekökü alınarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_A = \sqrt{0,022} = 0,149$$

A portföyünün standart sapması (σ_A) hesaplandıktan sonra, bir birimlik getiri için ne kadarlık bir risk üstlenildiğini gösteren değişim katsayısı hesaplanmıştır. Portföyün değişim katsayısı, portföyün standart sapmasının portföyün getiri oranına bölünmesi ile elde edilir. A portföyünün değişim katsayısı (DK_A) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$DK_A = \frac{0,149}{-0,057} = -2,607$$

A portföyünün değişim katsayısı hesaplandıktan sonra portföyün performansını ölçmek için eşitlik (1.16) yardımıyla portföyün Sharpe oranı (S_p) hesaplanmıştır. Sharpe oranının hesaplanması için risksiz faiz oranının bilinmesi gereklidir. Risksiz faiz oranı olarak hazine bonusu faiz oranı kullanılmıştır. Hazine bonusu faiz oranlarına T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı'nın internet sitesinden ulaşılmıştır. A portföyünün Sharpe oranı (S_p) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$S_{pA} = \left[\frac{(-0,057 - 0,94)}{0,149} \right]$$

$$S_{pA} = -6,69$$

➤ 2015 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

B portföyü, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz neticesinde, 10 farklı sektörde en iyi performans gösteren 10 hisse senedinin, portföyde eşit ağırlıklı

olacak şekilde yer alması ile oluşturulmuştur. B portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.16'da gösterilmiştir.

Tablo 3.16. 2015 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,100	0,00467	0,00076	0,02761
ATEKS	0,100	0,00241	0,00189	0,04350
EGEEN	0,100	0,01113	0,00364	0,06030
ESCOM	0,100	-0,00427	0,00245	0,04954
HEKTS	0,100	0,00268	0,00064	0,02538
KRDMA	0,100	-0,00906	0,00194	0,04410
ODAS	0,100	0,00262	0,00474	0,06882
TAVHL	0,100	0,00037	0,00122	0,03490
TSKB	0,100	-0,00151	0,00133	0,03644
VANGD	0,100	-0,00684	0,00158	0,03979

B portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlıkları ve ortalama getirileri belirlendikten sonra, ilk olarak portföyün getirisi hesaplanmıştır. B portföyün getirisi (E_{r_B}) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$E_{r_B} = \left[(0,00467 \times 0,100) + (0,00241 \times 0,100) + (0,01113 \times 0,100) + \dots \right]$$

$$E_{r_B} = 0,00022$$

Hesaplanan bu değer, haftalık getiri değeri olduğu için dönem sayısı ile çarpılarak B portföyünün yıllık getirisi hesaplanır. B portföyünün yıllık getirisi;

$$E_{r_B} = [53 \times 0,00022]$$

$$E_{r_B} = 0,012 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Portföyün getirisi hesaplandıktan sonra, portföyün varyansını hesaplamak için ilk olarak varyans-kovaryans matrisi oluşturulmuş ve aşağıda gösterilmiştir.

2015 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Varyans - Kovaryans Matrisi

	ADANA	ATEKS	EGEEN	...	TAVHL	TSKB	VANGD
ADANA	0,00076	0,00013	0,00063		0,00033	0,00046	0,00058
ATEKS	0,00013	0,00189	0,00083		0,00017	0,00047	0,00077
EGEEN	0,00063	0,00083	0,00364		0,00084	0,00076	0,00104
ESCOM	0,00049	0,00019	0,00029		0,00048	0,00080	0,00040
HEKTS	0,00042	0,00039	0,00070		0,00034	0,00057	0,00061
KRDMA	0,00049	0,00060	0,00086	...	0,00047	0,00091	0,00107
ODAS	0,00102	0,00078	0,00114		0,00028	0,00101	0,00079
TAVHL	0,00033	0,00017	0,00084		0,00122	0,00035	0,00047
TSKB	0,00046	0,00047	0,00076		0,00035	0,00133	0,00069
VANGD	0,00058	0,00077	0,00104		0,00047	0,00069	0,00158

B portföyünün varyans-kovaryans matrisi hesaplandıktan sonra B portföyünün varyansı (σ_B^2) hesaplanmıştır. B portföyünün varyansı aşağıda belirtilen şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_B^2 = \left([0,100 \quad \dots \quad 0,100] \times \begin{bmatrix} 0,00076 & \dots & 0,00058 \\ 0,00013 & \dots & 0,00077 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0,00046 & \dots & 0,00069 \\ 0,00058 & \dots & 0,00158 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,100 \\ 0,100 \\ \vdots \\ 0,100 \end{bmatrix} \right)$$

$$\sigma_B^2 = 0,00076$$

Hesaplanan varyans değeri haftalık değer olduğu için, yıllık varyans değerini hesaplamak için dönem sayısı ile çarpmamız gerekmektedir. Bu durumda B portföyünün varyansı;

$$\sigma_B^2 = [53 \times 0,00076]$$

$$\sigma_B^2 = 0,040 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

B Portföyünün varyansı hesaplandıktan sonra, standart sapması aşağıdaki şekilde (σ_B) hesaplanmıştır.

$$\sigma_B = \sqrt{0,040} = 0,20$$

B portföyünün standart sapması hesaplandıktan sonra, değişim katsayısı (DK_B) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$DK_B = \frac{0,20}{0,012} = 17,179$$

σ_B hesaplandıktan sonra B portföyünün performansını ölçmek için Sharpe oranı (SO_B) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$S_{pB} = \left[\frac{0,012 - 0,94}{0,20} \right]$$

$$S_{pB} = -4,63$$

➤ **2015 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

C portföyü, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucunda, belirlenen 10 farklı sektörde yer alan toplam 23 hisse senedini içerecek şekilde oluşturulmuştur. Belirlenen hisse senetlerinin portföyde eşit ağırlıklı olacak şekilde yer alması kararlaştırılmıştır. C portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.17’de gösterilmiştir.

Tablo 3.17. 2015 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0435	0,00467	0,00076	0,02761
AKSA	0,0435	0,00863	0,00205	0,04533
ATEKS	0,0435	0,00241	0,00189	0,04350
EGEEN	0,0435	0,01113	0,00364	0,06030
ERBOS	0,0435	-0,00244	0,00177	0,04202
EREGL	0,0435	-0,00455	0,00190	0,04358
ESCOM	0,0435	-0,00427	0,00245	0,04954
FMIZP	0,0435	0,00209	0,00187	0,04323
GARAN	0,0435	-0,00397	0,00173	0,04163
HEKTS	0,0435	0,00268	0,00064	0,02538
KRDMA	0,0435	-0,00906	0,00194	0,04410
LINK	0,0435	0,00626	0,00785	0,08862
MRDIN	0,0435	-0,00207	0,00064	0,02524
ODAS	0,0435	0,00262	0,00474	0,06882
PNSUT	0,0435	-0,00328	0,00108	0,03289
SNPAM	0,0435	-0,00855	0,00277	0,05265
SODA	0,0435	0,00619	0,00191	0,04366
TATGD	0,0435	0,00858	0,00310	0,05565
TAVHL	0,0435	0,00037	0,00122	0,03490
TSKB	0,0435	-0,00151	0,00133	0,03644
ULUSE	0,0435	-0,00554	0,00102	0,03190
UNYEC	0,0435	-0,00404	0,00044	0,02090
VANGD	0,0435	-0,00684	0,00158	0,03980

C Portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlıkları ve ortalama getirileri hesaplandıktan sonra, ilk olarak C portföyünün getirisi (E_{r_C}) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$E_{r_C} = \left[(0,00467 \times 0,435) + (0,00863 \times 0,0435) + (0,00241 \times 0,0435) + \dots \right]$$

$$\left[\dots + (-0,00404 \times 0,0435) + (-0,00684 \times 0,0435) \right]$$

$$E_{r_C} = -0,00002$$

Hesaplanan bu değer, haftalık değer olduğu için dönem sayısı ile çarpılarak C portföyünün yıllık getirisi bulunmuştur. C portföyünün yıllık getirisi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$E_{r_C} = (53 \times -0,00002)$$

$$E_{r_C} = -0,001$$

C Portföyünün getirisi hesaplandıktan sonra, varyansını hesaplamak için ilk olarak varyans-kovaryans matrisi hesaplanmıştır. Hesaplanan varyans-kovaryans matrisi aşağıda gösterilmiştir.

2015 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Varyans-Kovaryans Matrisi

	ADANA	AKSA	ATEKS	...	ULUSE	UNYEC	VANGD
ADANA	0,00076	0,00073	0,00013		-0,00004	0,00018	0,00058
AKSA	0,00073	0,00205	0,00050		0,00002	0,00038	0,00073
ATEKS	0,00013	0,00050	0,00189		0,00045	0,00031	0,00077
EGEEN	0,00063	0,00063	0,00083		0,00020	0,00041	0,00104
ERBOS	0,00060	0,00106	0,00034		0,00015	0,00048	0,00082
...				⋮		...	
TAVHL	0,00033	0,00063	0,00017		0,00005	0,00023	0,00047
TSKB	0,00046	0,00097	0,00047		0,00029	0,00034	0,00069
ULUSE	-0,00004	0,00002	0,00045		0,00102	0,00022	0,00054
UNYEC	0,00018	0,00038	0,00031		0,00022	0,00044	0,00037
VANGD	0,00058	0,00073	0,00077		0,00054	0,00037	0,00158

C portföyünün varyans kovaryans matrisi hesaplandıktan sonra, portföyün varyansı (σ_C^2) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_C^2 = \left([0,0435 \quad \dots \quad 0,0435] \times \begin{bmatrix} 0,00076 & \dots & 0,00058 \\ 0,00073 & \ddots & 0,00073 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0,00018 & \dots & 0,00037 \\ 0,00058 & \dots & 0,00158 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,0135 \\ 0,0435 \\ \vdots \\ 0,0435 \end{bmatrix} \right)$$

$$\sigma_C^2 = 00067$$

Hesaplanan varyans değeri haftalık değer olduğu için, yıllık varyans değerini hesaplamak için dönem sayısı ile çarpmamız gerekmektedir. Bu durumda, C portföyünün yıllık varyansı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_c^2 = [53 \times 0,00067]$$

$$\sigma_c^2 = 0,038$$

C portföyünün varyansı hesaplandıktan sonra standart sapması (σ_c) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = \sqrt{0,038} = 0,189$$

C portföyünün standart sapması hesaplandıktan sonra, değişim katsayısı (DK_C) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$DK_C = \frac{0,189}{-0,001} = -165$$

C portföyünün değişim katsayısı hesaplandıktan sonra portföyün performansını ölçmek için Sharpe oranı (S_p) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$S_{pC} = \frac{-0,001 - 0,094}{0,189} = -0,503$$

➤ 2015 Yılı BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

İlk olarak BİST 100 endeksinin kapanış değerlerinden yararlanılarak haftalık getiriler hesaplanmış ve Tablo 3.18'de sunulmuştur.

Tablo 3.18. BİST 100 Endeksinin 2015 Yılı Haftalık Getirileri

Hafta Sayısı	Getiri	Hafta Sayısı	Getiri	Hafta Sayısı	Getiri
1	0,006	19	0,001	37	-0,022
2	0,026	20	0,042	38	0,053
3	-0,003	21	-0,021	39	-0,007
4	0,038	22	-0,033	40	-0,003
5	-0,020	23	-0,013	41	0,065
6	-0,045	24	-0,017	42	-0,009
7	0,010	25	0,024	43	0,021
8	-0,004	26	0,013	44	-0,009

Tablo 3.18. (Devam)

Hafta Sayısı	Getiri	Hafta Sayısı	Getiri	Hafta Sayısı	Getiri
9	-0,016	27	-0,028	45	0,032
10	-0,046	28	0,019	46	-0,001
11	-0,046	29	-0,000	47	-0,015
12	0,077	30	-0,049	48	-0,063
13	-0,020	31	0,015	49	-0,018
14	0,026	32	-0,019	50	-0,054
15	-0,004	33	-0,014	51	0,031
16	-0,003	34	-0,045	52	0,024
17	0,038	35	0,011	53	-0,033
18	-0,019	36	-0,023		

Haftalık getiriler hesaplandıktan sonra, BİST 100 endeksinin 2015 yılı getiri, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve Tablo 3.19’da gösterilmiştir.

Tablo 3.19. BİST 100 Endeksi 2015 Yılı Getiri, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

Getiri	-0,145
Standart Sapma	0,219
Değişim Katsayısı	-1,511
Sharpe Oranı	-1,091

3.8.2. 2015 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması

2015 yılı için oluşturulan A, B, C portföylerinin ve BİST 100 endeksinin getiri, risk, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri Tablo 3.20’de gösterilmiştir.

Tablo 3.20. 2015 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

	A Portföyü	B Portföyü	C Portföyü	BİST 100
Getiri	-0,057	0,012	-0,001	-0,145
Risk (Standart Sapma)	0,149	0,200	0,189	0,219
Değişim Katsayısı	-2,607	17,179	-165,000	-1,511
Sharpe Oranı	-1,015	-0,411	-0,503	-1,091

Tablo 3.20 incelendiğinde, B portföyünün % 1,2’lik pozitif getiri sağladığı, bunun

yanında A portföyünün % -5,7'lik, C portföyünün % -0,1'lik, BİST 100 endeksinin ise % -14,5'lik negatif getiri sağladığı görülmektedir. Oluşturulan portföylerin ve BİST 100 endeksinin performanslarını değerlendirmek için hesaplanan Sharpe oranları incelendiğinde, en iyi performansı C portföyünün en kötü performansı ise BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

3.8.3 2016 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

2016 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak hisse senetlerini belirlemek için, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen firmalar ile bu firmaların yer aldıkları sektörler ve performans sıralamaları Tablo 3.21'de gösterilmiştir.

Tablo 3.21. 2016 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri

SEKTÖR	SIRA	HİSSE KODU	FİRMA ADI
ANA METAL SANAYİ	1	EREGL	Ereğli Demir Çelik
	2	ERBOS	Erbosan
	3	SARKY	Sarkuysan
BANKALAR	1	ALBRK	Albaraka Türk
	2	TSKB	T.S.K.B.
BİLİŞİM TEKNOLOJİ SAVUNMA	1	ESCOM	Escort Teknoloji
	2	LINK	Link Bilgisayar
ENERJİ	1	AKSUE	Aksu Enerji
GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	1	PETUN	Pınar Et Ve Un
	2	TBORG	T.Tuborg
	3	PNSUT	Pınar Süt
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	1	BAGFS	Bagfaş
	2	POLTK	Politeknik Metal
	3	SODA	Soda Sanayii
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	1	FMIZP	F-M İzmit Piston
	2	EGEEN	Ege Endüstri
	3	GEREL	Gersan Elektrik
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	1	ADANA	Adana Çimento (A)
	2	BOLUC	Bolu Çimento
	3	UNYEC	Ünye Çimento
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	1	SNPAM	Sönmez Pamuklu
	2	ATEKS	Akın Tekstil
ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	1	BEYAZ	Beyaz Filo

2016 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak firmalara ait hisse senetleri belirlendikten sonra, 2015 yılı için yapıldığı gibi, A, B ve C portföyü olmak üzere 3 farklı portföy oluşturulmuştur. Bu portföylerin oluşturulma süreçleri, getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplamaları aşağıda açıklanmıştır.

➤ **2016 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2016 yılı için oluşturulan A portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.22’te gösterilmiştir.

Tablo 3.22. 2016 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,012	0,00443	0,00101	0,03174
ATEKS	0,091	0,01227	0,00978	0,09890
BEYAZ	0,007	0,02129	0,00921	0,09599
PETUN	0,063	0,00037	0,00056	0,02367
PNSUT	0,120	0,00094	0,00106	0,03248
POLTK	0,193	-0,00026	0,00128	0,03575
SARKY	0,035	-0,00027	0,00070	0,02638
SNPAM	0,078	0,01210	0,00622	0,07884
SODA	0,008	0,00908	0,00166	0,04069
TBORG	0,122	0,00289	0,00160	0,04004
UNYEC	0,270	0,00528	0,00083	0,02878

Tablo 3.22 incelendiğinde, A portföyünde 6 farklı sektörden 11 hisse senedinin yer aldığı görülmektedir. Portföyde yer alan hisse senetlerinin ağırlıkları incelendiğinde, % 27 ile en büyük ağırlık UNYEC hisse senedine ait iken en düşük ağırlık % 0,7 ile BEYAZ hisse senedine aittir. A portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, A portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

A portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_A)) = 0,218$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_A^2) = 0,029$$

Standart Sapması (σ_A) = 0,170

Değişim Katsayısı (DK_A) = 0,780

Sharpe Oranı (S_{pA}) = 0,653 olarak hesaplanmıştır.

➤ **2016 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2016 yılı için oluşturulan B portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.23'te gösterilmiştir.

Tablo 3.23. 2016 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,100	0,00443	0,00101	0,03174
AKSUE	0,100	-0,00185	0,00241	0,04913
ALBRK	0,100	-0,00061	0,00139	0,03733
BAGFS	0,100	-0,00397	0,00210	0,04581
BEYAZ	0,100	0,02129	0,00921	0,09599
EREGL	0,100	0,01267	0,00231	0,04804
ESCOM	0,100	0,00596	0,00479	0,06921
FMIZP	0,100	0,00045	0,00167	0,04082
PETUN	0,100	0,00037	0,00056	0,02367
SNPAM	0,100	0,01210	0,00622	0,07884

B portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra B portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

B portföyünün;

Getirisi ($E(r_B)$) = 0,265

Varyansı (σ_B^2) = 0,049

Standart Sapması (σ_B) = 0,222

Değişim Katsayısı (DK_B) = 0,841

Sharpe Oranı (S_{pB}) = 0,708 olarak hesaplanmıştır.

➤ **2016 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2016 yılı için oluşturulan C portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve Tablo 3.24'te gösterilmiştir.

Tablo 3.24. 2016 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0435	0,00443	0,00101	0,03174
AKSUE	0,0435	-0,00185	0,00241	0,04913
ALBRK	0,0435	-0,00061	0,00139	0,03733
ATEKS	0,0435	0,01227	0,00978	0,09890
BAGFS	0,0435	-0,00397	0,00210	0,04581
BEYAZ	0,0435	0,02129	0,00921	0,09599
BOLUC	0,0435	0,00570	0,00106	0,03257
EGEEN	0,0435	-0,00458	0,00224	0,04736
ERBOS	0,0435	0,00250	0,00197	0,04443
EREGL	0,0435	0,01267	0,00231	0,04804
ESCOM	0,0435	0,00596	0,00479	0,06921
FMIZP	0,0435	0,00045	0,00167	0,04082
GEREL	0,0435	-0,00969	0,00539	0,07339
LINK	0,0435	0,00684	0,00662	0,08135
PETUN	0,0435	0,00037	0,00056	0,02367
PNSUT	0,0435	0,00094	0,00106	0,03248
POLTK	0,0435	-0,00026	0,00128	0,03575
SARKY	0,0435	-0,00027	0,00070	0,02638
SNPAM	0,0435	0,01210	0,00622	0,07884
SODA	0,0435	0,00908	0,00166	0,04069
TBORG	0,0435	0,00289	0,00160	0,04004
TSKB	0,0435	0,00319	0,00240	0,04901
UNYEC	0,0435	0,00528	0,00083	0,02878

C portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

C portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_C)) = 0,192$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_C^2) = 0,045$$

$$\text{Standart Sapması } (\sigma_C) = 0,211$$

Değişim Katsayısı (DK_C) = 1,102

Sharpe Oranı (S_{pC}) = 0,401 olarak hesaplanmıştır.

➤ **2016 Yılı BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

BİST 100 endeksinin 2016 yılı getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

BİST 100 endeksinin;

Getirisi = 0,115

Varyansı = 0,057

Standart Sapması = 0,238

Değişim Katsayısı = 2,069

Sharpe Oranı = 0,033 olarak hesaplanmıştır.

3.8.4. 2016 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması

2016 yılı için oluşturulan A, B, C portföylerinin ve BİST 100 endeksinin getiri, risk, değişim katsayısı ve Sharpe Oranı değerleri Tablo 3.25'te gösterilmiştir.

Tablo 3.25. 2016 Yılı A,B,C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

	A portföyü	B portföyü	C portföyü	BİST 100
Getiri	0,218	0,265	0,191	0,115
Risk (Standart Sapma)	0,170	0,222	0,211	0,238
Değişim Katsayısı	0,780	0,841	1,102	2,069
Sharpe Oranı	0,653	0,708	0,401	0,033

Tablo 3.25 incelendiğinde B portföyünün % 26,5'lik getiri oranı ile en yüksek getiri sağlayan portföy olduğu görülürken, BİST 100 endeksinin % 11,5'lik getiri oranı ile en düşük getiriye sağladığı görülmektedir. Bir birimlik getiriye karşı üstlenilen riski gösteren değişim katsayıları incelendiğinde A portföyünün 0,780'lik oranla 1 birimlik getiri için en az riske sahip olan portföy olduğu görülmektedir. Portföylerin ve BİST 100 endeksinin

performanslarını değerlendirmek için hesaplanan Sharpe oranları incelendiğinde en iyi performansı 0,708’lik oranla B portföyünün en kötü performansı ise 0,033’lük oranla BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

3.8.5. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

2017 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak hisse senetlerini belirlemek için, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen firmalar ile bu firmaların yer aldıkları sektörler ve performans sıralamaları Tablo 3.26’da gösterilmiştir.

Tablo 3.26. 2017 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri

SEKTÖR	SIRA	HİSSE KODU	FİRMA ADI
ANA METAL SANAYİ	1	ISDMR	İskenderun Demir Çelik
	2	ERBOS	Erbosan
	3	CUSAN	Çuhadaroğlu Metal
BANKALAR	1	ISCTR	İş Bankası (C)
	2	GARAN	Garanti Bankası
BİLİŞİM TEKNOLOJİ SAVUNMA	1	ESCOM	Escort Teknoloji
	2	KRONT	Kron Telekomünikasyon
ENERJİ	1	ODAS	Odaş Elektrik
GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	1	EKIZ	Ekiz Kimya
	2	PETUN	Pınar Et ve Un
	3	TBORG	T.Tuborg
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	1	SODA	Soda Sanayii
	2	SODSN	Sodaş Sodyum Sanayii
	3	HEKTS	Hektaş
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	1	EGEEN	Ege Endüstri
	2	FMIZP	F-M İzmit Piston
	3	ULUSE	Ulusoy Elektrik
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	1	ADANA	Adana Çimento (A)
	2	AYES	Ayes Çelik Hasır ve Çit
	3	UNYEC	Ünye Çimento
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	1	SNPAM	Sönmez Pamuklu
	2	BLCYT	Bilici Yatırım
ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	1	TAVHL	TAV Havalimanları

Sezgisel bulanık TOPSIS yöntemiyle 2017 için yatırım yapılacak hisse senetleri belirlendikten sonra, 2015 ve 2016 yılı için yaptığımız gibi, 2017 yılında da A, B ve C olmak üzere, 3 farklı portföy oluşturulmuştur. Bu portföylerin oluşturulma süreçleri, getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplamaları aşağıda açıklanmıştır.

➤ **2017 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2017 yılı için oluşturulan A portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.27’de gösterilmiştir.

Tablo 3.27. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
AYES	0,082	0,00644	0,00270	0,05195
HEKTS	0,053	0,01681	0,00116	0,03405
ISDMR	0,065	0,02277	0,00135	0,03680
PETUN	0,450	0,00069	0,00026	0,01624
SNPAM	0,057	0,01570	0,00619	0,07866
SODA	0,078	0,00385	0,00087	0,02958
ULUSE	0,098	0,01947	0,00150	0,03873
UNYEC	0,117	0,00210	0,00042	0,02058

Tablo 3.27 incelendiğinde A portföyünde 6 farklı sektörden toplamda 8 hisse senedi yer aldığı görülmektedir. Portföydeki hisse senetlerinin ağırlıkları incelendiğinde PETUN hisse senedinin % 45 ile en yüksek ağırlığa sahip olduğu görülürken HEKTAŞ hisse senedinin % 5,3 ile en düşük ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

A portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

A portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_A)) = 0,341$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_A^2) = 0,011$$

Standart Sapması (σ_A) = 0,104

Değişim Katsayısı (DK_A) = 0,304

Sharpe Oranı (S_{pA}) = 2,199 olarak hesaplanmıştır.

➤ **2017 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2017 yılı için oluşturulan B portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.28'de gösterilmiştir.

Tablo 3.28. 2017 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,100	0,00096	0,00018	0,01356
EGEEN	0,100	0,00855	0,00144	0,03793
ESCOM	0,100	0,00292	0,00132	0,03627
ISCTR	0,100	0,00692	0,00085	0,02916
ISDMR	0,100	0,02277	0,00135	0,03680
ODAS	0,100	0,01480	0,00233	0,04829
PETUN	0,100	0,00069	0,00026	0,01624
SNPAM	0,100	0,01570	0,00619	0,07866
SODA	0,100	0,00385	0,00087	0,02958
TAVHL	0,100	0,01070	0,00147	0,03834

B portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

B portföyünün;

Getirisi ($E(r_B)$) = 0,457

Varyansı (σ_B^2) = 0,019

Standart Sapması (σ_B) = 0,139

Değişim Katsayısı (DK_B) = 0,304

Sharpe Oranı (S_{pB}) = 2,474 olarak hesaplanmıştır.

➤ **2017 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2017 yılı için oluşturulan C portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.29'da gösterilmiştir.

Tablo 3.29. 2017 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0435	0,00096	0,00018	0,01356
AYES	0,0435	0,00644	0,00270	0,05195
BLCYT	0,0435	0,00712	0,00272	0,05220
CUSAN	0,0435	0,00305	0,00133	0,03643
EGEEN	0,0435	0,00855	0,00144	0,03793
EKIZ	0,0435	0,01125	0,00661	0,08132
ERBOS	0,0435	0,01799	0,00395	0,06283
ESCOM	0,0435	0,00292	0,00132	0,03627
FMIZP	0,0435	0,00138	0,00045	0,02115
GARAN	0,0435	0,00771	0,00105	0,03237
HEKTS	0,0435	0,01681	0,00116	0,03405
ISCTR	0,0435	0,00692	0,00085	0,02916
ISDMR	0,0435	0,02277	0,00135	0,03680
KRONT	0,0435	0,02978	0,01011	0,10054
ODAS	0,0435	0,01480	0,00233	0,04829
PETUN	0,0435	0,00069	0,00026	0,01624
SNPAM	0,0435	0,01570	0,00619	0,07866
SODA	0,0435	0,00385	0,00087	0,02958
SODSN	0,0435	0,00979	0,00204	0,04522
TAVHL	0,0435	0,01070	0,00147	0,03834
TBORG	0,0435	0,00576	0,00057	0,02385
ULUSE	0,0435	0,01947	0,00150	0,03873
UNYEC	0,0435	0,00210	0,00042	0,02058

C portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

C portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_C)) = 0,512$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_C^2) = 0,018$$

$$\text{Standart Sapması } (\sigma_C) = 0,133$$

$$\text{Değişim Katsayısı } (DK_C) = 0,259$$

$$\text{Sharpe Oranı } (S_{pC}) = 3,006 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

➤ **2017 Yılı BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

BİST 100 endeksinin 2017 yılı getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

BİST 100 endeksinin;

Getirisi = 0,401

Varyansı = 0,020

Standart Sapması = 0,142

Değişim Katsayısı = 0,354

Sharpe Oranı = 2,029 olarak hesaplanmıştır.

3.8.6. 2017 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması

2017 yılı için oluşturulan A, B, C portföylerinin ve BİST 100 endeksinin getiri, risk, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri Tablo 3.30'da gösterilmiştir.

Tablo 3.30. 2017 Yılı A,B,C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

	A Portföyü	B Portföyü	C Portföyü	BİST 100
Getiri	0,341	0,457	0,512	0,401
Risk (Standart Sapma)	0,104	0,139	0,133	0,142
Değişim Katsayısı	0,304	0,304	0,259	0,354
Sharpe Oranı	2,199	2,474	3,006	2,029

Tablo 3.30 incelendiğinde, en yüksek getiriye % 51,2'lik getiri oranı ile C portföyünün sağladığı görülmektedir. C portföyünü sırasıyla; % 45,7'lik getiri oranı ile B portföyü, % 40,1'lik getiri oranıyla BİST 100 endeksi ve % 34,1'lik getiri oranıyla A portföyü izlemektedir. Oluşturulan portföylerin ve BİST 100 endeksinin değişim katsayıları incelendiğinde, en düşük değişim katsayısına 0,259'luk değerle C portföyü sahip iken, A ve B portföyünün 0,304'luk değerle aynı değişim katsayısına sahip olduğu görülmektedir. BİST 100 endeksi ise, 0,354 değişim katsayısıyla en yüksek değere

sahiptir. Sharpe oranları incelendiğinde, en iyi performansı 3,006'lık oranla C portföyünün, en kötü performansı ise 2,029'luk oranla BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

3.8.7. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

2018 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak hisse senetlerini belirlemek için, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen firmalar ile bu firmaların yer aldıkları sektörler ve performans sıralamaları Tablo 3.31'de gösterilmiştir.

Tablo 3.31. 2018 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri

SEKTÖR	SIRA	HİSSE KODU	FİRMA ADI
ANA METAL SANAYİ	1	DOKTA	Döktaş Dökümcülük
	2	ISDMR	İskenderun Demir Çelik
	3	CEMTS	Çemtaş
BANKALAR	1	AKBNK	Akbank
	2	ISCTR	İş Bankası (C)
BİLİŞİM TEKNOLOJİ SAVUNMA	1	LINK	Link Bilgisayar
	2	ESCOM	Escort Teknoloji
ENERJİ	1	ODAS	Odaş Elektrik
GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	1	VANGD	Vanet Gıda
	2	BANVT	Banvit
	3	PETUN	Pınar Et Ve Un
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	1	SODSN	Sodaş Sodyum Sanayii
	2	SODA	Soda Sanayii
	3	PETKM	Petkim
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	1	EGEEN	Ege Endüstri
	2	FMIZP	F-M İzmit Piston
	3	ULUSE	Ulusoy Elektrik
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	1	UNYEC	Ünye Çimento
	2	ADANA	Adana Çimento (A)
	3	AYES	Ayes Çelik Hasır Ve Çit
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	1	SNPAM	Sönmez Pamuklu
	2	BLCYT	Bilici Yatırım
ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	1	CLEBI	Çelebi

2018 yılı için yatırım yapılacak hisse senetleri belirlendikten sonra, A, B ve C olmak üzere 3 farklı portföy oluşturulmuştur. Bu portföylerin oluşturulma süreçleri, getiri, risk, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplamaları aşağıda açıklanmıştır.

➤ **2018 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2018 yılı için oluşturulan A portföyünde yer alacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.32'de gösterilmiştir.

Tablo 3.32. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,453	0,00282	0,00104	0,03227
AYES	0,013	-0,00126	0,00285	0,05340
BLCYT	0,019	0,00008	0,00340	0,05835
DOKTA	0,022	-0,00457	0,00208	0,04558
EGEEN	0,020	0,00409	0,00308	0,05548
PETUN	0,297	-0,01028	0,00142	0,03775
SODSN	0,001	0,01276	0,00229	0,04785
ULUSE	0,052	0,01192	0,00247	0,04973
UNYEC	0,122	-0,00070	0,00084	0,02897

Tablo 3.32 incelendiğinde, A portföyünde 9 hisse senedinin yer aldığı görülmektedir. Portföydeki hisse senetlerinin ağırlıkları incelendiğinde ise, % 45,3 ile ADANA hisse senedinin en yüksek ağırlığa sahip olduğu görülürken, % 0,1 ile SODSN hisse senedinin en düşük ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

A portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

A portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_A)) = - 0,067$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_A^2) = 0,036$$

$$\text{Standart Sapması } (\sigma_A) = 0,191$$

$$\text{Değişim Katsayısı } (DK_A) = - 2,852$$

$$\text{Sharpe Oranı } (S_{pA}) = - 1,022 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

➤ **2018 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

B portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.33'te gösterilmiştir.

Tablo 3.33. 2018 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
AKBNK	0,100	-0,00425	0,00346	0,05885
CLEBI	0,100	0,01339	0,00339	0,05821
DOKTA	0,100	-0,00457	0,00208	0,04558
EGEEN	0,100	0,00409	0,00308	0,05548
LINK	0,100	-0,00797	0,00444	0,06661
ODAS	0,100	-0,01868	0,00531	0,07286
SNPAM	0,100	-0,00020	0,00792	0,08901
SODSN	0,100	0,01276	0,00229	0,04785
UNYEC	0,100	-0,00070	0,00084	0,02897
VANGD	0,100	-0,00751	0,01617	0,12718

B portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

B portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_B)) = -0,072$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_B^2) = 0,059$$

$$\text{Standart Sapması } (\sigma_B) = 0,243$$

$$\text{Değişim Katsayısı } (DK_B) = -3,357$$

$$\text{Sharpe Oranı } (S_{pB}) = -0,826 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

➤ **2018 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2018 yılı için oluşturulan C portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.34'te gösterilmiştir.

Tablo 3.34. 2018 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0435	0,00282	0,00104	0,03227
AKBNK	0,0435	-0,00425	0,00346	0,05885
AYES	0,0435	-0,00126	0,00285	0,05340
BANVT	0,0435	-0,00983	0,00641	0,08009
BLCYT	0,0435	0,00008	0,00340	0,05835
CEMTS	0,0435	0,00946	0,00346	0,05881
CLEBI	0,0435	0,01339	0,00339	0,05821
DOKTA	0,0435	-0,00457	0,00208	0,04558
EGEEN	0,0435	0,00409	0,00308	0,05548
ESCOM	0,0435	-0,00816	0,00268	0,05182
FMIZP	0,0435	0,00804	0,00416	0,06449
ISCTR	0,0435	-0,00606	0,00244	0,04937
ISDMR	0,0435	0,00468	0,00383	0,06188
LINK	0,0435	-0,00797	0,00444	0,06661
ODAS	0,0435	-0,01868	0,00531	0,07286
PETKM	0,0435	-0,00339	0,00421	0,06485
PETUN	0,0435	-0,01028	0,00142	0,03775
SNPAM	0,0435	-0,00020	0,00792	0,08901
SODA	0,0435	0,01028	0,00181	0,04254
SODSN	0,0435	0,01276	0,00229	0,04785
ULUSE	0,0435	0,01192	0,00247	0,04973
UNYEC	0,0435	-0,00070	0,00084	0,02897
VANGD	0,0435	-0,00751	0,01617	0,12718

C portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

C portföyünün;

Getirisi ($E(r_C) = -0,012$)

Varyansı ($\sigma_C^2 = 0,045$)

Standart Sapması ($\sigma_C = 0,170$)

Değişim Katsayısı ($DK_C = -13,889$)

Sharpe Oranı ($S_{pC} = -0,824$) olarak hesaplanmıştır.

➤ **2018 Yılı BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

BİST 100 endeksinin 2018 yılı getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

BİST 100 endeksinin;

Getirisi = - 0,212

Varyansı = 0,043

Standart Sapması = 0,207

Değişim Katsayısı = - 0,976

Sharpe Oranı = -1,644 olarak hesaplanmıştır.

3.8.8. 2018 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması

2018 yılı için oluşturulan A, B, C portföylerinin ve BİST 100 endeksinin getiri, risk, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri Tablo 3.35'te gösterilmiştir.

Tablo 3.35. 2018 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

	A Portföyü	B Portföyü	C Portföyü	BİST 100
Getiri	-0,067	-0,072	-0,012	-0,212
Risk (Standart Sapma)	0,191	0,243	0,170	0,207
Değişim Katsayısı	-2,852	-3,357	-13,889	-0,976
Sharpe Oranı	-1,022	-0,826	-0,824	-1,644

Tablo 3.35 incelendiğinde, bütün portföylerin ve BİST 100 endeksinin negatif getiri sağladığı görülmektedir. Portföy performansları incelendiğinde ise en iyi performansı C portföyünün, en kötü performansı ise BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

3.8.9. 2019 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması

2019 yılı için oluşturulacak portföylerde yer alacak hisse senetlerini belirlemek için, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucu belirlenen firmalar ile bu firmaların yer aldıkları sektörler ve performans sıralamaları Tablo 3.36'da gösterilmiştir.

Tablo 3.36. 2019 Yılı İçin Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Belirlenen Yatırım Yapılacak Hisse Senetleri

SEKTÖR	SIRA	HİSSE KODU	FİRMA ADI
ANA METAL SANAYİ	1	ISDMR	İskenderun Demir Çelik
	2	CUSAN	Çuhadaroğlu Metal
	3	DOKTA	Döktaş Dökümcülük
BANKALAR	1	ISCTR	İş Bankası (C)
	2	AKBNK	Akbank
BİLİŞİM TEKNOLOJİ SAVUNMA	1	LINK	Link Bilgisayar
	2	DESPC	Despec Bilgisayar
ENERJİ	1	ENJSA	Enerjisa Enerji
GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN	1	TBORG	T.Tuborg
	2	PETUN	Pınar Et Ve Un
	3	KNFRT	Konfrut Gıda
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER	1	SODSN	Sodaş Sodyum Sanayii
	2	IPEKE	İpek Doğal Enerji
	3	SODA	Soda Sanayii
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI	1	FMIZP	F-M İzmit Piston
	2	EGEEN	Ege Endüstri
	3	VESBE	Vestel Beyaz Eşya
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI	1	ADANA	Adana Çimento (A)
	2	EPLAS	Egeplast
	3	AYES	Ayes Çelik Hasır Ve Çit
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ	1	BLCYT	Bilici Yatırım
	2	HATEK	Hatay Tekstil
ULAŞTIRMA VE DEPOLAMA	1	TLMAN	Trabzon Liman

2019 yılı için yatırım yapılacak hisse senetleri belirlendikten sonra, diğer yıllarda yaptığımız gibi A, B ve C portföyü olmak üzere 3 farklı portföy oluşturulmuştur. Bu portföylerin oluşturulma süreçleri, getiri, risk, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplamaları aşağıda açıklanmıştır.

➤ **2019 Yılı İçin Oluşturulan A Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2019 yılı için oluşturulan A portföyünde yer alacak hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.37’de gösterilmiştir.

Tablo 3.37. 2019 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,105	0,01445	0,00156	0,03944
AYES	0,144	0,00900	0,00201	0,04483
CUSAN	0,025	0,01192	0,00150	0,03873
DOKTA	0,156	0,04315	0,01633	0,12780
ENJSA	0,197	0,00970	0,00170	0,04121
EPLAS	0,015	0,02739	0,01295	0,11379
FMIZP	0,001	0,02502	0,00570	0,07547
IPEKE	0,025	0,00938	0,00456	0,06756
ISCTR	0,027	0,00862	0,00309	0,05554
SODA	0,154	-0,00101	0,00134	0,03664
SODSN	0,149	0,01168	0,00101	0,03183

Tablo 3.37 incelendiğinde, A portföyünde 6 farklı sektörden toplam 11 hisse senedinin yer aldığı görülmektedir. Portföydeki hisse senetlerinin ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek ağırlığa % 19,7 ile ENJSA hisse senedi sahipken, en düşük ağırlığa % 0,1 ile FMIZP hisse senedinin sahip olduğu görülmektedir.

A portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

A portföyünün;

$$\text{Getirisi } (E(r_A)) = 0,756$$

$$\text{Varyansı } (\sigma_A^2) = 0,047$$

$$\text{Standart Sapması } (\sigma_A) = 0,218$$

$$\text{Değişim Katsayısı } (DK_A) = 0,288$$

$$\text{Sharpe Oranı } (S_{pA}) = 2,893 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

➤ **2019 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2019 yılı için oluşturulan B portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.38'de gösterilmiştir.

Tablo 3.38. 2019 Yılı İçin Oluşturulan B Portföyünde Yer Alan Hisse Senetleri ve Bu Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,100	0,01445	0,00156	0,03944
BLCYT	0,100	0,02482	0,00207	0,04552
ENJSA	0,100	0,00970	0,00170	0,04121
FMIZP	0,100	0,02502	0,00570	0,07547
ISCTR	0,100	0,00862	0,00309	0,05554
ISDMR	0,100	0,01087	0,00131	0,03618
LINK	0,100	0,01844	0,00744	0,08623
SODSN	0,100	0,01168	0,00101	0,03183
TBORG	0,100	0,00804	0,00179	0,04232
TLMAN	0,100	0,00943	0,00212	0,04600

B portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

B portföyünün;

Getirisi ($E(r_B) = 0,748$

Varyansı ($\sigma_B^2 = 0,038$

Standart Sapması ($\sigma_B = 0,194$

Değişim Katsayısı ($DK_B = 0,260$

Sharpe Oranı ($S_{pB} = 3,207$ olarak hesaplanmıştır.

➤ **2019 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünün Getiri, Varyans, Standart Sapma Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

2019 yılı için oluşturulan C portföyünde yer alan hisse senetleri ve bu hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri, varyans ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 3.39'da gösterilmiştir.

Tablo 3.39. 2019 Yılı İçin Oluşturulan C Portföyünde Yer Alan Hisse Senetlerinin Ağırlık, Ortalama Getiri, Varyans ve Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Ağırlık	Ortalama Getiri	Varyans	Standart Sapma
ADANA	0,0435	0,01445	0,00156	0,03944
AKBNK	0,0435	0,00723	0,00226	0,04755
AYES	0,0435	0,00900	0,00201	0,04483
BLCYT	0,0435	0,02482	0,00207	0,04552
CUSAN	0,0435	0,01192	0,00150	0,03873
DESPC	0,0435	0,01011	0,00214	0,04627
DOKTA	0,0435	0,04315	0,01633	0,12780
EGEEN	0,0435	0,01308	0,00199	0,04456
ENJSA	0,0435	0,00970	0,00170	0,04121
EPLAS	0,0435	0,02739	0,01295	0,11379
FMIZP	0,0435	0,02502	0,00570	0,07547
HATEK	0,0435	0,01479	0,00243	0,04933
IPEKE	0,0435	0,00938	0,00456	0,06756
ISCTR	0,0435	0,00862	0,00309	0,05554
ISDMR	0,0435	0,01087	0,00131	0,03618
KNFRT	0,0435	0,01178	0,00296	0,05441
LINK	0,0435	0,01844	0,00744	0,08623
PETUN	0,0435	0,01472	0,00168	0,04105
SODA	0,0435	-0,00101	0,00134	0,03664
SODSN	0,0435	0,01168	0,00101	0,03183
TBORG	0,0435	0,00804	0,00179	0,04232
TLMAN	0,0435	0,00943	0,00212	0,04600
VESBE	0,0435	0,01724	0,00394	0,06280

C portföyünde yer alan hisse senetlerinin ağırlık, ortalama getiri varyans ve standart sapma değerleri belirlendikten sonra, portföyünün getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

C portföyünün;

Getirisi ($E(r_c) = 0,760$)

Varyansı ($\sigma_c^2 = 0,034$)

Standart Sapması ($\sigma_c = 0,185$)

Değişim Katsayısı ($DK_c = 0,244$)

Sharpe Oranı ($S_{pC} = 3,427$) olarak hesaplanmıştır.

➤ **2019 Yılı BİST 100 Endeksinin Getiri, Varyans, Standart Sapma, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerlerinin Hesaplanması**

BİST 100 endeksinin 2019 yılı getiri, varyans, standart sapma, değişim katsayısı ve

Sharpe oranı değerleri hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

BİST 100 endeksinin;

Getirisi = 0,259

Varyansı = 0,046

Standart Sapması = 0,215

Değişim Katsayısı = 0,831

Sharpe Oranı = 0,622 olarak hesaplanmıştır.

3.8.10. 2019 Yılı İçin Oluşturulan A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Performanslarının Karşılaştırılması

2019 yılı için oluşturulan A, B, C portföylerinin ve BİST 100 endeksinin getiri, risk, değişim katsayısı ve Sharpe oranı değerleri Tablo 3.40'da gösterilmiştir.

Tablo 3.40. 2019 Yılı A, B, C Portföylerinin ve BİST 100 Endeksinin Getiri, Risk, Değişim Katsayısı ve Sharpe Oranı Değerleri

	A Portföyü	B Portföyü	C Portföyü	BİST 100
Getiri	0,756	0,748	0,760	0,259
Risk (Standart Sapma)	0,218	0,194	0,185	0,215
Değişim Katsayısı	0,288	0,260	0,244	0,831
Sharpe Oranı	2,893	3,207	3,427	0,622

Tablo 3.40 incelendiğinde oluşturulan bütün portföylerin ve BİST 100 endeksinin pozitif getiri sağladıkları görülmektedir. Portföyler içerisinde C portföyü % 76'lık getiri oranıyla en yüksek getiriyi sağlarken, aynı zamanda % 18,5'lik oranla en düşük riske sahip portföy olmuştur. A portföyü ile BİST 100 endeksi hemen hemen aynı riske sahipken, A portföyünün BİST 100 endeksinin yaklaşık 3 katı getiri sağladığı görülmektedir. Değişim katsayılarına bakıldığında 0,244'lük değerle C portföyünün diğer portföylere göre bir birimlik getiri elde etmek için daha düşük bir riske sahip olduğu görülmektedir. Portföy performanslarını gösteren Sharpe Oranına baktığımızda, 3,427'lik Sharpe oranı ile en iyi performansı C portföyünün gösterdiği görülürken, en kötü performansı ise 0,622'lik Sharpe oranı ile BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

SONUÇ

Son yıllarda gelişen teknolojiyle beraber finansal piyasalar hızlı bir gelişim göstermiştir. Finansal piyasaların bu hızlı gelişimi, yatırımcıların bu piyasalara olan ilgisini her geçen gün artırmaktadır. Yatırımcılar, finansal piyasalarda yatırım yaparak gelir elde etmeyi amaçlarlar. Bu amaçla hisse senedi, tahvil, finansman bonosu, döviz, altın gibi farklı finansal varlıklara yatırım yaparlar. Yatırımcıların yatırım kararlarının temel belirleyicileri, yatırımdan bekledikleri getiri ve risk düzeyidir. Yatırımcılar, tasarruflarını risksiz finansal varlıklara yatırabilecekleri gibi, riskli finansal varlıklara da yatırabilir. Buradaki temel ayırım, yatırımcının ne oranda bir getiri hedeflediği ve bunu hangi risk düzeyinde kabullenebildiği ile ilgilidir.

Markowitz'in öncülüğünde gelişen Modern Portföy Teorisi ile, yatırım kararlarının oluşturacağı riskleri en aza indirmenin yolunun tek bir finansal varlık yerine birden çok finansal varlığa yatırım yapmak olduğu ortaya konmuştur. Bu durum yatırımcıların, birden çok finansal varlığın içinde yer aldığı portföy oluşturma fikrini benimsemelerine yardımcı olmuştur. Portföy, içerisinde birden çok finansal varlığın yer aldığı, kendine özgü olarak ölçülebilen bir varlık olarak tanımlanabilir. Beklenen getiri ve risk düzeyine göre, değişen farklı kombinasyonlarda çok sayıda portföy oluşturulabilmektedir. Yatırımcılar, belirledikleri risk düzeyinde en fazla getiriyi elde etmek amacıyla, bu portföyler arasından kendi beklentilerine en uygun olan portföyü seçmektedirler.

Yatırımcının beklentisini karşılayacak en uygun portföyün, hangi finansal varlıklardan oluşacağı ve bu finansal varlıkların portföyde hangi ağırlıkta yer alacağı, özellikle diğer finansal varlıklara göre belirsizliği ve dolayısıyla da riskliliği oldukça yüksek olan hisse senetlerinden oluşan portföylerde, önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu sorunu çözmek için, hisse senedinin gelecekteki fiyatının tahmin edilebilmesi yatırımcılar açısından son derece önemlidir. Bir hisse senedinin gelecekteki fiyatını tahmin edebilmek için, o hisse senedinin fiyat oluşumunu etkileyen faktörlerin bilinmesi gerekir. Bu amaçla yapılan çalışmalar, firma bilançolarından elde edilen finansal oranların, hisse senedi getirilerindeki değişimlerin açıklanmasında rol oynadığını ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, portföylerde yer alacak hisse senedi seçiminde, Zadeh (1965)'in ortaya koyduğu, belirsizlik içeren durumları başarılı bir şekilde modellemeye yarayan ve

insan düşünce ve karar sistemine yatkın olan bulanık kümelerin, genelleştirilmiş hali olan ve Atanassov (1999) tarafından ortaya konan sezgisel bulanık kümeler ile, alternatifler arasından en iyisini seçme, alternatifleri sıralama gibi karar verme problemlerinde bulanık mantık ile iç içe yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan, ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS yönteminin birleşiminden oluşan Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada ilk olarak, konu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşler doğrultusunda hisse senedi fiyatlarının açıklayıcıları olan değişkenler ve bu değişkenlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Değişkenler belirlenip ağırlıklandırıldıktan sonra, BİST’de yer alan sektörler içerisinde 10 farklı sektör belirlenmiştir.

Sektörler belirlendikten sonra her bir sektörde yer alan firmalar, 5 yıl süresince Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle analiz edilmiş ve en iyi performans gösterenden en kötü performans gösterene doğru sıralanmıştır. Firmalar analiz edilip en iyi performans gösteren firmalar belirlendikten sonra, her yıl için A, B ve C olmak üzere 3, beş yıl süresince toplamda 15 farklı portföy oluşturulmuştur.

Portföyler oluşturulurken, A portföyü, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenen en iyi performans gösteren firmalara ait hisse senetleri içerisinde, Ortalama Varyans Modeli yardımıyla minimum varyanslı olacak şekilde belirlenen hisse senetlerinden oluşturulmuştur. B portföyü, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucunda her bir sektörde en iyi performans gösteren firmalara ait hisse senetlerinden oluşturulmuştur. Çalışmada 10 farklı sektör analiz edildiği için, B portföyünde her biri farklı sektörde yer alan firmalara ait 10 hisse senedi yer almış olup, bu hisse senetlerine portföyde eşit ağırlıklı olacak şekilde yer verilmiştir. C portföyü ise yine Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucunda, en iyi performans gösteren firmalar arasından, sektörlerde yer alan firma sayısı dikkate alınarak belirlenen 23 hisse senedinin eşit ağırlıklı olarak yer alması ile oluşturulmuştur. Portföyler oluşturulduktan sonra, her bir portföyün getirisi, riski, değişim katsayısı ve Sharpe oranları hesaplanarak birbirleriyle ve o yılki BİST 100 endeksi ile karşılaştırılmıştır.

2015 yılı için oluşturulan portföylerinin ve BİST 100 endeksinin performansları incelendiğinde, en yüksek getiriye % 1,2’lik getiri oranı ile B portföyü sağlarken, en düşük

getiriyi % -14,5 getiri oranı ile BİST 100 endeksi sağlamıştır. Portföyler incelendiğinde, sadece B Portföyünün pozitif getiri sağladığı, A ve C portföyü ile BİST 100 endeksinin negatif getiri sağladığı görülmüştür. Portföy performanslarını gösteren Sharpe Oranlarına bakıldığında, en iyi performansı B portföyünün en kötü performansı ise BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmüştür.

2016 yılı için oluşturulan portföylerinin ve BİST 100 endeksinin performansları analiz edildiğinde, tüm portföylerin ve BİST 100 endeksinin pozitif getiri sağladığı görülmüştür. Portföyler incelendiğinde, en yüksek getiriyi % 26,4'lük getiri oranı ile B portföyünün sağladığı görülürken, en düşük getiriyi % 11,5'lik getiri oranı ile BİST 100 endeksinin sağladığı görülmektedir. Bir birimlik getiri için katlanılan riski gösteren değişkenlik katsayılarına bakıldığında, A portföyünün 0,780'lik değerle bir birim getiri için en az risk düzeyine sahip olduğu görülürken A portföyünü sırasıyla 0,841'lik değerle B portföyü, 1,102'lik değerle C portföyü ve 2,069'luk değerle BİST 100 endeksi izlemektedir. Portföy performanslarını gösteren Sharpe oranları incelendiğinde, en iyi performansı 0,708'lik Sharpe oranıyla B portföyü gösterirken en kötü performansı 0,033'lük Sharpe oranıyla BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmüştür.

2017 yılı için oluşturulan portföylerinin ve BİST 100 endeksinin performansları incelendiğinde, % 51,2 ile C portföyünün en yüksek getiri oranını sağladığı görülürken, C portföyünü sırasıyla % 45,7 getiri oranı ile B portföyü, % 40,1 getiri oranıyla BİST 100 endeksi ve % 34,1'lik getiri oranı ile A portföyünün izlediği görülmektedir. Portföylerin değişim katsayıları incelendiğinde, C portföyünün 0,259'luk değer ile bir birim getiri için en düşük risk düzeyine sahip olduğu görülürken, C portföyünü 0,304'lük değer ile A ve B portföyünün izlediği görülmektedir. BİST 100 endeksinin 0,354'lük değerle bir birim getiri için en yüksek risk düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Oluşturulan portföylerin ve BİST 100 endeksinin Sharpe Oranları incelendiğinde, en iyi performansı C portföyünün gösterdiği görülürken, C portföyünü sırasıyla B portföyü ve A portföyünün izlediği görülmektedir. BİST 100 endeksinin tüm portföylerden daha kötü bir performans gösterdiği görülmektedir.

2018 yılı için oluşturulan portföyler ve BİST 100 endeksinin performansları incelendiğinde, tüm portföylerin ve BİST 100 endeksinin negatif getiri sağladığı görülmektedir. 2018 yılında % -1,2 getiri oranı ile nispeten en iyi getiriyi C portföyü

sağlarken, % -21,2 getiri oranı ile en düşük getiriye BİST 100 endeksinin sağladığı görülmektedir. Sharpe oranları incelendiğinde en iyi performansı C portföyünün gösterdiği görülürken en kötü performansı BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

2019 yılı için oluşturulan portföylerin ve BİST 100 endeksinin performansları incelendiğinde, % 76'lık getiri oranıyla en yüksek getiriye C portföyünün sağladığı görülürken, en düşük getiriye % 25,9'luk getiri oranı ile BİST 100 endeksinin sağladığı görülmektedir. A portföyü % 75,6'lık getiri oranı ile C portföyünün ardından en yüksek ikinci getiriye sağlarken, B portföyü % 74,8'lik getiri oranı ile A portföyünü takip etmektedir. Değişim katsayıları incelendiğinde, bir birimlik getiri için en az riske sahip olan portföyün C portföyü olduğu görülürken, C portföyünü sırasıyla B portföyü ve A portföyü izlemektedir. Portföy performanslarını gösteren Sharpe oranlarına bakıldığında, en iyi performansı C portföyünün gösterdiği görülürken en kötü performansı BİST 100 endeksinin gösterdiği görülmektedir.

Yıllara göre portföy performansları incelendiğinde, 2015 ve 2016 yıllarında B portföyü en iyi performansı gösterirken; 2017, 2018 ve 2019 yıllarında C portföyü en iyi performansı göstermiştir. Tüm yıllarda en kötü performansı ise BİST 100 endeksi göstermiştir. Diğer bir ifadeyle Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenen portföyler BİST 100 endeksine göre çok daha üstün bir performans göstermişlerdir. Bu durum bize Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin portföye dahil edilecek hisse senetlerini belirleme konusunda kullanışlı bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, daha önce yapılan çeşitli çalışmaların (Fang (2008), Aslantaş (2008), Calvo, İvora ve Liern (2014), Tavana v.d (2015) ve Perez ve Gomez (2014)) sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir.

Optimizasyon işlemiyle minimum varyanslı olacak şekilde belirlenen A portföyünün beklenildiği gibi, bütün yıllarda diğer portföylere göre daha düşük risk düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca A portföyü bütün yıllarda BİST 100 endeksine göre daha iyi bir performans göstermiştir. Bu sonuç Abay (2013), Toraman ve Yürük (2014) ve Bilir (2016) 'in çalışmalarının sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir. Bunun yanı sıra, A portföyünün sadece 2016 yılında C portföyünden daha iyi bir performans sergilediği görülürken, diğer bütün yıllarda B ve C portföyelerine göre daha kötü bir performans gösterdiği görülmektedir. A portföyü geçmiş yıllardaki fiyat

hareketlerinin gelecek yıllarda da devam edeceği varsayımı dikkate alınarak optimizasyon yöntemiyle oluşturulmuştur. A portföyünün performansı incelendiğinde, geçmiş yıllardaki fiyat hareketlerinin gelecek yıllarda da devam edeceği varsayımının BİST için gerçekçi bir yaklaşım olmadığı görülmektedir.

Çalışmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle oluşturulan portföylerin, hem yükselen piyasalarda hem de düşen piyasalarda, BİST 100 endeksine göre daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Bu sonuç, Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin portföye dahil edilecek hisse senetlerini belirleme sürecinde, nihai amacı daha düşük risk ile daha fazla getiri elde etmek olan yatırımcılar için, kullanışlı bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, oluşturulan portföylerin 2015 ve 2018 yıllarında düşen piyasalardaki performansları incelendiğinde, her ne kadar BİST 100 endeksine göre iyi olsa da genel olarak negatif getiri sağladığı ve kötü bir performans sergilediği görülmektedir. Bunun nedeni olarak, portföylerin diğer finansal varlıklara göre daha yüksek riske sahip finansal varlıklar olan hisse senetlerinden oluşturulmuş olması gösterilebilir. Oluşturulan portföylere hisse senetlerinin yanı sıra, tahvil hazine bonosu, döviz, altın gibi farklı finansal varlıklar eklenerek bu durum ortadan kaldırılabilir ve daha iyi bir getiri oranı elde edilebilir.

Yatırımcılar için, finansal piyasalarda işlem yapabilme olanakları ve bu piyasalarda işlem yapan yatırımcı sayısı her geçen gün artarken, portföy optimizasyon modellerinin araştırmacıların ilgisini çeken bir çalışma alanı olmaya devam edeceği düşünülmektedir. Bu nedenle, ileride yapılacak çalışmalarda Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin geliştirilerek kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada oluşturulan portföylerde sadece hisse senetlerine yer verilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda, portföylerde hisse senetlerinin yanı sıra, döviz, altın hazine bonosu, tahvil gibi farklı finansal varlıklara yer verilerek oluşturulacak portföylerin performanslarının incelenmesi yararlı olacaktır.

Ayrıca ileride yapılacak çalışmalarda, hisse senedi getirilerini açıklamada kullanılan değişkenlerin ve bu değişkenlerin ağırlıklarının farklılaştırılması ile daha iyi performans gösteren portföyler oluşturulup oluşturulamayacağı araştırılabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin portföye dahil edilecek hisse senetlerini belirleme sürecinde yatırımcılar için kullanışlı bir yöntem olduğu ve yatırımcıların portföy oluştururken bu yöntemi kullanmalarının yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.



KAYNAKÇA

- Abay, R., (2013). “Markowitz Karesel Programlama ile Portföy Seçimi: IMKB 30 Endeksinde Riskli Portföylerin Seçimi”. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 22 (2), 175-194.
- Akça, N. ve Somunoğlu, S. (2014). “Ankara’da Yer Alan Özel Bir Sağlık İşletmesinin Finansal Tablolarının Oran Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi” *İşletme Bilimi Dergisi*, 2 (1), 111-126.
- Akdağ, S. (2017). *Bulanık Mantık İle Gerçekleştirilen Portföy Optimizasyonunun Boğa ve Ayı Piyasalarında Karşılaştırılması: BİST Örneği*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Niğde: Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akdoğan, N. ve Tenker, N. (2010). *Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri*. Ankara: Gazi Kitabevi
- Akel, V. (2006), “Portföy Performansının Değerlendirilmesi”, Ders Notu, http://iibf.bozok.edu.tr/akademik/veli_akel/portfoy_peRFrmansi.pdf, Erişim Tarihi: 21.12.2019
- Akyer, H. (2016). *Optimal Portföy Yönetiminde Sezgisel Yaklaşımlar*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Alkan, S. Ş. (2020). *Electre III, Electre TRI ve TOPSIS Yöntemleri ile İş Yapma Kolaylığı Endeksi Verileri Üzerine Bir Uygulama*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Allozi, N. M. ve Obeidat, G. S. (2016). “The Relationship Between the Stock Return and Financial Indicators (Profitability, Leverage): An Empirical Study on Manufacturing Companies Listed in Amman Stock Exchange”. *Journal of Social Sciences*, 55 (33), 408-424.
- Alptekin, N. (2019). “TOPSIS”, Hasan Durucasu (Editör), *İşletmelerde Karar Verme Teknikleri* (103-118). T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 2210
- Altıntaş, M. K. (2008). “Türk Özel Emeklilik Fonlarının Risk Odaklı Yönetim Performansı: 2004-2006 Dönemine İlişkin Bir Analiz” *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8 (1), 85–110

- Anguridze, T. (2019). *Portfolio Optimization With Option Implied Information: An Application In Borsa Istanbul*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Anwaar, M. (2016). "Impact of Firms' Performance on Stock Returns (Evidence From Listed Companies of FTSE-100 Index London, UK)". *Global Journal of Management and Business Research: D Accounting and Auditing*, 16 (1), 30-39.
- Arslan, M., C. (2012). *Kısıtlar Teorisi ile Maliyet-Hacim-Kar Analizlerinde Bulanık Mantık Uygulamaları* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Aslantaş, C. (2008). *Portföy Yönetiminde Fuzzy Yaklaşım*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Atanassov, K.T. (1999). *Intuitionistic Fuzzy Sets: Theory and Application*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany
- Atanassov, K.T. (1986). "Intuitionistic Fuzzy Sets". *Fuzzy Sets and Systems*, 20 (1), 87–96)
- Atıcı, K. M. ve Ulucan, A. (2009). "Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları". *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 27 (1), 161-186.
- Aydın, N. (2012). "Finansal Analiz". Güven Sevil ve Mehmet Başar (Editör), *Finansal Yönetim-I* (84-112). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1547
- Ayrıçay, Y. ve Türk, V.E. (2014). "Finansal Oranlar ve Firma Değeri İlişkisi: BİST'de Bir Uygulama". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı: 64, 53-70.
- Bailey, W. ve Stulz R.M. (1990). "Benefits of International Diversification: The Case of Pasific Basin Stock Markets", *Journal of Portfolio Management*, 16 (4), 57-61.
- Banchuenvijit, W. (2016). "Financial Ratios and Stock Prices: Evidence from the Agriculture Firms Listed on the Stock Exchange of Thailand". *UTCC International Journal of Business & Economics*, 8 (2), 23-29.
- Banz, R. W. (1981). "The Relationship Between Return and Market Value of Common Stocks". *Journal of Financial Economics*, 9 (1), 3-18.
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*, Ankara: Bıçaklar Kitapevi

- Bayrakdaroğlu A. (2018). “Finansal Varlık Fiyatlama Modeli” Aysel Gündoğdu (Editör), *Finansın Temel Teorileri* (113-135) . İstanbul: Beta Yayıncılık
- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M. ve Ignatus, J.(2012). “A State Of The Art Survey of TOPSIS Applications”. *Expert Systems with Applications*, 39 (17), 13051-13069.
- Bilir, H., (2016). “Determination of Optimal Portfolio by Using Tangency Porfolio and Sharpe Ratio”. *Research Journal of Finance and Accounting*. 7 (5), 53-59.
- Boasson, V., Boasson, E., ve Zhou, Z. (2011). “Portfolio optimization in a Mean Semi Variance Framework”. *Investment Management and Financial Innovations*. 8 (3), 58–68.
- Bogetoft P. ve Pruzan P. (1991). *Planning With Multiple Criteria Investigation, Communication, Choice*. New York: Elsevier Science Publisher
- Brans, J. P., ve Vincke, P. (1985). “A Preference Ranking Organization Method: The Promethee Method for MCDM”. *Management Science*. 31 (6), 647-656.
- Calvo, C., Ivorra, C., ve Liern, V. (2016). “Fuzzy Portfolio Selection With Non-Financial Goals: Exploring The Efficient Frontier”. *Annals of Operations Research*, Sayı: 245 (1-2), 31- 46.
- Can, M. (2018). “Karar Teorisi” Bahadır Fatih YILDIRIM ve Emrah ÖNDER (Editör), *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerim Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (1-11)*. Bursa: Dora Yayınevi
- Chatterjee, P ve Chakraborty S. (2012). “Material Selection Using Preferential Ranking Methods”, *Materials and Designs*, Cilt: 35, 384-393.
- Ceylan, A. ve Korkmaz T. (1995), *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları
- Chen, L., Peng, J., Zhang, B., ve Rosyida, I. (2017). “Diversified Models For Portfolio Selection Based On Uncertain Semi Variance”. *International Journal of Systems Science*, 48 (3), 637-648.
- Chen, N., Roll, R. ve Ross, S. (1986). “Economic Forces and The Stock Market”. *Journal of Business*. 59 (3), 383-403.
- Chou, T. Y. ve Liang, G. S. (2001). “Application of A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Model for Shipping Company Performance Evaluation”. *Maritime Police and Management*, 28 (4), 375-392.

- Coşkun, E. ve Çınar, Ö. (2014). “Üç Faktör Varlık Fiyatlama Modelinin Geçerliliği: Borsa İstanbul’da Bir İnceleme”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28 (4), 235-250.
- Çabuk, A.ve Lazol, İ. (1998). *Mali Tablolar Analizi*. Bursa: Ceylan Matbaacılık.
- Çavdar, E. (2009), “*Kalite Fonksiyonu Yayılımında Bulanık Mantık Tabanlı Değerlendirme: Yüksek Öğretimde Bir Uygulama*”. (Yayımlanmamış Doktora Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çetin, A.C. (2007). “Markowitz Kuadratik Programlama ile Optimal Portföy Seçimi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 12 (1), 63-81.
- Çınar, Y. (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dağ S. ve Yıldırım B.F. (2018). “Promethee”. Bahadır Fatih YILDIRIM ve Emrah ÖNDER (Editör). *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerim Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (177-199). Bursa: Dora Yayınevi
- Dağdeviren, M. ve Eraslan, E., (2008). “PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Damgacı, E. (2016). *Alternatif Enerji Kaynaklarının Sezgisel Bulanık Topsis Yöntemiyle Değerlendirilmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Darst, D. M. (2008). *The Art of Asset Allocation: Asset Allocation Principles and Investment Strategies for Any Market*. United States: McGraw-Hill Professional Publishing.
- Demirtaş, Ö. ve Güngör, Z. (2004). “Portföy Yönetimi ve Portföy Seçimine Yönelik Uygulama”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1(4), 103-109
- Doğukanlı, H. ve Borak M. (2018). *Portföy Yönetimi* Adana: Karahan Kitabevi 4.Baskı
- Ecer, F. (2007) “Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar Mı Yamuk Bulanık Sayılar Mı ?” *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 161 - 180
- Elton, E. J ve Gruber, M. J (1977). “Risk Reduction and Portfolio Size: An Analytical Solution”. *The University of Chicago Press Journal*, 50 (4), 415-437.

- Elton, E. J. ve Gruber, M. J. (1995). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. New York: John Wiley&Sons Publication, Third Edition,
- Ercan, M. K. ve Ban Ü. (2015). *Değere Dayalı İşletme Finansı, Finansal Yönetim*. Ankara: Gazi Kitabevi
- Erdal, C. (2008). *Bulanık Mantık ve Firmaların Başarı Kriterlerinin Tanımlanarak Bulanık Mantık İle Ölçülmesinin Bir Uygulaması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Erdoğan M. (2018). “*Bakım Yönetimi İçin Bir Karar Destek Sistemi Önerisi: Toplu Taşıma Süreci Üzerine Bir Uygulama*”. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Ertuna, G.Ö. (1991). *Yatırım ve Portföy Analizi*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Fama, E.F. & French, K. R. (1993). “Common Risk Factors In The Returns On The Stocks and Bonds”. *Journal of Finance Economics*, Cilt: 33, 3-56.
- Fama, E.F. ve French, K. R. (1992). “The Cross-Section of Expected Stock Returns”. *Journal of Finance*, 47 (2), 427-465.
- Fama, F. E. (1970). “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, *The Journal of Finance*, 25 (2),383-417.
- Fang, Y., Lai, K. K., ve Wang, S. (2008). *Fuzzy Portfolio Optimization: Theory and Methods*. Berlin: Springer
- Fettahoğlu, A. (2016). *Portföy Yönetim*. İstanbul: Umuttepe Yayınları 1. Baskı,
- Genç, T. (2013), “Promethee Yöntemi ve GAIA Düzlemi”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15 (1), 133-154.
- Gökgöz, F. (2008). “Üç Faktörlü Varlık Fiyatlandırma Modelinin İstanbul Menkul Kıymetler Borsası’nda Uygulanabilirliği”. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 63 (2), 43-64.
- Guo, S., Yu, L., Li, X. ve Kar, S. (2016). “Fuzzy Multi-Period Portfolio Selection With Different Investment Horizons”. *European Journal of Operational Research*, 254 (3), 1026-1035.
- Harker, P. T. ve Vargas, L. G. (1987). “The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty’s Analytic Hierarchy Process”, *Management Science*, 33 (11), 1383-1403.
- Haugen, R. (1993). *Modern Investment Theory*. New York: Prentice-Hall International.

- Henriksson, R. D. ve Merton, R. C. (1981). "On the Market Timing and Investment Performance of Managed Portfolios II: Statistical Procedures for Evaluating Forecasting Skills". *Journal of Business*. 54 (4), 513-533.
- Hsieh, T. Y., Lu, S. T. ve Tzeng, G. T. (2004). "Fuzzy MCDM Approach For Planning Anddesign Tenders Selection İn Public Office Buildings". *International Journal of Project Management*, 22 (7), 573–584
- Hutabarat F.M. ve Simanjuntakthe D. (2013). "Relationship Between Financial Ratios And Stock Prices Of Telecommunication Companies Of Indonesian Stock Exchange Telecommunication Sub Sector Indices" *Jurnal Ekonomi*, 4 (2), 227-232.
- Hwang, C. L. ve Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Ishizaka, A. ve Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Limited
- Işık, Ö. (2019). "Finansal Oranların Pay Getirileri Üzerindeki Etkisinin Panel Veri Analizi: BİST 100 Firmalarından Kanıtlar" *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (27),188-202
- Kaftan, İ., Balkan, E. ve Şalk M. (2013) "Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) ve Jeofizikte Kullanım Alanları: Sismoloji Örneği" *Denizli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (2),15-29
- Kalaycı, Ş. ve Karataş A. (2005)." Hisse Senedi Getirileri ve Finansal Oranlar İlişkisi: İMKB’de Bir Temel Analiz Araştırması". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı: 27, 146-157.
- Kapucu, H. (2011) "İMKB Uygulamalarıyla Modelleme Portföy Modelleme", İstanbul: IJOPEC Yayınları
- Karaayhan, İ. (2008). *Bankalarda Performans Değerlendirme ve Türkiye’de Faaliyet Gösteren Katılım Bankaları Üzerinde Bir Uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,
- Karan, M. B. (2013). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Ankara: Gazi Kitabevi
- Karapınar, A. ve Zaif, F. A. (2009).*Uluslararası Finansal Raporlama Standartları İle Uyumlu Finansal Analiz*, Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kayahan, Ş. D. (2019). *Doğrudan Yabancı Sermaye Hareketlerinin Türk Bankacılık Sektörü Performans Göstergelerine Etkisi: Camels ve Ekk Yöntemleri İle Analizi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Kayalidere, K. ve Aktaş, H. 2008. “Alternatif Portföy Seçim Modellerinin Performanslarının Karşılaştırılması (İMKB Örneği)”. *Dokuz Eylül Üniversitesi sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 10 (1), 290-312
- Keleşoğlu, Ö. ve Ülker M. (2006). “Düzlem Çerçeve Sistemlerin Bulanık Çok Amaçlı Optimizasyonu”, *İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) Teknik Dergi*, 17 (81), 3771-3782
- Keyser, W. D. ve Peeters, P. (1996). “A Note on The Use of Promethee Multicriteria Methods” *European Journal of Operational Research*, 89 (3) ,457-461.
- Kheradyar, S., İbrahim, I., Nor, F.M. (2011) “Stock Return Predictability with Financial Ratios”. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2 (5), 391-396
- Kılıç S. (2002). “Türkiye'deki Yatırım Fonlarının Performansının Değerlendirilmesi” İstanbul: İMKB Yayınları
- Kıyılar, M. ve Eroğlu, E. (2004). “Tek Endeks Modeli ve Modelin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulanması”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 33 (1), 21-38
- Kocadağlı, O. ve Keskin, R. (2015). “A Novel Portfolio Selection Model Based On Fuzzy Goal Programming With Different İmportance And Priorities”. *Expert Systems with Applications*, 42 (20), 6898-6912.
- Konuralp, G. (2005). *Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım Limited Şirketi
- Korkmaz, T. (2013a) “Portföy Yönetim Stratejileri” Mehmet Başar (Editör.) *Portföy Yönetimi (178-195)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.. No:1809 1. baskı
- Korkmaz, T. (2013b) “Geleneksel Portföy Yönetimi” Mehmet Başar (Editör.) *Portföy Yönetimi (70-93)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.. No:1809 1. baskı

- Korkmaz, T. (2013c) “Portföy Performansının Ölçülmesi” Mehmet Başar (Editör.) *Portföy Yönetimi (196-218)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.. No:1809 1. baskı
- Kosko, B (1993) “*Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*”. New York: Hyperion.
- Köse, E. (2001). *Doğrusal Olmayan Programlama Yöntemlerinden Kuadratik Programlama İle İMKB(30)'da Portföy Oluşturma Uygulaması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Köseoğlu, S. D. ve Mercangöz, B. A. (2013). “Testing The Validity Of Standard and Zero Beta Capital Asset Pricing Model İn Istanbul Stock Exchange”. *International Journal of Business, Humanities and Technology*, 3 (7), 58-67
- Lau, S. T. , Lee, C. T, ve McInish, T. H. (2002). “Stock Returns and Beta, Firms Size, E/P, CF/P, Book-To-Market, And Sales Growth: Evidence From Singapore And Malaysia”. *Journal of Multinational Financial Management*, 12 (3), 207-222.
- Lewellen, J. (2004). “Predicting Returns With Financial Ratios”. *Journal of Financial Economics*, 74 (2), 209–235.
- Li, Y., Wang, B., Fu, A.ve Watada, J. (2020). “Fuzzy Portfolio Optimization For Time-Inconsistent Investors: A Multi-Objective Dynamic Approach”. *Soft Computing*, Cilt:24, 9927-9941
- Lintner, J. (1965). “The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”. *The Review of Economics and Statistics*, 47 (1), 13-37.
- Liu, Y. J., ve Zhang, W. G. (2015). “A Multi-Period Fuzzy Portfolio Optimization Model With Minimum Transaction Lots”. *European Journal of Operational Research*, 242 (3), 933-941.
- Lukasiewicz, J . (1920). *On 3-Valued Logic*, Ed. McCall, Polish Logic, Oxford U.P. 1967.
- Maginn, J., Tuttle, L. D., McLeavey, D.W. ve Pinto, J. E. (2007). *Managing Investment Portfolios: A Dynamic Process*. (Third ed., pp. 1-913). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- Markowitz, H. (1952). “Portfolio Selection”. *The Journal of Finance*, 7 (1), 77-91

- Michael, H. (2005). *Applied Fuzzy Arithmetic An Introduction with Engineering Applications*. Netherlands: Springer.
- Mukherji, S. , Dhatt, M. S. ve Kim, Y. H. (1997). “A Fundamental Analysis of Korean Stock Returns”. *Finance Analysts Journal*, 53 (3), 75–80.
- Musallam, S. R. M. (2018). “Exploring the Relationship Between Financial Ratios and Market Stock Returns”. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 11 (21), 101-116.
- Münyas T. (2018).“Portföy Performans Ölçüm Modelleri” Turgay Münyas (Editör), *Finansal Yönetim ve Portföy Yönetim Teorisi* (405-421). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2007). “Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods”. *European Journal of Operational Research*, 178 (2), 514-529.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2004). “Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS”. *European Journal of Operational Research*, 156 (2),445-455.
- Özarslan, S. (2018).“Modern Portföy Teorisi” Turgay Münyas (Editör), *Finansal Yönetim ve Portföy Yönetim Teorisi* (351-385). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özdemir, A. (2019). “AHP”, Hasan Durucasu (Editör), *İşletmelerde Karar Verme Teknikleri* (64-84). Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 2210
- Özdağoğlu, A. (2013). “Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinde Normalizasyon Tekniklerinin Sonuçlara Etkisi: COPRAS Örneği”. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8 (2), 229-252
- Özden, Ü. H. (2009). *Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Performansları: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık
- Özden, Ü. H. (2012).“AB’ye Üye Ülkelerin ve Türkiye’nin Ekonomik Performanslarına Göre Vikor Yöntemi ile Sıralanması”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (21), 455-468.
- Özkan, M. M. (2003) . *Bulanık Hedef Programlama*. Bursa: Ekin Kitabevi
- Peralta, G., ve Zareei, A. (2016). “A Network Approach To Portfolio Selection”. *Journal of Empirical Finance*, Cilt: 38, 157-180.

- Perez, F., ve Gomez, T. (2014). "Multiobjective Project Portfolio Selection With Fuzzy Constraints". *Annals of Operations Research*, 245 (1), 7-29.
- Post, E. (1921). "Introduction to A General Theory of Elementary Propositions". *American Journal of Mathematics*, 43 (3), 163-185
- Power, D.J. (2003). "What is the analytical hierarchy process (AHP)?". *DSS News*, 4 (13).
- Rao, N., ve Ravindran, M. (2003). Performance Evaluation of Indian Mutual Funds. Working paper http://papers.ssrn.com/so13/papers.cfm?abstract_id=433100, 1-24.
- Reilly, F.K. ve Brown, K.C.(2000). *Investment Analysis and Portfolio Management*, Sixth Press. United States of America: Dryden Press Publishing
- Reingaum, M. R. (1981). " Arbitrage Pricing Theory: Some Emprical Results", *The Journal of Finance*, 36 (2), 313-321
- Rensburg, P.V. (1997). "Investment Basics: The Arbitrage Pricing Theory". *Investment Analysts Journal*, 26 (46), 60-64.
- Reznik, L. (1997). *Fuzzy Controllers*. Boston: Newnes
- Roll, R. ve Ross, S. (1980). " An Emprical Investigation of The Arbitraj Pricing Theory". *The Journal of Finance*, 35 (5), 1074
- Ronald R. M, (2002). "Portfolio Performance: Illustrations From Morningstar", *Journal of Education for Business*, 77 (4), 226-229
- Rosenberg, B., Reid, K., ve Lanstein, R. (1985). "Persuasive Evidence Of Market Inefficiency". *The Journal of Portfolio Management*, 11(3), 9-16.
- Ross, S. A. (1976). "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing" , *Journal of Economic Theory*, 13 (3), 341-360.
- Saaty, L.T. ve Tran, L.T. (2007). "On The Invalidity Of Fuzzifying Numerical Judgments In The Analytic Hierarchy Process", *Mathematical And Computer Modelling* 46 (7-8), 962-975
- Saaty, T. L. ve Kearns, P. K. (1985). *Analytical Planning The Organization of Systems*. Oxford: Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall.
- Saaty, T. L. ve Wind, Y. (1980). "Marketing Applications of The Analytic Hierarchy Process" *Management Science*, 26 (7), 641-658.

- Saborido, R., Ruiz, A. B., Bermúdez, J. D., Vercher, E., ve Luque, M. (2016). "Evolutionary Multi-Objective Optimization Algorithms For Fuzzy Portfolio Selection". *Applied Soft Computing*, Cilt: 39, 48-63.
- Sayılgan, G. (2013). "Endeks (Faktör) Modelleri". Mehmet Başar (Editör) *Portföy Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.. No:1809
- Shafana, A . L., Fathima, R.ve Inunjariya, A. M. (2013). "Relationship Between Stock Returns and Firm Size, And Book To Market Equity: Empirical Evidence From Selected Companies Listed on Milanka Price Index in Colombo Stock Exchange". *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences (JETEMS)*, 4 (2), 217-225
- Sharpe, W. F. (1963). "A Simplified Model for Portfolio Analysis". *Management Science*, 9 (2), 277-293
- Sharpe, W. F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk", *The Journal of Finance*, 19 (3), 425-442.
- Singh A., Joshi D. K. ve Kumar Ş. (2019). "A Novel Construction Method of Intuitionistic Fuzzy Set From Fuzzy Set And Its Application in Multi-Criteria Decision Making Problem" Mandal J., Bhattacharyya D., Auluck N. (Editörler) *Advanced Computing and Communication Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Singapore: Springer
- Solak, S. (2010). *Türk Ticari Bankacılık Sektörünün 2001 Krizi Öncesi ve Sonrası Camels Analizi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Sprecher, C. R. ve Karcıoğlu, R. (1990). "Çeşitlendirme Prensipleri", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (3-4), 212-234
- Şahin, S. (2018). "ELECTRE". Bahadır Fatih YILDIRIM ve Emrah ÖNDER (Editörler), *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerim Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (155-173). Bursa: Dora Yayınevi.
- Şen, Z. (2003). *Modern Mantık*. İstanbul: Bilge Kültür Sanat Yayınevi
- Şen, Z. (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları
- Tavana, M., Keramatpour, M., Santos-Arteaga, F. J., ve Ghorbaniane, E. (2015). "A Fuzzy Hybrid Project Portfolio Selection Method Using Data Envelopment

- Analysis, TOPSIS And İnteger Programming”. *Expert Systems with Applications*, 42 (22), 8432-8444.
- Teker, S. (2008). “Yatırım Fonlarının Risk Odaklı Performans Değerlemesi”. *Doğuş Üniversitesi Dergisi* 9 (1), 89-105
- Tobin, J.(1958). “Liquidity Preference as Behavior Towards Risk”. *Review of Economic Studies*. 26 (1), 65-86.
- Toraman, C. ve Yürük, M.F. (2014). “Kuadratik Programlama Tabanlı Modelleme İle Portföy Optimizasyonu: BİST 100 Uygulaması”. *Mukaddime*. 5 (1), 133-148.
- Travers, F. J. (2004). *Investment Manager Analysis: A Comprehensive Guide To Portfolio Selection, Monitoring, and Optimization*. New Jersey: John Wiley ve Sons.
- Treynor, J. ve Mazuy, K. (1966). “Can Mutual Funds Outguess the Market?” *Harvard Business Review*. Cilt: 44, 131-136.
- Tudor, C. (2008). “Firm-Specific Factors As Predictors Of Future Returns For Romanian Common Stocks: Empirical Evidence”. *Recent Researches in Business Administration, Finance and Product Management*, 5 (3), 73-78.
- Türkbey, O. (2003). “Çok Amaçlı Makine Sıralama Problemi İçin Bir Bulanık Güçlü Metod” *Dokuz Eylöl Üniversitesi Mühendislik Faköltesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5 (3), 81-98
- Ural, Ş. (1987) “Çok Değerli Mantık” *İstanbul Üniversitesi Felsefe Arşivi Dergisi*, Sayı: 26, 301-316
- Ural, Ş. (2004) “Puslu (Fuzzy) Mantık”, Editörler: Ural, Ş., Özer, M., Koç, A., Şen, A., Hacıbekiroğlu, G. Mantık, Matematik ve Felsefe, I. Ulusal Sempozyumu 26-28 Eylöl 2003 Assos-Çanakkale (43-60) İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları.
- Urhan, O. (2010). “*Nicel Tekniklerin Optimal Portföy Seçiminde Uygulanabilirliği*”. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Ünal, Y. (2011). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bir Takım Oyunu İçin Oyuncu Seçimi Uygulaması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Wang, K. (2001). “Multifactor Model of Growth and Z Score for Projecting Stock Return and Evaluating Risk”. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=286174>

- Xu, Z.H. (2007). "Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators". *Ieee Transactions on Fuzzy Systems*, 15 (6), 1179-1187.
- Yalçiner, K. ,Atan M. ve Boztosun D. (2005a), "Karesel Programlama Yönteminin İMKB 100 Endeksine Uygulanması ve Portföy Optimizasyonu", *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 20 (32),70-83.
- Yalçiner, K. , Atan M. ve Boztosun D. (2005b). "Finansal Oranlarla Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişki", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı:27, 176-187.
- Yaralıoğlu, K. (2010). "Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 129-142.
- Yıldız, A. (2006), "Aktif Portföy Yönetim Stratejilerinin Değerlendirilmesi: A Tipi Yatırım Fonları Üzerine Uygulama". *Marmara Üniversitesi Muhasebe-Finansman Araştırma ve Uygulama Dergisi*, 6 (15), 117-130.
- Yörük, N. (2000). *Finansal Varlık Fiyatlama Modelleri ve Arbitraj Fiyatlama Modelinin İMKB'de Test Edilmesi*. İstanbul: İMKB Yayınevi.
- Yue, W. ve Wang, Y. (2017). "A New Fuzzy Multi-Objective Higher Order Moment Portfolio Selection Model for Diversified Portfolios". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* Cilt: 465, 124– 140.
- Yücel, Ö. (2016). "BİST Endekslerinin Risk Temelli Performans Karşılaştırması" *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 4 (4), 151-164
- Yürekli, H. (2008). *Taarruz Helikopterleri Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Zadeh, L. A. (1965) "Fuzzy Sets". *Information and Control*, 8 (3), 338–353.
- Zaheri, F. ve Barkhordary, S. (2015). "Relationship Between Financial Characteristics Of Companies In Cement Industry And Their Stock Returns In Tahrn Stock Exchange". *Research Journal of Recent Sciences*, 4 (8), 77-83
- Zardari, N. H. , Ahmed, K., Shirazi S. M. ve Yusop Z. B. (2015). *Weighting Methods and Their Effect on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management*. London: Springer
- Zhou, W., ve Xu, Z. (2017). "Portfolio Selection and Risk Investment Under The Hesitant Fuzzy Environment". *Knowledge-Based Systems*, Cilt: 144, 21-31.

Zimmermann, H. J. (2010). "Fuzzy Set Theory" *WIREs Computational Statistics*, 2 (3), 317-332

Zimmermann, H.J. (1987). *Fuzzy Sets, Decision Making And Expert System*. Boston: Kluwer Academic Publishers



EKLER

EK-1. ANA METAL SANAYİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	KRDMA	0,5262	EREGL	0,7087	ISDMR	0,3511	DOKTA	0,6922	ISDMR	0,5748
2	EREGL	0,5158	ERBOS	0,6729	ERBOS	0,2122	ISDMR	0,3396	DOKTA	0,5616
3	ERBOS	0,5001	SARKY	0,5342	CUSAN	0,1973	CEMTS	0,3158	CUSAN	0,5420
4	CELHA	0,4921	DMSAS	0,4934	SARKY	0,1567	EREGL	0,3111	EREGL	0,5261
5	CEMTS	0,4919	DOKTA	0,4825	CEMTS	0,1526	SARKY	0,3008	DMSAS	0,4839
6	DMSAS	0,4821	CEMTS	0,4557	EREGL	0,1511	ERBOS	0,3008	ERBOS	0,4829
7	SARKY	0,4810	CELHA	0,3693	TUCLK	0,1232	CELHA	0,2957	IZMDC	0,4792
8	DOKTA	0,4801	BRSAN	0,3395	BRSAN	0,1176	BRSAN	0,2928	CEMTS	0,4571
9	TUCLK	0,4731	TUCLK	0,3107	CELHA	0,0680	DMSAS	0,2855	MAKTK	0,4542
10	BRSAN	0,4726	BURVA	0,0863			KRDMA	0,2809	BRSAN	0,4346
11	BURCE	0,0250					CUSAN	0,2796	KRDMA	0,3942
12							BURVA	0,2769	BURVA	0,2059
13							TUCLK	0,2697	CELHA	0,1756
14							IZMDC	0,2257		
15							MAKTK	0,2245		

EK-2. BANKACILIK SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	TSKB	0,6836	ALBRK	0,7168	ISCTR	0,8727	AKBNK	0,9039	ISCTR	0,8853
2	GARAN	0,6818	TSKB	0,7141	GARAN	0,8527	ISCTR	0,8923	AKBNK	0,8728
3	ISCTR	0,6809	ISCTR	0,6682	AKBNK	0,8491	GARAN	0,8797	GARAN	0,8625
4	AKBNK	0,6706	HALKB	0,6257	TSKB	0,8377	TSKB	0,8547	TSKB	0,8547
5	VAKBN	0,5977	AKBNK	0,6142	HALKB	0,7852	HALKB	0,8060	VAKBN	0,7981
6	YKBNK	0,5923	GARAN	0,5891	YKBNK	0,7737	VAKBN	0,7755	HALKB	0,7887
7	HALKB	0,5914	VAKBN	0,5679	ALBRK	0,7598	ALBRK	0,7657	YKBNK	0,7747
8	QNBFB	0,5625	YKBNK	0,5627	VAKBN	0,7593	YKBNK	0,7503	ALBRK	0,7430
9	ALBRK	0,5519	KLNMA	0,5307	QNBFB	0,6803	QNBFB	0,7308	QNBFB	0,7315
10	KLNMA	0,4483	SKBNK	0,2997	KLNMA	0,6741	KLNMA	0,7225	SKBNK	0,6971
11	ICBCT	0,4208	QNBFB	0,1701	SKBNK	0,6540	SKBNK	0,6821	ICBCT	0,1697
12					ICBCT	0,1625	ICBCT	0,1842		

EK-3. BİLİŞİM SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	ESCOM	0,7359	ESCOM	0,5447	ESCOM	0,6337	LINK	0,5010	LINK	0,7538
2	LINK	0,4832	LINK	0,4318	KRONT	0,3619	ESCOM	0,4679	DESPC	0,6286
3	DESPC	0,4795	TCELL	0,4314	LINK	0,3118	INDES	0,4276	FONET	0,5934
4	TCELL	0,4740	KRONT	0,4226	TCELL	0,2968	DESPC	0,3544	INDES	0,5874
5	KRONT	0,4735	DESPC	0,4050	DESPC	0,2956	DGATE	0,3430	DGATE	0,5855
6	TTKOM	0,4706	DGATE	0,3658	DGATE	0,2807	KRONT	0,2903	KFEIN	0,5816
7	ARMDA	0,4677	INDES	0,3632	INDES	0,2656	TCELL	0,2854	ASELS	0,5797
8	ARENA	0,4673	ARENA	0,3395	ALCTL	0,2622	ASELS	0,2792	LOGO	0,5758
9	NETAS	0,4652	ALCTL	0,3312	ARENA	0,2616	KAREL	0,2750	KAREL	0,5673
10	DGATE	0,4647	KAREL	0,3190	KAREL	0,2509	FONET	0,2700	ALCTL	0,5656
11	ASELS	0,4646	ARMDA	0,3187	PKART	0,2469	ALCTL	0,2697	TCELL	0,5653
12	INDES	0,4640	NETAS	0,2964	ARMDA	0,2395	ARMDA	0,2679	PKART	0,5613
13	LOGO	0,4630	PKART	0,2950	ASELS	0,2262	PKART	0,2652	KRONT	0,5606
14	KAREL	0,4627	LOGO	0,2841	NETAS	0,2205	TTKOM	0,2606	ARENA	0,1244
15	PKART	0,1627	TTKOM	0,2770	LOGO	0,1486	LOGO	0,2570		
16			ASELS	0,2606			NETAS	0,2473		
17							ARENA	0,1760		

EK-4. ENERJİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	ODAS	0,8178	AKSUE	0,5270	ODAS	0,9027	ODAS	0,8293	ENJSA	0,9995
2	AYEN	0,2738	ODAS	0,4794	ZOREN	0,1369	AKSEN	0,7485	AKSEN	0,0619
3	AKSEN	0,0574	AKENR	0,0834	AKENR	0,1233	AYEN	0,5559	ZOREN	0,0034
4			AKSEN	0,0674	AKSUE	0,1132	ZOREN	0,0818		
5			AYEN	0,0672	AKSEN	0,1095				
6			BMELK	0,0570	AYEN	0,1068				
7			ZOREN	0,0534	BMELK	0,0686				

EK-5. GIDA, İÇECEK VE TÜTÜN SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	VANGD	0,5842	PETUN	0,7178	EKIZ	0,6784	VANGD	0,7026	TBORG	0,7923
2	TATGD	0,5452	TBORG	0,6076	PETUN	0,6221	BANVT	0,3127	PETUN	0,7021
3	PNSUT	0,5387	PNSUT	0,6005	TBORG	0,6027	PETUN	0,2776	KNFRT	0,6843
4	TBORG	0,5078	TUKAS	0,5918	PNSUT	0,5659	TBORG	0,2685	ULKER	0,6707
5	PETUN	0,5070	TATGD	0,5630	TATGD	0,5650	TATGD	0,2499	VANGD	0,6544
6	MERKO	0,4901	KNFRT	0,5460	KNFRT	0,5601	KNFRT	0,2463	TATGD	0,6446
7	KNFRT	0,4746	ULKER	0,5303	BANVT	0,5385	PNSUT	0,2382	PNSUT	0,6411
8	ULUUN	0,4200	SELGD	0,5220	ULUUN	0,5365	ULUUN	0,2360	FRIGO	0,6402
9	PINSU	0,3858	ULUUN	0,5082	ULKER	0,5299	SELGD	0,2273	TUKAS	0,6348
10	ULKER	0,3800	KRSTL	0,4941	KRSTL	0,5283	FRIGO	0,2247	ULUUN	0,6341
11	CCOLA	0,3686	AVOD	0,4906	TUKAS	0,5244	KRSTL	0,2219	BANVT	0,6331
12	AVOD	0,3359	PENGD	0,4676	TKURU	0,4862	ULKER	0,2192	CCOLA	0,6292
13	KENT	0,3349	MERKO	0,4484	ERSU	0,1498	CCOLA	0,2111	SELGD	0,6217
14	OYLUM	0,2593	CCOLA	0,4318			ERSU	0,2057	OYLUM	0,6042
15	KRSTL	0,2326	KENT	0,1704			AEFES	0,1940	PENGD	0,5974
16							TKURU	0,1719	KENT	0,5686
17							TUKAS	0,1515	ERSU	0,2563
18							KENT	0,0811		

EK-6. KİMYA, İLAÇ, PETROL, LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLER SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	HEKTS	0,6991	BAGFS	0,6884	SODA	0,7944	SODSN	0,8329	SODSN	0,7195
2	SODA	0,6848	POLTK	0,6369	SODSN	0,7798	SODA	0,8056	IPEKE	0,6904
3	AKSA	0,6127	SODA	0,5886	HEKTS	0,7719	PETKM	0,7918	SODA	0,6901
4	RTALB	0,5855	PETKM	0,5409	ECILC	0,7618	TUPRS	0,7912	ECILC	0,6574
5	POLTK	0,5687	MEGAP	0,5406	SASA	0,7615	AYGAZ	0,7863	ACSEL	0,6522
6	ALKIM	0,5571	HEKTS	0,5399	POLTK	0,7601	HEKTS	0,7861	ALKIM	0,6454
7	SODSN	0,5549	RTALB	0,5357	PETKM	0,7575	ALKIM	0,7851	HEKTS	0,6388
8	IPEKE	0,5526	SODSN	0,5353	ALKIM	0,7492	AKSA	0,7766	GEDZA	0,6368
9	GUBRF	0,5483	TUPRS	0,5283	SEYKM	0,7444	POLTK	0,7671	SASA	0,6311
10	SASA	0,5407	AYGAZ	0,5195	AYGAZ	0,7333	MEGAP	0,7666	TUPRS	0,6159
11	TUPRS	0,5350	SEYKM	0,5120	TUPRS	0,7122	ECILC	0,7543	MEGAP	0,6155
12	AYGAZ	0,5340	ALKIM	0,5118	RTALB	0,7088	EGGUB	0,7529	AKSA	0,6124
13	GEDZA	0,5282	AKSA	0,5071	AKSA	0,7088	GEDZA	0,7444	SELEC	0,6005
14	SELEC	0,5260	ECILC	0,4986	GEDZA	0,7042	ACSEL	0,7387	DEVA	0,6001
15	BAGFS	0,5161	SASA	0,4958	EGGUB	0,7019	IPEKE	0,7369	EGGUB	0,5948
16	TMPOL	0,4994	SELEC	0,4832	SELEC	0,6979	SELEC	0,7351	AYGAZ	0,5885
17	MEGAP	0,4978	LKMNH	0,4758	DEVA	0,6949	SASA	0,7336	PETKM	0,5880
18	IZFAS	0,4938	GEDZA	0,4709	MEGAP	0,6918	RTALB	0,7334	RTALB	0,5860
19	EGGUB	0,4927	DEVA	0,4642	IPEKE	0,6915	SEYKM	0,7312	SEYKM	0,5717
20	DYOBY	0,4896	GUBRF	0,4484	ACSEL	0,6912	DEVA	0,7290	LKMNH	0,5637
21	LKMNH	0,4864	IZFAS	0,4455	LKMNH	0,6902	LKMNH	0,7092	POLTK	0,1398
22	DEVA	0,4724	DYOBY	0,4023	TRCAS	0,6721	SEKUR	0,7053		
23	PETKM	0,2392	EGGUB	0,3562	IZFAS	0,6696	GUBRF	0,6965		
24	ACSEL	0,0664	TMPOL	0,3442	DYOBY	0,6662	TMPOL	0,6941		
25			ACSEL	0,2479	MRSHL	0,6619	IZFAS	0,0420		
26					SEKUR	0,6179				
27					TMPOL	0,0452				

EK-7. METAL EŞYA MAKİNE ELEKTRİKLİ CİHAZ VE ULAŞIM ARAÇLARI SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	EGEEN	0,7348	FMIZP	0,6893	EGEEN	0,7267	EGEEN	0,8140	FMIZP	0,6711
2	ULUSE	0,6490	EGEEN	0,6561	FMIZP	0,6921	FMIZP	0,8022	EGEEN	0,6127
3	FMIZP	0,5433	GEREL	0,4749	ULUSE	0,5320	ULUSE	0,6353	VESBE	0,4499
4	JANTS	0,4989	ALCAR	0,4251	VESBE	0,5158	VESBE	0,5698	ULUSE	0,4253
5	DITAS	0,4880	DOAS	0,4031	DOAS	0,5034	JANTS	0,5649	SAFKR	0,4039
6	ALCAR	0,4671	IHEVA	0,3418	BFREN	0,4936	BFREN	0,5526	JANTS	0,4003
7	SILVR	0,4624	GOODY	0,3319	TTRAK	0,4916	ALCAR	0,5416	BFREN	0,3961
8	TTRAK	0,4492	TTRAK	0,3300	ALCAR	0,4888	TTRAK	0,5379	KLMSN	0,3961
9	DOAS	0,4337	KLMSN	0,3246	KLMSN	0,4733	FROTO	0,5232	TTRAK	0,3895
10	IHEVA	0,4214	BRISA	0,3240	FROTO	0,4615	SILVR	0,5209	TOASO	0,3831
11	KORDS	0,4213	FROTO	0,3211	KORDS	0,4485	TOASO	0,5151	DOAS	0,3767
12	BRISA	0,4127	KORDS	0,3160	ARCLK	0,4423	DOAS	0,5099	ALCAR	0,3753
13	TOASO	0,4053	VESBE	0,3144	JANTS	0,4303	KORDS	0,5078	DITAS	0,3718
14	KATMR	0,3943	TOASO	0,3085	TOASO	0,4277	GOODY	0,5054	KORDS	0,3693
15	VESBE	0,3889	KATMR	0,2949	EMKEL	0,4248	DITAS	0,4911	GOODY	0,3654
16	GEREL	0,3732	ARCLK	0,2934	PRKAB	0,4188	GEREL	0,4896	PRKAB	0,3630
17	PARSN	0,3727	JANTS	0,2779	BALAT	0,4094	ARCLK	0,4837	VESTL	0,3619
18	KLMSN	0,3689	BFREN	0,2704	SILVR	0,4073	BRISA	0,4825	FROTO	0,3616
19	PRKAB	0,3544	EMKEL	0,2703	GEREL	0,4037	KLMSN	0,4815	FORMT	0,3592
20	ASUZU	0,3543	ULUSE	0,2534	VESTL	0,4036	KATMR	0,4578	IHEVA	0,3570
21	ARCLK	0,3448	PARSN	0,2459	TMSN	0,4034	OTKAR	0,4351	OTKAR	0,3409
22	FROTO	0,3440	ASUZU	0,2405	GOODY	0,3966	PRKAB	0,4318	ARCLK	0,3370
23	GOODY	0,3228	PRKAB	0,2397	BRISA	0,3961	VESTL	0,4206	BRISA	0,2874
24	EMKEL	0,3109	TMSN	0,2383	KATMR	0,3882	PARSN	0,3331	GEREL	0,1530
25	TMSN	0,3094	VESTL	0,2269	VESTL	0,2870	VESTL	0,2870		
26	BFREN	0,2903	VESTL	0,2236	OTKAR	0,2311	OTKAR	0,2311		
27	VESTL	0,2850	OTKAR	0,1810	OTKAR	0,1212	KARSN	0,2120		
28	OTKAR	0,2402	OTKAR	0,1716	OTKAR	0,1116	KARSN	0,2099		

EK-8 TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

Sıra	2014		2015		2016		2017		2018	
	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	ADANA	0,7620	ADANA	0,7777	ADANA	0,6857	UNYEC	0,6582	ADANA	0,7551
2	UNYEC	0,6291	BOLUC	0,6611	AYES	0,6488	ADANA	0,6338	EPLAS	0,4881
3	MRDIN	0,6281	UNYEC	0,6366	UNYEC	0,6462	AYES	0,6099	AYES	0,3916
4	BOLUC	0,6001	AKCNS	0,6227	BOLUC	0,6194	BOLUC	0,6085	EGSER	0,3805
5	YBTAS	0,5810	MRDIN	0,6162	YBTAS	0,6170	MRDIN	0,6018	MRDIN	0,3644
6	AKCNS	0,5462	EGSER	0,6078	AKCNS	0,6075	EGSER	0,5387	TRKCM	0,3640
7	NUHCM	0,5378	CIMSA	0,6049	NUHCM	0,5994	NUHCM	0,5330	BUCIM	0,3621
8	CIMSA	0,5370	YBTAS	0,6034	MRDIN	0,5980	BUCIM	0,5185	ANACM	0,3579
9	EGSER	0,5348	NUHCM	0,5924	ANACM	0,5927	TRKCM	0,5126	NUHCM	0,3570
10	BSOKE	0,5225	AYES	0,5801	BASCM	0,5925	AFYON	0,5079	SISE	0,3564
11	GOLTS	0,5164	BASCM	0,5702	BUCIM	0,5843	CIMSA	0,5043	AKCNS	0,3554
12	BUCIM	0,5123	BUCIM	0,5505	CIMSA	0,5822	BASCM	0,4989	BOLUC	0,3520
13	BASCM	0,5096	BSOKE	0,5367	TRKCM	0,5743	SISE	0,4985	CMBTN	0,3516
14	KONYA	0,5013	SISE	0,5335	EGSER	0,5638	AKCNS	0,4937	EGPRO	0,3478
15	AYES	0,4947	BTCIM	0,5305	EGPRO	0,5609	EGPRO	0,4811	CIMSA	0,3476
16	BTCIM	0,4780	TRKCM	0,5217	SISE	0,5435	YBTAS	0,4759	BASCM	0,3440
17	CMEN	0,4753	NIBAS	0,5185	KONYA	0,5371	ANACM	0,4726	UNYEC	0,3301
18	TRKCM	0,4704	EGPRO	0,5155	USAK	0,5136	KONYA	0,4662	KONYA	0,3217
19	NIBAS	0,4660	CMEN	0,5139	GOLTS	0,4671	BRKSN	0,4533	USAK	0,3189
20	ANACM	0,4561	KONYA	0,5030	BTCIM	0,4667	USAK	0,4278	BRKSN	0,3096
21	EGPRO	0,4384	ANACM	0,4965	BRKSN	0,4513	CMEN	0,4221	YBTAS	0,3071
22	SISE	0,4366	DENCM	0,4823	AFYON	0,4120	EPLAS	0,4107	GOLTS	0,2544
23	CMBTN	0,3813	GOLTS	0,4731	ASLAN	0,3906	GOLTS	0,3508	AFYON	0,2032
24	USAK	0,3723	AFYON	0,4723	CMEN	0,3602	CMBTN	0,3036	ASLAN	0,1930
25	AFYON	0,3662	CMBTN	0,4682			ASLAN	0,2479		
26	BRKSN	0,3545	USAK	0,4434						
27	ASLAN	0,3467	BRKSN	0,4340						
28	DENCM	0,3453	ASLAN	0,2316						
29	INTEM	0,3365								

EK-9. TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	ATEKS	0,6051	SNPAM	0,6395	SNPAM	0,7420	SNPAM	0,6952	BLCYT	0,6204
2	SNPAM	0,4760	ATEKS	0,5500	BLCYT	0,6852	BLCYT	0,6234	HATEK	0,5884
3	ARSAN	0,4708	BLCYT	0,4475	LUKSK	0,6633	VAKKO	0,5972	BOSSA	0,5577
4	YUNSA	0,4574	BOSSA	0,4358	HATEK	0,6290	ARSAN	0,5949	YUNSA	0,5404
5	DAGI	0,4287	ROYAL	0,4054	ARSAN	0,6153	YUNSA	0,5795	VAKKO	0,4962
6	ROYAL	0,4107	ARSAN	0,3906	VAKKO	0,6118	MNDRS	0,5599	KRTEK	0,4565
7	BLCYT	0,4032	DERIM	0,3857	DERIM	0,6102	MAVI	0,5394	ARSAN	0,4316
8	LUKSK	0,3734	LUKSK	0,3570	ATEKS	0,6047	LUKSK	0,5161	ATEKS	0,4254
9	DESA	0,3722	YUNSA	0,3445	RODRG	0,0592	ATEKS	0,5067	DESA	0,4178
10	MNDRS	0,3706	DAGI	0,3391			BOSSA	0,5056	RODRG	0,4135
11	DERIM	0,3589	HATEK	0,3203			DERIM	0,5003	SNPAM	0,4059
12	HATEK	0,3177	VAKKO	0,2711			RODRG	0,2502	MAVI	0,2722
13	BOSSA	0,2643	RODRG	0,0837						

EK-10. ULAŖTIRMA, DEPOLAMA VE HABERLEŖME SEKTÖRÜ YILLARA GÖRE PERFORMANS SIRALAMALARI

	2014		2015		2016		2017		2018	
Sıra	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan	Hisse Kodu	Puan
1	TAVHL	0,5574	BEYAZ	0,5862	TAVHL	0,5493	CLEBI	0,8395	TLMAN	0,8761
2	CLEBI	0,5550	CLEBI	0,5617	BEYAZ	0,5440	TAVHL	0,6621	CLEBI	0,7300
3	THYAO	0,3677	TAVHL	0,5145	DOCO	0,3203	PGSUS	0,6285	TAVHL	0,7095
4	RYSAS	0,3392	THYAO	0,4608	CLEBI	0,3161	DOCO	0,5936	GSDDE	0,6995
5	DOCO	0,2678	PGSUS	0,3892			THYAO	0,5768	PGSUS	0,6638
6	PGSUS	0,2398	DOCO	0,2229			BEYAZ	0,0699	THYAO	0,6621
7									DOCO	0,6495
8									BEYAZ	0,1110

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Selçuk YALÇIN
Doğum Yeri ve Tarihi	TORUL / GÜMÜŞHANE 04.04.1984
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Karadeniz Teknik Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği -2007
Y. Lisans Öğrenimi	Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümü -2014
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
İş Deneyimi	
Çalıştığı Kurumlar	Milli Eğitim Bakanlığı (2009-2014) Bayburt Üniversitesi (2014-
İletişim	
E-Posta Adresi	selcukyalcin29@gmail.com syalcin@bayburt.edu.tr
Tarih	23.08.2020