

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÇOK AMAÇLI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Yüksek Lisans Tezi

Filiz BORANDAĞ

Ankara-2013

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÇOK AMAÇLI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Yüksek Lisans Tezi

Filiz BORANDAĞ

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara-2013

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

ÇOK AMAÇLI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

Prof. Dr. Ali Argun KARACABEY

.....

Prof. Dr. Hasan ŞAHİN

.....

Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

.....

Tez Sınavı Tarihi / / 2013

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. (..... / / 2013)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

.....FİLİZ BORANDAĞ

İmzası

TEŞEKKÜR

Öncelikle içten yaklaşımı ve değerli yorumları ile bana yol gösteren, çalışmam boyunca motivasyonunu ve sabrını hissettiren, gösterdiği özen ve ayırdığı değerli zamanı ile tezimin bu noktaya gelmesini sağlayan sevgili hocam Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ ‘e,

A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Yalçın KARATEPE hocama gösterdiği ilgi ve alakası için,

Tez jürimde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Ali Argun KARACABEY’ e, Prof. Dr. Hasan ŞAHİN’ e değerli yorumları için,

Yıldız Teknik Üniversitesi İstatistik Bölümü Araştırma Görevlisi, Gülder KEMALBAY’ a ilgisi, güler yüzü ve tezimin bu noktaya gelmesindeki katkıları için,

Yüksek lisansım vasıtası ile hayatta güzel dostluklar edinmemi sağlayan Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi’ne

ve hayatta her zaman bana güvenen, destek olan sevgili ablam Deniz’e, anne ve babama,

En içten teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER TABLOSU

TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
EKLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ	1
1. RİSK ve BİLEŞENLERİ	6
1.1. Riskin Tanımı	6
1.2. Riskin Sınıflandırılması.....	7
1.2.1. Sistematik Risk	7
1.2.2. Sistematik Olmayan Risk.....	10
1.3. Finansal Risk.....	11
2. PORTFÖY OPTİMİZASYONU İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	14
2.1. Olasılık Dağılımı.....	14
2.2. Beklenen Getiri.....	15
2.3. Sapma Ölçütleri	16
2.4. Değişim Katsayısı	18
2.5. Çarpıklık.....	18
2.6. Basıklık.....	22
2.7. Varlıkların Birlikte Hareket Ölçütleri.....	24
2.8. Dönemlik Getiri Hesaplamaları.....	26
3. PORTFÖY YAKLAŞIMI.....	29
3.1. GELENEKSEL PORTFÖY YÖNETİMİ.....	31

3.2. MODERN PORTFÖY YÖNETİMİ.....	33
3.2.1. <i>Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski</i>	38
3.2.2. <i>Portföy Seçimi ve Etkin Sınır</i>	44
4. ÇOK AMAÇLI PORTFÖY OPTİMİZASYONU.....	46
4.1. ÇOK AMAÇLI PORTFÖY SEÇİM MODELLERİ	51
4.1.1. <i>Markowitz' in Ortalama Varyans Modeli (MV)</i>	51
4.1.2. <i>Ek Kısıtlar ile Alternatif Ortalama-Varyans Modelleri</i>	56
4.1.3. <i>Ortalama Mutlak Sapma Modeli (MAD)</i>	68
4.1.4. <i>Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (MVS)</i>	79
4.1.5. <i>İşlem Maliyetleri ile Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli</i>	90
4.1.6. <i>Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık Modeli (MVSK)</i>	93
4.2. ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYON – ORTALAMA VARYANS KARŞILAŞTIRMASI.....	98
4.3. ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYONUN ÇÖZÜMÜ	100
5. YÜKSEK MOMENTLERİN GEREKLİLİĞİ.....	106
5.1. <i>MATRİS GÖSTERİMLERİ</i>	109
5.2. <i>LİTERATÜR.....</i>	112
5.3. <i>POLİNOMSA L HEDEF PROGRAMLAMA (PGP)</i>	115
5.4. <i>PGP'NİN ÇÖZÜMÜ</i>	118
5.5. <i>GAMS (THE GENARAL ALGEBRAIC MODELING SYSTEM)</i>	124
6. ALAN ÇALIŞMASI.....	128
6.1. <i>Veri-Amaç-Yöntem ve Kısıtlar</i>	128
6.2. <i>Klasik MVO Yöntemi İle Elde Edilen Optimizasyon Sonuçları</i>	132
6.2.1. <i>Riski Finansal Varlık(A) Portföy Optimizasyonu.....</i>	136

6.3. MVS Yöntemi İle Elde Edilen Optimizasyon Sonuçları (EXCEL)	140
6.3.1. Riskli Finansal Varlık(A) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları.....	140
6.3.2. Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları	163
6.3.3. Riskli Finansal Varlık(A) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları Karşılaştırması.....	183
6.3.4. Riskli ve Risksiz Finansal Varlık(B) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları Karşılaştırması	184
6.4. Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık (MVSK) Portföy Optimizasyon GAMS Sonuçları	185
6.4.1. Riskli Finansal Varlık(A) MVSK Portföy Optimizasyon GAMS Sonuçları	185
6.4.2. Riskli ve Risksiz Finansal Varlık(B) MVSK Portföy Optimizasyon	194
GAMS Sonuçları	194
7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	203
ÖZET.....	205
ABSTRACT	206
EKLER.....	207
KAYNAKÇA	244

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Kovaryans Notasyonlar	24
Tablo 2: Hisse Senedi ve Tahvil dışında Diğer Portföy Yatırım Araçları	30
Tablo 3: Portföy Risk Notasyonları	41
Tablo 4: Markowitz Modeli Notasyonlar	52
Tablo 5: Ortalama-Varyans Alternatif Modeller	61
Tablo 6: Ortalama Mutlak Sapma Notasyonlar	71
Tablo 7: Ortalama Varyans Çarpıklık Notasyonlar;	84
Tablo 8: İşlem Maliyetleri ile Ortalama Varyans Çarpıklık Notasyonlar	91
Tablo 9: Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modeli Notasyonlar	95
Tablo 10: Varlık Momentleri Semboller.....	108
Tablo 11: Varlık Momentleri Tanım ve Formülleri	109
Tablo 12 : Hücre Tanım Aralıkları ve Kullanılan Formüller	131
Tablo 13: Excel Çözücü ortamında Riskli Finansal Varlıkların Oransal Dağılımlarının Bulunması(MV)	132
Tablo 14: Standart Portföy Optimizasyon Modelinin Çözümü(MV).....	132
Tablo 15: A Portföyü 2005 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	137
Tablo 16: MVS Portföy Optimizasyon Modelinin Çözümü	144
Tablo 17: Excel Çözücü ortamında Riskli Finansal Varlıkların Oransal Dağılımlarının Bulunması(MVS)	144
Tablo 18: Aynı Risk Düzeyi için EXCEL Çözücü Giriş.....	146
Tablo 19: A Portföyü 2006 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	148
Tablo 20: A Portföyü 2007 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	150
Tablo 21: A Portföyü 2009 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	153
Tablo 22: A Portföyü 2010 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	155

Tablo 23: A Portföyü 2011 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	157
Tablo 24: A Portföyü 2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	159
Tablo 25: 2005-2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	161
Tablo 26: B portföyü 2005 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	166
Tablo 27: B portföyü 2006 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)	168
Tablo 28: B portföyü 2007 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)	170
Tablo 29: B portföyü 2008 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)	172
Tablo 30: B portföyü 2009 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)	174
Tablo 31: B portföyü 2010 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	176
Tablo 32: B portföyü 2011 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları.....	178
Tablo 33: B portföyü 2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	180
Tablo 34: B portföyü 2005-2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)	182
Tablo 35: A Portföyü Yıllar İtibari İle MVS Çözücü Sonuçları	183
Tablo 36: B Portföyü Yıllar İtibari İle MVS Çözücü Sonuçları	184
Tablo 37: Getiri Dağılımının Normallik Testi (A)	186
Tablo 38: A Portföyü Tanımlayıcı İstatistikler.....	187
Tablo 39: Varlık Getirilerinin Varyans Kovaryans Matrisi (A).....	188
Tablo 40: Varlık Getirilerinin ‘Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık’ Matrisi(A)	188
Tablo 41: Varlık Getirilerinin ‘Basıklık-Bileşik Basıklık’ Matrisi (A).....	189
Tablo 42: Varlıkların Değişim Katsayılarının Hesaplanması (A)	189

Tablo 43: <i>PGP Portföy Optimizasyon Skorunun Optimal Çözüm Kümesi(istenilen düzeyler)-A</i>	190
Tablo 44: <i>Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün İlk Dört Momenti ve Optimal Amaç değerleri (A)</i>	191
Tablo 45: <i>Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün Ağırlıkları(A)</i>	193
Tablo 46: <i>B Portföyü Tanımlayıcı İstatistikler</i>	194
Tablo 47: <i>Getiri Dağılımının Normallik Testi (B)</i>	194
Tablo 48: <i>Varlık Getirilerinin Varyans Kovaryans Matrisi(B)</i>	195
Tablo 49: <i>Varlık Getirilerinin ‘Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık’ Matrisi(B)</i>	195
Tablo 50: <i>Varlık Getirilerinin ‘Basıklık-Bileşik Basıklık’ Matrisi(B)</i>	196
Tablo 51: <i>Varlıkların Değişim Katsayılarının Hesaplanması (B)</i>	197
Tablo 52: <i>PGP Portföy Optimizasyon Skorunun Optimal Çözüm Kümesi (B)</i>	197
Tablo 53: <i>Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün İlk Dört Momenti ve Optimal Amaç Değerleri (B)</i>	198
Tablo 54: <i>Farklı Tercihler ile Optimal Portföyün Varlık Dağılımı</i>	199

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Pozitif, Negatif ve Simetrik Dağılımlar	19
Şekil 2: Farklı Basıklık Ölçüsüne Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu Grafikleri..	23
Şekil 3: Çeşitli Korelasyon Katsayıları için Getirilerin Standart Sapması ve Beklenen Getirileri Arasındaki İlişki	26
Şekil 4: Portföy Korelasyon Grafikleri.....	42
Şekil 5: Etkin Sınır Eğrisi.....	44
Şekil 6: Çok Amaçlı ve Ortalama Varyans Optimizasyonun Etkin Sınırları	98
Şekil 7: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Ekinlik Sınırı	137
Şekil 8: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Düzeltilmiş Ekinlik Sınırı	138
Şekil 9: Endeksler İle Etkin Sınırın Karşılaştırılması.....	139
Şekil 10: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2006 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	148
Şekil 11: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2007 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	150
Şekil 12: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2009 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	153
Şekil 13: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2010 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	155
Şekil 14: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2011 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	157
Şekil 15: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2012 Yılına ait Ekinlik Sınırı.....	159
Şekil 16: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005-2012 Yılına ait Ekinlik Sınırı	162
Şekil 17: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Ekinlik Sınırı	166
Şekil 18: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2006 Yılına ait Ekinlik Sınırı	168

Şekil 19: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2007 Yılına ait Ekinlik Sınırı	170
Şekil 20: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2008 Yılına ait Ekinlik Sınırı	172
Şekil 21: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2009 Yılına ait Ekinlik Sınırı	174
Şekil 22: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2010 Yılına ait Ekinlik Sınırı	176
Şekil 23: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2011 Yılına ait Ekinlik Sınırı	178
Şekil 24: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2012 Yılına ait Ekinlik Sınırı	180
Şekil 25: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005-2012 Yılına ait Ekinlik Sınırı	182
Şekil 26: A portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Yüzeyi	201
Şekil 27: A Portföy Ortalama Varyans Basıklık Yüzeyi	201
Şekil 28: B portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Yüzeyi.....	202
Şekil 29: B Portföy Ortalama Varyans Basıklık Yüzeyi	202

EKLER LİSTESİ

EK. 1: 2005 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	208
EK. 2: 2006 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerler	210
EK. 3: 2007 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	212
EK. 4: 2008 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	214
EK. 5: 2009 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	216
EK. 6: 2010 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	218
EK. 7: 2011 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	220
EK. 8: 2012 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	222
EK. 9: 2005 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	224
EK. 10: 2006 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	226
EK. 11: 2007 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	228
EK. 12: 2008 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	230
EK. 13: 2009 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	232
EK. 14: 2010 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	234
EK. 15: 2011 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	236
EK. 16: 2012 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri	238
EK. 17: A Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2005-2009	240
EK. 18: A Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2010-2012	241
EK. 19: B Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2005-2009.....	242
EK. 20: B Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2010-2012.....	243

KISALTMALAR LİSTESİ

APT: Arbitraj Fiyatlama Modeli

ATY: Ağırlıklı Toplam (Weighted-Sum) Skalerleştirme Yöntemi

BIST: Borsa İstanbul

BY: Benson Skalerleştirme Yöntemi

CAPM: Capital Asset Pricing Model-Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli

COV: Kovaryans

CPU: Central Processing Unit - Merkezi İşlem Birimi

DBD: Yatırımın Dönem Başı Değeri

DİBS: Devlet İç Borçlanma Senedi

DSD: Yatırımın Dönem Sonu Değeri

EKY: ε -Kısıt Skalerleştirme Yöntemi

ELKY: Elastik Kısıt Skalerleştirme Yöntemi

ES: Etkin Sınır

F-MSG: Uygun Değerler Temelli Genelleştirilmiş Subgradient Algoritması

GAMS: The General Algebraic Modeling System- Genel Cebirsel Modelleme Sistemi

GP: Hedef Programlama (HP)-Goal Programming

JB: Jarque-Bera

KKT: Karush-Kuhn-Tucker

KP: Kar Payı Dağıtımı

KSY: Konik Skalerleştirme Yöntemi

KVB: Karar Verme Birimi (İşletmeler)

MAD: Mean Absolute Deviation-Ortalama Mutlak Sapma

Maks: Maksimum

Min: Minimum

MOP: Multi-Objective Optimization Problem-Çok Amaçlı Optimizasyon Problemi

MOPSO: Multi-Objective Particle Swarm Optimization-Çok Amaçlı Partikül Küme Optimizasyonu

MPT: Modern Portfolio Theory – Modern Portföy Kuramı

MS: Mean Skewness-Ortalama Çarpıklık

MV: Mean Variance-Ortalama Varyans

MVS: Mean Variance Skewness-Ortalama Varyans Çarpıklık

MVSK: Mean Variance Skewness Kurtosis-Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık

MY: Melez Skalerleştirme

OMS: Ortalama Mutlak Sapma

PGP: Polinomial Goal Programming -Polinomsal Hedef Programlama

UPY: Uzlaşık (Compramise) Programlama

US: Yatırım Üst Sınır

VAR: Varyans

XUHIZ: BIST Hizmetler Fiyat Endeksi

XUMAL: BIST Mali Fiyat Endeksi

XUSIN: BIST Sınai Fiyat Endeksi

XUTEK: BIST Teknoloji Fiyat Endeksi

GİRİŞ

Mekanik, kimya, telekomünikasyon, çevre, ulaşım vb. endüstrideki birçok sektör, optimize edilmesi gereken büyük boyutlu kompleks problemlerle ilgilidir. Bu optimizasyon problemleri nadiren tek amaçlıdır. Tersine çoğunlukla aynı anda tatmin edilmesi gereken birkaç çelişen kriter ya da amaçların olduğu problemlerdir. Çok amaçlı optimizasyon bu çeşit problemlerin çözümü üzerine odaklanmış bir alandır. Bu alanın kökleri Edgeworth ve Pareto (1896) 'nın 19.yy 'daki ekonomi çalışmalarına dayanmaktadır. İlk olarak ekonomi bilimine ve yönetime ve giderek mühendislik bilimlerine uygulanmıştır (Talbi, et al. 2012).

Portföy ve portföy yönetimi finans kuramı içerisinde geçmişten beri gelişmeler göstermekte ve her geçen gün menkul değer yönetimi alanında uygulamaya yönelik yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu çalışmada portföy yönetimi kapsamında çok amaçlı portföy seçim modeli oluşturulup, klasik ortalama-varyans (MV) modeli ile karşılaştırılması yapılmaya çalışılacaktır.

Yapılan çalışmanın gerek modern portföy teorisinin temelini oluşturan Markowitz' in ortalama-varyans portföy modelini çok yönlü olarak ele alması, gerekse pratikte portföy seçimi yapılırken ihtiyaç duyulabilecek kısıtların modele nasıl katılabileceğinden bahsetmesi nedeniyle portföy oluşturma sürecine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda basıklığın modele katılması aşamasında Lai ve diğ. 'nin makalesi (Lai, Yu ve Wang 2006) temel alınmış olup, oluşturulan çözüm yöntemi olan PGP-Polinomsal Hedef Programlama' nin yüksek momentlerin çözümüne önemli bir örnek teşkil ettiği görülmüştür. Ancak ne yazık ki daha çok son zamanlarda yerel ve yabancı literatürde yüksek dereceli momentler özellikle

Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık (MVSK) modelleri ilgi çekmeye ve bu konuda daha çok makale yayınlanmaya başlanmıştır.

Yatırımcıların amacı hangi yatırım aracına ne kadar yatırım yapılacağını belirlemektir. İşte bu amaçla kullanılan Markowitz' in ortalama-varyans modeli uzun yıllar yatırımcıların ilgisini çekmiştir. Fakat bu yöntem tek bir amaca dayandığından karar verici için öneme sahip diğer amaçların sağlanmasını dikkate almaz. Oysa günümüzde karşılaştığımız problemler gelişen teknoloji ve çevresel şartlar gereği genellikle karmaşık bir doğaya sahiptir. Bu nedenle bu tarz problemleri tek kriter ile karakterize edip optimal çözümünü bulmanın pek faydası olmayacaktır. Karar verici için birbirleri ile çelişebilen pek çok hedefin veya amacın eşanlı olarak sağlanabilmesi veya bu hedefler arası ikame edilebilirliğin belirlenmesi önemlidir. Ancak çok kriterli optimizasyon probleminde bir çözümün tüm kriterlere göre en iyi olması nadir rastlanan bir olaydır. Bu tür çözümler ise ideal çözüm olarak adlandırılır (Kemalbay 2008, 1,30,100).

Bu nedenlerle son yıllarda Markowitz modelinin beklenen getiri ve varyans amaçlarından daha çok kriteri göz önüne alan portföy optimizasyon modelleri popüler olmuştur ancak bu problemlerin çözümü ise kuadratik ortalama-varyans problemlerinin çözümünden çok daha zordur. (Ehrgott, et al. 2009, 31)

Markowitz' in ortalama-varyans modelinde, portföyün riski belirlenirken sadece menkul kıymet getirilerinin kovaryans değerleri dikkate alınmaktadır. Bu model, yatırımcıların kuadratik fayda fonksiyonuna sahip olduğu ve hisse senedi getirilerinin normal dağıldığı varsayımına dayandırılmıştır. Bu varsayımın geçerliliğini inceleyen çok sayıda çalışmada karşıt bulgulara ulaşılmıştır. Varlık getirilerinin anlamlı derecede çarpıklık ve basıklık özelliği gösterdiği saptanmıştır.

Bu bulgular ışığında, son yıllarda araştırmacıların portföy seçiminde yüksek dereceden momentleri kullandıkları görülmektedir. (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011, 9).

Çalışmamızda karar vericinin birbiri ile çelişen çok sayıdaki amaçlarına karşı yatırımçıya en çok tatmini sağlayacak portföyün oluşturulması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda etkin çözümlerin bulunmasını sağlayacak çok amaçlı matematiksel modeller oluşturulmuş ve yatırımcının tercihlerini de göz önüne alarak Polinomsal Hedef Programlama yardımıyla optimal çözümlerin varlığının araştırılması hedeflenmiştir. Polinomsal Hedef Programlama sayesinde beklenen getiri ve çarpıklığın maksimize edilmesi, varyans ve basıklığın minimize edilmesi gibi birbiri ile çelişen ve aynı anda karşılanması gereken portföy amaçlarının çözümlenmesi sağlanmıştır.

Daha önce Konno ve diğ.(1993), Chunhachinda ve diğ.(1997), Liu ve diğ.(2003), Harvey ve diğ.(2004), Jondeau ve Rockinger (2006), Lai ve diğ.(2006), Jana ve diğ.(2007), Maringer ve Parpas (2009), Briec ve diğ.(2007), Taylan ve Tatlıdil(2010) 'nın yapmış olduğu çeşitli ampirik çalışma sonuçları tüm yatırımcı tercihleri ve hisse senedi endeksleri için, ortalama-varyans-çarpıklık-basıklık çerçevesinde çoklu çelişen portföy amaçlarının çözümünde PGP yaklaşımın etkili bir yol olduğunu işaret etmektedir (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011, 9).

Çalışmamızın ilk üç bölümünde risk ve bileşenleri ile ilgili temel bilgiler, portföy optimizasyonu ile ilgili temel kavramlar, portföy yaklaşımı ve geleneksel portföy yönetimi ve modern portföy kuramı üzerinde durulacaktır.

Dördüncü bölümde ise Çok Amaçlı Portföy Optimizasyonu tanıtılmış ve Markowitz' in ortalama-varyans temeline dayanan Çok Amaçlı Portföy Seçim

Modelleri ele alınmıştır. Bu kapsamda Markowitz' in ortalama-varyans modelinde yapılan varsayımların gerçek hayat koşullarına uyum sağlaması ve daha kolay bir çözüm yöntemi verebilmesi amacıyla geliştirilen ek kısıtlar ve farklı risk ölçümleri ile oluşturulan Markowitz Modeli, “Ortalama Mutlak Sapma Modeli (MAD)“, “Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (MVS)”, “İşlem Maliyetleri ile Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli“ ve çalışmamızın temelini oluşturan “Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modeli (MVSK)” tanıtılmış ve formülasyonları verilmiştir. Bu modeller “Ortalama Varyans Modeli (MV)” ile karşılaştırılarak üstünlükleri belirtilmiştir.

Beşinci bölümde ise dördüncü bölümde ele aldığımız Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık (MVSK) modelinin çözüm yöntemine geçmeden önce yüksek momentlerin gerekliliği üzerinde durulmuş, matris gösterimleri yapılmıştır. Ardından Literatür taraması yapıldıktan sonra çözüm yöntemi olan Polinomsal Hedef Programlama (PGP) modeli tanıtılarak çözüm yöntemi verilmiş ve son olarak PGP' nin çözüldüğü GAMS¹(The General Algebraic Modeling System) adı verilen ve özellikle endüstri mühendisliği alanında yaygınca kullanılan programdan kısaca bahsedilmiştir.

Çalışmanın Uygulama kısmını oluşturan altıncı bölümünde ise verilen teorik bilgiler; BİST Ulusal Hizmetler, BİST Ulusal Mali, BİST Ulusal Sınai ve BİST Ulusal Teknoloji fiyat endekslerine ait 03.01.2005-31.12.2012 dönemi haftalık getirileri ile oluşturulan ve Riskli Finansal Varlıklardan meydana gelen birinci² portföyümüz ile DİBS (91 günlük) , Altın, BİST Ulusal 100 ve Yabancı Para (EUR)

¹ <http://www.gams.com/>

² Kısaca A portföyü olarak alınacaktır.

fiyat endekslerine ait 03.01.2005-31.12.2012 dönemi haftalık getirileri ile oluşturulan Riskli ve Risksiz Finansal varlıklardan meydana gelen ikinci³ portföyümüzün üzerinde uygulanarak optimum portföyler oluşturulmuştur.

Uygulama aşamasında ilk olarak EXCEL’de ÇÖZÜCÜ eklentisi kullanılarak birinci (A Portföyü) ve ikinci (B portföyü) portföylerin 2005 ve 2012 yılları arasındaki 8 yıllık verileri ile Ortalama-Varyans Modeli ve Ortalama-Varyans-Çarpıklık Modelleri çözülerek optimal portföyler karşılaştırılmıştır.

Uygulama kısmımızın ikinci aşamasında ise basıklığın da modelimize eklenmesi ile oluşan Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık(MVSK) modeli GAMS programı kullanılarak çözülmüştür, böylece hesaplanması gereken co-kurtosis (bileşik basıklık) matrisinin işlem zorluğu ve EXCEL’deki hesaplanma yükü giderilmiştir. Ardından elde edilen optimal portföyler karşılaştırılmıştır.

Son bölümde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve çeşitli değerlendirmelerde bulunulmuştur.

³ Kısaca B portföyü olarak alınacaktır.

1. RİSK ve BİLEŞENLERİ

1.1. Riskin Tanımı

Risk genel anlamda beklenmeyen sonuçlarla karşılaşma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Tanım açıldığında gelecekteki olaylar ile ilgili bir belirsizliğin söz konusu olduğu görülmektedir. Finansal açıdan risk ise bir getirinin geleceğin alternatif durumlarına bağlı olması ve bu durumlardan en az birinin negatif ya da pozitif bir getiriyle sonuçlanabilmesi durumudur. Risk, bu tanımdan hareketle beklenen değer ile gerçekleşen değer arasındaki olumlu ya da olumsuz fark (çift taraflı risk tanımı) şeklinde açıklanabilir (Usta 2005, 231). Ancak uygulamada risk, beklenen değerden olumsuz sapma olarak tanımlanmakta ve firmayı zarara uğratmakta veya kazançtan kayıp meydana gelmektedir (tek taraflı risk tanımı) (Aydeniz 2008, 4).

Risk ile getiri arasında aynı yönde bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan yatırımların riskliliği arttıkça, yatırımdan beklenen getiri oranı da yüksek olmaktadır. Risk ile getiri arasında aynı yönde ilişki olmasında dolayı risksiz bir işten yüksek getiri beklentisi normal olmadığı gibi, riskli bir yatırımdan da düşük getiri beklentisi içinde olmak normal değildir. Risk ve getiri yatırım kararlarının verilmesinde temel unsurlar olmaktadır. Burada getiri, yatırıma tahsis edilen kaynakların karşılığında elde edileni gösterirken, risk de bu durumun gerçekleşme olasılığını göstermektedir. Optimum bir yatırımda getiri oranının maksimum, risk oranının ise minimum olması arzulanan durumdur (Ercan ve Ban 2005, 177-178).

Riskin yapısı incelendiğinde riskin iki ana bileşeninin “belirsizlik” ve “bu belirsizliğe maruz kalma durumu” olduğu görülmektedir (Usta 2005, 231).

Belirsizlik ve risk iç içe geçmiş kavramlar olup günlük hayatta aynı anlamda veya biri diğerini daha ayrıntılı tanımlamak için kullanılmaktadır. Belirsizlik ile risk arasındaki temel fark şudur: Belirsizlik bilinmeyen, kontrol edilemeyen ve gelişigüzel olayları tanımlamakta; risk ise mevcut verilerden de yararlanarak belirlenebilen ve ölçülebilen olayları ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle risk belirsizliğin ölçülebilmüş, objektif ve sayısal değerler ile karakterize edilmiş halidir. Özetle günlük yaşantıda genellikle eşanlamlı olarak algılanan belirsizlik subjektif, risk ise objektif niteliklidir (Yarız 2011, 7). Örneğin, bir hisse senedinin gelecekteki fiyatı o hisse senedinin geçmiş fiyatlarının analizi sonucu tahmin ediliyor ise riskten söz ediliyor demektir. Oysa aynı hisse senedinin geçmiş fiyatları ile ilgili bilgiler yoksa ve gelecekteki fiyat tahminleri bir takım varsayımlarla yapılıyorsa, bu durumda belirsizlikten söz edilebilir (Usta 2005, 231).

1.2. Riskin Sınıflandırılması

Riskler farklı biçimlerde gruplandırılabilir. İşletmeler ve özellikle menkul kıymet yatırımcılarının karşılaştığı riskleri kontrol edilebilirlikleri açısından pazar riski ve firma riski olarak iki başlık altında toplamak mümkün olduğu gibi, literatürdeki gibi sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak ayırmak da mümkündür (Ercan ve Ban 2005, 178).

1.2.1. Sistematik (Çeşitlendirilemez) Risk

Genel ekonomik, politik ve sosyal çevredeki değişimlerden kaynaklanan, karakteri itibariyle tüm menkul kıymetlerin getirilerindeki değişmeyi sistematik olarak aynı anda etkileyen (etkinin derecesi farklı olabilir fakat yönü genellikle aynıdır) ve firma tarafından kontrol edilemeyen risk türüdür. Bu riski menkul

kıymetler arasında bir çeşitlendirme yaparak ortadan kaldırmak ya da minimize etmek mümkün değildir (Apak ve Demirel 2009, 281, Ercan ve Ban 2005, 178). Bu riskten ancak korunabilinir (hedging), ancak bu risk tamamen ortadan kaldırılamaz, yani çeşitlendirilemez (Aydeniz 2008, 5). Menkul kıymetlere etki açısından genelde temel endüstriyel maddeler üreten işletmelerde ve dolayısıyla söz konusu işletmelerin hisse senetleri üzerinde, sistematik riskin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Ceylan ve Korkmaz 1995, 33).

Sistematik riskin kaynakları:

1.2.1.1. Piyasa Riski: Sermaye piyasasında, zaman zaman belirli bir neden veya nedenlere bağlanabilen, bazen de hiçbir geçerli neden olmadan, finansal varlıkların Pazar fiyatlarında büyük düşüşler olabilir. İşte, böyle bir fiyat düşüşünün yatırımcının verimi üzerindeki olumsuz etkisi piyasa riskini oluşturur (Ceylan ve Korkmaz 1995, 45). Yani tamamen yatırım portföyünün kontrolü dışında, spekülasyon ya da psikolojik faktörlerden oluşur. Kendini piyasa riskinden korumak isteyen yatırımcı, satın almayı düşündüğü menkul kıymet fiyatının, piyasada meydana gelen değişikliklere karşı duyarlılığını (beta katsayısını) hesaplamalıdır (Usta 2005, 232). Piyasa riski, yüksek kaliteli finansal varlıklardan ziyade, düşük kaliteli finansal varlıklar üzerinde daha fazla hissedilir. Aktif olmayan pazarlarda, aktif pazarlara kıyasla daha yüksek piyasa riski söz konusudur (Ceylan ve Korkmaz 1995, 45). Sermaye piyasasında bulunan değişik menkul kıymetlerin piyasa riskinden etkilenme dereceleri de farklı olabilmektedir. Örneğin bir tahvilin pazardaki dalgalanmalardan etkilenmesi bir hisse senedinin etkilenmesinden çok daha az olmaktadır (Ercan ve Ban 2005, 178).

1.2.1.2. *Politik Risk*: Piyasa riski ile iç içedir. Dünyada veya yatırım yapıldığı ülkede oluşan siyasal ortamda seçimler, koalisyonlar, siyasi bunalımlar, askeri darbeler, ekonomik krizler vb. unsurlardan kaynaklanan riskler olup yatırım kararlarını etkiler ve gelişmekte olan ülkelerde daha çok görülür (Usta 2005, 232, Yarız 2011, 16).

1.2.1.3. *Enflasyon Riski*: Satın alma gücü riski olarak da ifade edilebilen bu risk, fiyat değişmelerinden kaynaklanan satın alma gücündeki potansiyel kayıplar olarak tanımlanabilir (Ercan ve Ban 2005, 178). Özellikle yüksek enflasyona sahip ülkelerde ön plana çıkar. Enflasyon oranı bir belirsizliktir ve yatırımları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dolayısıyla enflasyon oranı yatırımcılar için bir risk unsurudur (Usta 2005, 232).

1.2.1.4. *Faiz Oranı Riski*: Bir yatırımın değerinde, piyasadaki faiz oranlarındaki değişmeye bağlı olarak düşme olasılığı faiz oranı riski olarak ifade edilir. Piyasadaki faiz oranlarının değişmesi, beklenen getirilerin gerçekleşme olasılıklarını etkilemektedir. Piyasa faiz oranlarının düşmesi genel olarak tüm menkul kıymetlerin fiyatlarının yükselmesine neden olmakta tersi durumda ise diğer yönde bir etki söz konusu olmaktadır (Ercan ve Ban 2005, 179). Yatırımcı faiz oranlarındaki gelişmeleri yakından izlemeli ve buradaki değişmelere göre yatırımlarını gerçekleştirmelidir (Usta 2005, 41).

1.2.1.5. *Kur Riski*: Bazı kaynaklarda döviz riski olarak da ifade edilmektedir. Yabancı para cinsinden yapılan yatırımlarda yabancı paraların değerindeki değişme ile ortaya çıkan risktir (Ceylan ve Korkmaz 1995, 46).

1.2.2. Sistematik Olmayan (Çeşitlendirilebilir) Risk

Menkul kıymeti ihraç eden firmadaki ya da belli bir endüstri kolundaki değişimlere bağlı olan risktir (Apak ve Demirel 2009, 281). Yani söz konusu varlığa özgü faktörlere bağlı olan risktir. Yatırımcının farklı menkul kıymetlere yatırım yaparak yani portföyünü çeşitlendirerek riskini minimize etme olanağının bulunmasından dolayı sistematik olmayan riske “çeşitlendirilebilir risk” de denilebilir (Usta 2005, 233).

Sistematik olmayan riskin kaynakları:

1.2.2.1. Finansal Risk: İşletmenin finansal yapısından doğan yükümlülüklerini yerine getirememe olasılığıdır ve değişik hisse ve sektörlerde yatırım yapılarak azaltılabilir (Usta 2005, 233). Firma tarafından kontrol edilebilen bir risk çeşidi olup, firmalar hiç borç kullanmayarak finansal risklerini sıfırda yapabilirler (Ercan ve Ban 2005, 180).

1.2.2.2. Endüstri Riski: İşletmenin içinde bulunduğu endüstri ve buna bağlı olarak işletmenin o endüstri içindeki konumundan kaynaklanan risktir (Usta 2005, 234). Firma faaliyet alanını belirlerken faaliyet riskini de üstlenmiş bulunmaktadır. Yatırımcının faaliyet alanı ile ilgili geleceğe yönelik beklentilerindeki olumsuz değişimler faaliyet riskinin temelini oluşturmaktadır. Portföy yatırımcısı açısından faaliyet riskine bakıldığında; faaliyet riskini azaltmak isteyen yatırımcı farklı sektörlerden menkul kıymetlere yatırım yaparak bir veya birkaç sektörde meydana gelecek risklerden dolayı kendini korumuş olacaktır (Ercan ve Ban 2005, 180).

1.2.2.3. Yönetim Riski: İşletme yöneticilerinin hatalarını ortaya koyan risktir. İşletme yönetiminin yapacağı hatalar işletmeyi direkt etkileyeceğinden yatırımcının işletmenin verimliliği hakkında bilgi edinirken yararlanacağı önemli bir kriter

olacaktır (Usta 2005, 234). Yönetim riski de çeşitlendirme ile yok edilebilen bir risktir. Portföy yatırımcısı yoğun yönetim problemlerinin yaşandığını bildiği firmaların menkul kıymetlerini almayarak bu riskden kaçınması da mümkündür (Ercan ve Ban 2005, 180).

1.3. Finansal Risk

Sistematik olmayan risklerin kaynakları altında açıklanan finansal riski bir de sistematik ve sistematik olmayan riskleri de kapsayacak bir perspektif çerçevesinde açıklayalım.

Finansal risk, şimdiki ve gelecekteki bir zaman arasında çevredeki değişimlerin bir sonucu olarak portföylerdeki olası değişimlerin ölçümü olarak tanımlanır (Usta 2005, 234). Finansal riskin sınıflandırılması şu şekildedir;

1.3.1.Piyasa Riski: Piyasa fiyatlarının seviyesi ve volatilitesindeki hareketlerden kaynaklanabilir. İki temel formda olabilir: “Tam risk” ve “Görelî risk”. Tam risk paralel terimlerle kesin olarak açıklanabilirken, görelî risk seçilen bir kıyaslama endekse ilişkili olarak ölçülür. Ayrıca piyasa riski “direkt” ve “endirekt” riskler şeklinde de sınıflandırılabilir. Direkt riskler hisse senedi fiyatları, faiz oranları, döviz kurları gibi finansal değişkenlerdeki hareketlerin yönüne olan riske maruz kalmayı içerir. Bu maruz kalmalar hisse senedi fiyatları fiyat hareketleri için beta, faiz oranları için süre (duration) ve opsiyonlar için delta gibi doğrusal yaklaşımlarla ölçülür. Endirekt riskler ise hedge edilmiş pozisyonları ya da volatilitelere ilişkin doğrusal olmayan maruz kalmaları içeren geride kalan riskleri içerir (Usta 2005, 234-235). Piyasa riski çeşitleri:

1.3.1.1. Döviz Kuru Riski: Belli etkenlerle (ödemeler dengesi açığı, siyasal olaylar vb.) ulusal para birimlerinin yabancı paralar karşısında değerinde meydana

gelebilecek olumlu veya olumsuz değişimlerdir. Döviz kuru değişimlerinin neden olduğu riski üçe ayırabiliriz (Usta 2005, 235):

-İşlem Riski: İşletmelerin yabancı para biriminden mal-hizmet alım satımı yapması durumunda, bu işlemlerin tutarı spot parite baz alınarak yerel para birimi ile ifade edilirse, işletmeler kredi riskine maruz kalırlar.

-Çeviri Riski: İşletmenin yabancı bir para biriminden belirlenmiş olan aktif ve pasif kalemlerinin yerel para cinsinden değerlerinin, bir muhasebe dönemine kadar geçen zamanda, döviz kurundaki değişimlerden dolayı ve herhangi bir fiziki işlem olmaksızın değişmesi riskini ifade eder.

-Ekonomik Risk: Bir işletmenin anlaşmalara dayalı olsun ya da olmasın nakit akış üzerindeki toplam döviz kuru riskini ifade eder.

1.3.1.2.Faiz Riski: Faiz oranlarında ortaya çıkan değişmelerden dolayı ortaya çıkan risktir. Faiz riskleri de kendi içinde üçe ayrılır (Usta 2005, 236-237)

-Nakit Akış Riski: Gelecekte faiz oranlarının yönü hakkındaki belirsizlikler işletmede planlamayı etkilerken, faiz oranlarındaki değişmeler de nakit akışlarını etkilemektedirler.

-Portföy Riski: Portföy yatırımcıları, faiz oranlarında bir artış olduğu zaman portföy değerlerinde bir azalma riskine maruz kalacaktır.

-Ekonomik Risk: İşletmenin içinde bulunduğu ekonomik koşulların da neden olduğu faiz oranındaki değişimlerin işletme üzerinde etkileri vardır.

1.3.1.3.Hisse Senedi Fiyatı Riski: Hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan risktir (Usta 2005, 237).

1.3.2.Kredi Riski: Katılımcıların sözleşmeye bağlı zaman ve durumlara göre, finansal yükümlölüklerini yerine getirmemesinden doğan risktir. Bu durum diğer

tarafın finansal kayba uğramasına neden olur. Senetler, borçlar ve türevlerin hepsi bu riske maruz kalabilir (Usta 2005, 237-238).

1.3.3.Likidite Riski: Likidite kavramı, işletmeler açısından ödeme gücünü ifade eder. Likidite riski ise işletmenin vadesinde yükümlülüğünü gerçekleştirememesi riskidir. İki şekilde ortaya çıkar (Usta 2005, 238):

1.3.3.1. Varlık Likiditesi (Piyasa/Ürün Likiditesi) Riski: İşlem geçerli piyasa fiyatında gerçekleşmediğinde ortaya çıkar. Bu risk belirli piyasa ya da ürünlere sınırlar koyarak ya da çeşitlendirme ile yönetilebilir.

1.3.3.2. Nakit Akımı (Fonlama Likiditesi) Riski: Erken Likiditasyona zorlayan, bu nedenle de kayıtlı kayıpları, realize edilmiş kayıplara dönüştüren ödeme yükümlülüklerini yerine getirmedeki yetersizliği ifade eder.

1.3.4. Faaliyet Riski: İnsan ve teknolojik hata ya da kazalardan kaynaklanan riskler faaliyet riski olarak tanımlanabilir. Hile, yönetim hatası, yetersiz prosedür ve kontrolleri kapsar. Bu risk ayrıca piyasa ve kredi riskine de neden olabilir (Usta 2005, 239).

1.3.5.Yasal Risk: Bir işlemin kanuni açıdan uygun olmamasından kaynaklanır. Genellikle yasal risk bir işlemde para kaybeden tarafın işlemin geçersizliğine bir neden bulmaya çalışması nedeniyle kredi riski ile ilgilidir. Ayrıca büyük kayıplardan zarar gören şirketlere karşı hissedarların açtığı davalar da bir tür yasal risktir. Yasal riskler kuruluşun risk yöneticileri ile üst düzey yöneticilerinin birlikte karar almasıyla oluşturulan politikalar çerçevesinde kontrol edilir (Usta 2005, 239).

2. PORTFÖY OPTİMİZASYONU İLE İLGİLİ TEMEL

KAVRAMLAR

Bu bölümde portföy optimizasyonu modellerinde kullanılacak temel kavramlar açıklanacaktır. Bu kavramlar, olasılık dağılımı, dönemlik getiri, beklenen getiri, standart sapma, varyans, yarı varyans, kovaryans, korelasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklıktır. Portföyün varyansı, standart sapması, çarpıklık ve basıklığı ise portföy yaklaşımı ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra detaylandırılacaktır.

2.1. Olasılık Dağılımı

Her yatırım kararında geleceğe ait tahminler yapılmalıdır. Bu tahminlerin gerçekleşme veya gerçekleşmeme şansı belirlenecek olursa, bir dağılım elde edilir. Bu dağılıma söz konusu tahminlerin olasılık dağılımı denir (Aydın 2003, 194).

Beklenen getirinin hesaplanması için öncelikle hisse senetlerinin tahmini getirilerinin ve bu getirilere ait gerçekleşme olasılıklarının tahmin edilmesi gerekir. Tahmini getirilerin ve bu tahmini getirilerin olasılıklarının gözlenmesiyle olasılık dağılımları oluşturulur. Olasılık dağılımları gerçekleşme olasılıklarına göre belirtilmiş muhtemel getirilerdir. Olasılık dağılımları objektif yani geçmiş verilere dayanılarak veya subjektif yatırımcının görüş ve beklentilerine göre oluşturulabilir (Ceylan ve Korkmaz 1995, 142).

2.2. Beklenen Getiri

Bir menkul kıymetin beklenen getirisi, tüm senaryolardaki getirilerin ağırlıklı ortalamalarının toplamıdır. Diğer bir ifadeyle belli bir dönem getirileri ile bu getirilerin gerçekleşme olasılıklarının çarpımının toplamıdır (Ceylan ve Korkmaz 2006, 641).

$$\mu = E(r_i) = \sum_{i=1}^N p_i \cdot r_i \quad (2.1)$$

Formülde $\mu = E(r_i)$, beklenen getiriyi; p_i , her bir getirinin gerçekleşme olasılığını; r_i , i. olası getiriyi; N , olası senaryo sayısını göstermektedir.

Ancak incelenen kaynakların büyük bir çoğunluğunda formülde verilen beklenen getiri oranı ifadesi hesaplanırken, her bir durumun gerçekleşme olasılığı eşit olarak kabul edilmektedir. ($P_0 = P_1 = \dots = P_n = 1/n$) Bu kabulün sebepleri, hisse senedi getirilerinin normal dağılımı ve mümkün sonuçların sayısının arttıkça bu dağılıma yakınsama olarak sıralanabilir. Bu durumda formülde verilen beklenen getiri ifadesi aşağıda verilen forma dönüşecektir (Horasanlı 2005, 22).

$$\mu = E(r_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N r_i \quad (2.2)$$

2.3. Sapma Ölçütleri

2.3.1.Ortalama Mutlak Sapma

Beklenen getiriden sapmanın mutlak değerini ölçer. Analitik hesaplamalar için çok uygun bir hesaplama değildir (Ulucan 2004, 9)

$$OMS = \sum_{i=1}^N p_i \cdot |r_i - \mu| \quad (2. 3)$$

Notasyonlar formül (2.1) deki gibidir.

2.3.2.Varyans ve Standart Sapma

Varyans: Varyans, her bir olası getirinin beklenen getiriden sapmasının karesinin getiri oranının bağlı olduğu olasılıkla çarpımının toplamına eşittir. Yani getiriler ile beklenen getirinin farklarının kareleri toplamı ile hesaplanan bir risk ölçütüdür. Portföy optimizasyonu modellerinde risk ölçütü olarak genellikle varyanstan yararlanılır (Ulucan 2004, 10)

$$\text{Var} (r) = \sigma^2 = \sum_{i=1}^N p_i \cdot [r_i - E(r_i)]^2 \quad (2. 4)$$

Notasyonlar formül (2.1) deki gibidir.

Standart Sapma: Varyansın kareköküdür (σ) ve gözlemlerin ortalamadan ne kadar saptığını göstermektedir. Varyans ve standart sapma her zaman negatif olmayan değerler alırlar. Yani; $\sigma^2 \geq 0$ ve $\sigma \geq 0$ eşitsizlikleri her zaman sağlanır. Standart sapma (veya varyans) bir yatırımdan elde edilecek getirinin değişkenliğinin

ölçülmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda iki menkul kıymet arasında seçim yapabilmek için kullanılabilecek bir risk ölçütü de olmaktadır (Güven 2001, 38)

2.3.3.Yarı-Varyans ve Alt-Taraf Risk

Yarı varyans, getiriler ile beklenen getirinin farkları negatif olanların kareleri toplamı ile hesaplanan bir risk ölçütüdür. Simetrik getiri dağılımları için varyansla orantılıdır (Ulucan 2004, 10)

$$y_var(r) = \sum_{i=1}^N p_i \cdot \left(\min(0, (r_i - \mu)) \right)^2 \quad (2.5)$$

Notasyonlar formül (2.1) deki gibidir.

Varyans ortalamadan pozitif ve negatif yöndeki sapmaların bir ölçütüdür, fakat portföy optimizasyonu modellerinde yatırımcının amacı negatif yöndeki sapmaları minimize etmektir, pozitif yöndeki sapmalar yatırımcı için istenen bir durumdur. Bu nedenle sadece negatif yöndeki sapmaların dikkate alındığı risk ölçütleri ortaya konulmuştur. Bunlardan ikisi yarı-varyans ve alt-taraf riskidir (Haskılıç 2007, 9).

$$ATR(r) = \sum_{i=1}^N p_i \cdot \left(\min(0, (r_i - \mu)) \right) \quad (2.6)$$

Notasyonlar formül (2.1) deki gibidir.

2.4. Değişim Katsayısı

Değişim katsayısı, bir birimlik getiri için alınan riskin ölçüsüdür. Birden fazla hisse senedinde, beklenen getiri ve risk düzeyleri arasında tercih gerektiğinde yardımcı olur.

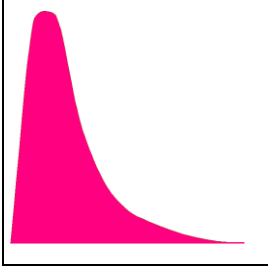
Standart sapma tek bir yatırım riskinin ölçülmesinde veya birden fazla, fakat beklenen getirileri aynı olan yatırımlar arasında risklilik açısından bir seçim yapmada faydalı olabilir. Ancak, getirileri ve standart sapmaları farklı iki yatırım seçeneği bulunması durumunda değişkenlik katsayısının hesaplanması ile seçim yapılır. Değişkenlik katsayısı riskin, getiriye göre göreceli değişimini verir (Sarıkamış, 161-162).

$$Değişim\ Katsayısı = \frac{\sigma}{E(R)} \quad (2.7)$$

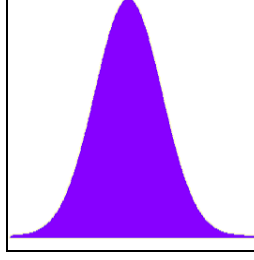
2.5. Çarpıklık

Çarpıklık dağılımın üçüncü momenti ve asimetrililiğin bir ölçüsüdür. Bir dağılımın simetrililiği ortalama etrafında izlenir. Bundan dolayı eğer bir dağılımın çarpıklığının ölçüsü sıfır ise, ortalamanın sol tarafındaki dağılımın şekli ile sağ tarafındaki şekli aynı görüntüde olacaktır. Dolayısıyla normal dağılımın çarpıklığı daima sıfırdır. Çünkü bu dağılım tam olarak simetriktir. Pozitif çarpık dağılımlar ise, birkaç çok büyük pozitif değer varoluşu ile karakterize edilir. Uzun sağ kuyrukludur. Benzer şekilde negatif çarpık dağılımlar birkaç çok büyük negatif değere sahiptir, yani uzun sol kuyrukludur. Pozitif ve negatif çarpık ile simetrik dağılımlar aşağıdaki şekilde gibidir (Kabatchenko 2008, 18);

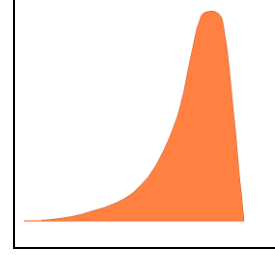
Pozitif Çarpıklık



Simetrik



Negatif Çarpıklık



Şekil 1: Pozitif, Negatif ve Simetrik Dağılımlar

Dağılım simetrik olduğunda ortalama, mod⁴ ve medyan⁵ gibi merkezi eğilim ölçülerinin tümü aynıdır. Fakat dağılım çarpık olduğu zaman aynı şey geçerli değildir. Pozitif çarpık dağılımlarda medyan ortalama değer solundadır. Ortalama değer medyandan daha büyüktür. Çünkü uç yüksek pozitif değerler ortalama tahminini yukarıda birleştirir ($A. Ortalama > Medyan > Mod$). Benzer şekilde negatif çarpık dağılımlarda birkaç oldukça büyük değerler tarafından aşağıda birleştiğinden ortalama değer medyandan daha küçüktür. ($A. Ortalama < Medyan < Mod$)

Çarpıklık Ölçüsü

Farklı kaynaklarda farklı çarpıklık ölçüleri verilmektedir. İlk kez Karl Pearson(1895), dağılımın ortalama değer ve modu arasındaki standartlaştırılmış farkı olarak dağılımın asimetrisinin ölçüsü için bir metot tanımlamıştır (Kabatchenko 2008, 19-21)

⁴ Mod (Tepe Değeri) örneklemede en çok sıklıkta gözlemlenen yani en yüksek frekanslı değerdir.

⁵ Medyan(Ortanca) ise küçükten büyüğe doğru sıralanmış veri grubunda baştan ve sondan aynı sırada yer alan ortadaki değerdir.

1. Pearson 'un çarpıklık ölçüsü 1

$$\text{Çarpıklık} = \frac{\mu - \text{mod}}{\sigma} \quad (2.8)$$

μ , ortalama getiri ve σ , dağılımın standart sapmasıdır.

Ancak, modun örneklemden tahmini zordur ve medyan çarpıklık ölçüsünde bunun yerine kullanılmaktadır.

2. Pearson 'un çarpıklık ölçüsü 2

$$\text{Çarpıklık} = \frac{3(\mu - \text{medyan})}{\sigma} \quad (2.9)$$

3. i varlığı üzerindeki getiri dağılımının üçüncü momenti olarak çarpıklık

$$\text{Üçüncü moment} = \frac{\sum (R_{ij} - \bar{R}_i)^3}{N} \quad (2.10)$$

$\bar{R}_i$, i varlıkların beklenen getirisi, R_{ij} , j anındaki i varlığının asıl getirisi ve N , gözlem sayısı

Bu çarpıklık ölçüsü ile ilgili problem, bunun duyarlı bir ölçü olması ve önemli testlerde kullanılamamasıdır. Arditti (1971), “nispi çarpıklık” ölçüsünü öneren ilk kişidir. Standart sapmaya bölünen üçüncü moment, üçüncü güç olmaktadır. Buradaki standart sapmanın küpü bir ölçü faktörüdür ve böylece farklı dağılımların çarpıklığı karşılaştırılabilir.

4. Nispi Çarpıklık

$$\text{Nispi çarpıklık} = \frac{\sum (R_i - \bar{R})^3 / N}{\left(\sum (R_i - \bar{R})^2 / N \right)^{3/2}} \quad (2. 11)$$

Bu ifadeyi kısaca aşağıdaki gibi gösterebiliriz;

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{R_i - \bar{R}}{\sigma} \right]^3 \quad (2. 12)$$

Bu ölçü daha çok finans literatüründe kullanılmaktadır. Varlık getirilerinin asimetriği bu ölçü ile analiz edilir. Aynı zamanda E-Views ve Microsoft Excel gibi istatistiksel paketlerde verilen ölçü kullanılmaktadır. Çarpıklığın yansız tahminini elde etmek için bu ölçüye bazı değişiklikler yapılabilir. Yani Microsoft Excel de çarpıklık aşağıdaki gibi ölçülür;

5. Microsoft Excel Çarpıklık Ölçüsü

$$\text{Çarpıklık} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=1}^N \left(\frac{R_i - \bar{R}}{\sigma} \right)^3 \quad (2. 13)$$

Tezimizde 3. Çarpıklık ölçütü Excel’de uygulanmıştır. Fakat çarpıklığın birkaç ölçütü olduğunun bilinmesi önemlidir. Ayrıca dağılıma farklı metotlar uygulandığı zaman, farklı değerler ve hatta farklı çarpıklık işareti görülebilir.

$$\text{Çarpıklık} \begin{cases} =0 \text{ ise dağılım simetriktir.} \\ >0 \text{ ise dağılım pozitif çarpıktır.} \\ <0 \text{ ise dağılım negatif çarpıktır.} \end{cases}$$

Sağa çarpık serilerde ortalamadan düşük değerlerde toplanan değerlerin sayısı, ortalamadan büyük değerlerde toplanan değerlerin sayısından daha fazladır. Çarpıklık katsayısı sıfırdan küçük olduğunda yani negatif (-) değer aldığında seri sola çarpıktır. Sola çarpık seride ise ortalamadan büyük değerlerde toplanan değerlerin sayısı, ortalamadan düşük değerlerde toplanan değerlerin sayısından fazladır (Sevinç 2007, 70).

2.6. Basıklık

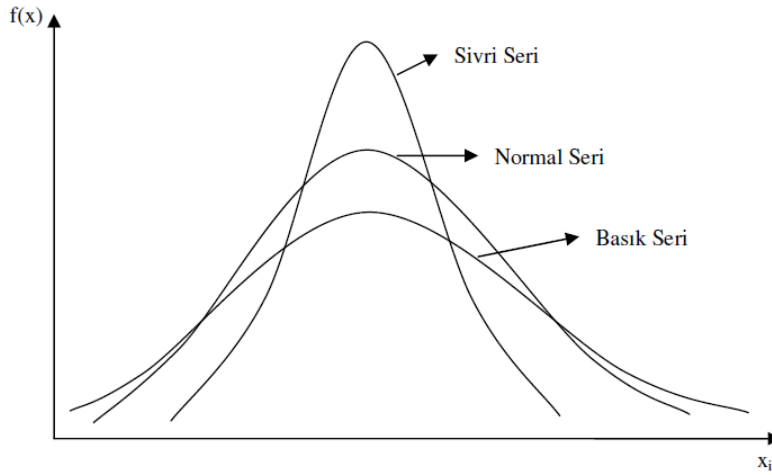
Basıklık (*kurtosis*) bir dağılımın normal dağılıma göre ne derecede sivri ya da düz dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki formül ile gösterilir;

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left[\frac{R_i - \bar{R}}{\sigma} \right]^4 \quad (2. 14)$$

$$\text{Basıklık} \left\{ \begin{array}{l} =3 \text{ ise normal (mesokurtic) seri} \\ >3 \text{ ise sivri (leptokurtic) seri} \\ <3 \text{ ise basık (platykurtic) seri} \end{array} \right.$$

Daha kalın kuyruğa sahip bir dağılımın (leptokurtic) basıklığı, daha ince kuyruğa sahip bir dağılımın (platykurtic) basıklığından daha yüksektir. Basıklık yükseldikçe risk artmaktadır. Normal dağılımda basıklık 3'tür; ancak eksen kaydırması yaparsak (Basıklık-3) şeklinde gösterilirse sıfır değerini alır. Bu durumda pozitif basıklık kalın kuyruklu, negatif basıklık ise ince kuyruklu dağılımı ifade etmektedir. Yatırımcının negatif basıklığa sahip yani ince kuyruklu (platykurtic) dağılımı tercih etmesi daha uygun olacaktır (Apak ve Demirel 2009, 283).

Basıklık, serinin değerlerinde her iki uçtaki değerlere göre ortalama etrafında nasıl bir toplanma olduğunu gösterdiği için sivri serilerde değerlerin daha çok ortalama değer etrafında toplandıkları, basık serilerde ise değerlerin ortalama etrafında çok fazla yoğunlaşmadığı ve her iki uca doğru yayılma gösterdikleri anlaşılır (Sevinç 2007, 71).



Şekil 2: Farklı Basıklık Ölçüsüne Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu Grafikleri

Genellikle getiri dağılımının normale göre daha sivri ve kalın kuyruklu olduğunu bilinmektedir. Basıklık ölçüsü ortalamadan oldukça yüksek ve oldukça düşük değerlerde olan uç gözlem değerlerinin ölçülmesinde kullanılır. Buna göre normale göre sivri dağılımlarda uç gözlemler normal dağılıma göre daha sık oluşurken, normale göre basık dağılımlarda uç gözlemler normal dağılıma göre daha az oluşur. Yapılan çalışmalar ile riskten kaçan yatırımcıların normale göre basık ve ince kuyruklu dağılımları tercih ettiklerini ortaya koymuştur. Portföy getiri dağılımı normale göre daha basık ise çok yüksek veya çok düşük getirilerin meydana gelme olasılığı normal dağılıma göre daha düşüktür (Kemalbay 2008, 105).

2.7. Varlıkların Birlikte Hareket Ölçütleri

2.7.1.Kovaryans

Kovaryans iki değişkenin birlikte hareketinin ya da değişiminin yönünü gösterir. Menkul kıymet getirileri arasındaki ilişkiyi ölçmede kullanılan bir ölçüttür. Kovaryans, iki riskli menkul kıymetin getirisinin ne ölçüde birlikte hareket ettiğini gösterir. $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değerler alır. Rakamsal olarak bir anlamı yoktur (Ceylan ve Korkmaz 2006, 644).

Kovaryans (+) => varlıkların getirilerinin aynı yönde hareket ettiğini,

Kovaryans (-) => varlıkların getirilerinin zıt yönde hareket ettiğini,

Kovaryans (0) => varlıklar arasında herhangi bir doğrusal ilişki olmadığını belirtir.

$$\sigma_{i,k} = \sum_{j=1}^n P_j \left[(R_{ij} - E(R_i))(R_{kj} - E(R_k)) \right] \quad (2.15)$$

Tablo 1: Kovaryans Notasyonlar

$\sigma_{i,k}$	<i>i. ve k. varlık getirileri arası kovaryans</i>
P_j	<i>j. durumun gerçekleşme olasılığı</i>
R_{ij}	<i>j. durumun gerçekleşmesi halinde i. varlığın getiri oranı</i>
R_{kj}	<i>j. durumun gerçekleşmesi halinde k. varlığın getiri oranı</i>
$E(R_i)$	<i>i. varlığın beklenen getiri oranı</i>
$E(R_k)$	<i>k. varlığın beklenen getiri oranı</i>

ve yine olabilecek tüm durumların eşit olasılıklandırılması halinde kovaryans formülü aşağıda verilen formda elde edilir.

$$\sigma_{i,k} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[(R_{ij} - E(R_i))(R_{kj} - E(R_k)) \right] \quad (2.16)$$

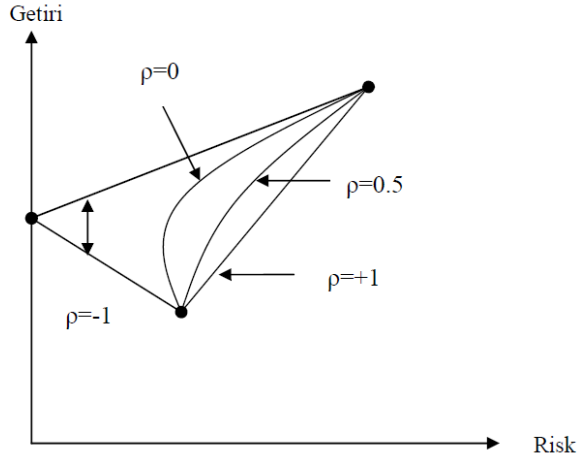
2.7.2.Korelasyon

Korelasyon iki değişkenin birlikte hareket etme derecesini gösterir. Kovaryans her ne kadar hisse senetlerinin getirileri arasındaki ilişkinin yönünü ortaya koysa da hesaplanan kovaryans değerine bakarak getiriler arasındaki ilişkinin gücü ve derecesi hakkında yorum yapmak doğru olmayabilir. Bu sebeple hisse senetlerinin getirileri arasındaki ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütlerden biri de korelasyon katsayısıdır. Korelasyon katsayısı, iki değişkenin değişimlerinde ne dereceye kadar uygunluk olduğunu belirler (Demirel 2009, 29).

Kovaryans, iki hisse senedinin getirileri arasındaki değişimin yönünü verirken korelasyon katsayısı, değişimin yönüyle birlikte derecesini de verir (Demirel 2009, 21). Genellikle değişkenler çok büyük sayılarla ifade edildiğinde aralarındaki ilişki kovaryans yerine korelasyon katsayısı ile ölçülmektedir.

Kovaryans $-\infty$ ile $+\infty$ arasında bir değer alırken, Korelasyon katsayısı ± 1 arasında değer alır (Ceylan ve Korkmaz 2006, 644) ve başka bir deyişle kovaryans değerinin ± 1 aralığında salınacak şekilde standardize edilmiş halidir diyebiliriz (Ulucan 2004, 1). Aynı yönde pozitif tam korelasyon olduğunda korelasyon $(+1)$ ' dir. Farklı yönde negatif tam korelasyon olduğunda değer (-1) olur. Korelasyon katsayısının sıfır olması menkul kıymetler arasında ilişki olmadığını belirtir (Ceylan ve Korkmaz 2006, 644).

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \cdot \sigma_j} \quad (2.17)$$



Şekil 3: Çeşitli Korelasyon Katsayıları için Getirilerin Standart Sapması ve Beklenen Getirileri Arasındaki İlişki

(Elton, et al. 2007, 77)

2.8. Dönemlik Getiri Hesaplamaları

Dönemlik getiri yatırımın belli bir zaman dilimi içerisindeki toplam getirisini tanımlar (Ulucan 2004, 7). Yatırımcının servetindeki artış hızını göstermesi bakımından önem arz etmektedir (Apak ve Demirel 2009, 275).

$$G_D = \frac{DSD + KP - DBD}{DBD(\text{yatırım tutarı})} \quad (2.18)$$

Formülde G , Dönemlik Getiri; DBD , Yatırım dönem başı değerini; DSD , Yatırımın dönem sonu değerini; KP , Dönem içerisinde yatırımdan sağlanan nakit akışını (kar payı dağıtımını) ifade etmektedir.

Farklı dönemlerdeki getirileri karşılaştırmak için genellikle getiriler yıllık baza indirgenir. Getirileri yıllık bazda ifade etmenin farklı yolları vardır. Getiriler basit, bileşik ya da sürekli bileşik getiri hesaplamaları ile yıllık baza indirgenebilir ve aşağıdaki gibi gösterilir (Ulucan 2004, 7)

2.8.1.Basit getiri hesaplaması

Elde bulundurma dönemi boyunca her gün aynı getirinin elde edildiğini varsayar.

$$G_{D,Basit} = \frac{1}{t} \left[\frac{DSD + KP - DBD}{DBD} \right] \quad (2. 19)$$

Formülde $G_{D,Basit}$, Basit getiri ile yıllık baza indirgenmiş dönemlik getiriye; t , Elde bulundurma döneminin yıl biriminde uzunluğunu ifade etmektedir.

2.8.2.Bileşik getiri hesaplaması

Elde bulundurma dönemi sonunda elde edilen getiri ve anaparanın tekrar yatırıma dönüştürülerek yıllık bazda büyüdüğünü varsayar.

$$G_{D,Bileşik} = N \cdot \left[\frac{DSD + KP - DBD}{DBD} \right]^{\frac{1}{t \cdot N}} \quad (2. 20)$$

Formülde $G_{D,Bileşik}$, Bileşik getiri ile yıllık baza indirgenmiş dönemlik getiri; t , Elde bulundurma döneminin yıl biriminde uzunluğu; N , bir yıl içindeki dönem sayısını ifade etmektedir.

2.8.3.Sürekli Bileşik Getiri Hesaplaması

Elde bulundurma döneminin sonsuz sayıda küçük zaman dilimlerine bölünerek, her bir dilimde getirisinin hesaplanarak, anapara ile birlikte bir sonraki küçük zaman dilimine aktarılması esasına göre çalışır.

$$G_{D,Sürekli} = \frac{1}{t} \ln \left[\frac{DSD + KP}{DBD} \right] \quad (2. 21)$$

3. PORTFÖY YAKLAŞIMI

Portföyle ilgili birçok kaynakta benzer tanımlar mevcuttur. Türk Dil Kurumunda yapılan tanımda; “*Banka, simsar veya bir aracı kuruluşun kendi elinde tuttuğu, istediği gibi tasarruf ettiği menkul değerler toplamı*” (TDK 2013) , BSTS / İktisat Terimleri Sözlüğünde “*Gerçek veya tüzel bir kişinin kazanç sağlamak amacıyla oluşturduğu mali varlıklar bütünü*” (BSTS 2004) olarak açıklanmıştır. Menkul kıymet açısından portföy; riski azaltmak ve üstlenilen riske göre en yüksek getiriyi sağlamak amacı ile en az iki çeşit menkul kıymetten oluşan bir havuz (Ercan ve Ban 2005, 188) ya da cüzdandır. Genel olarak ise Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen, ağırlıklı olarak hisse senedi, tahvil gibi menkul kıymetler ve türev ürünlerden oluşan, belirli bir kişi veya grubun elinde bulunan finansal nitelikli kıymetlerdir (Ceylan ve Korkmaz 2006, 635) şeklinde tanımlanmıştır.

Bilindiği gibi, menkul kıymetlere yatırım, belirli amaçları gerçekleştirmek için yapılmaktadır. Her ne kadar portföy belirli menkul kıymetlerden oluşsa da menkul kıymetler arasında bir ilişki olduğundan, portföy, kendine öz, ölçülebilir nitelikleri olan bir varlıktır. Bu nedenle, portföy, içerdiği menkul kıymetlerin basit bir toplamı değildir. Portföy, belirli amaçları gerçekleştirmek isteyen yatırımcıların, sahip olduğu, birbiriyle ilişkisi olan ve kendine öz ölçülebilir nitelikleri olan yeni bir varlıktır (Ceylan ve Korkmaz 2006, 635).

Farklı menkul kıymetlerden veya yatırım araçlarından portföyler oluşturulabilir. Ancak, hisse senedi ve tahvil gibi geleneksel menkul kıymetler açısından bakıldığında üç farklı portföy tanımlaması yapılabilir; Tamamı tahvillerden oluşan, hisse senedi ve tahvillerden oluşan ve tamamı hisse

senetlerinden oluşan portföyler. Bir portföy hisse senedi ve tahvil gibi temel menkul kıymetler dışında aşağıda listelenen yatırım araçlarıyla da oluşturulabilir (Demirtaş ve Güngör 2004, 103-104);

<i>Varlığa Dayalı Menkul Kıymet</i>	<i>Döviz ve Döviz Tevdiat Hesapları</i>
<i>Finansman Bonoları</i>	<i>Altın</i>
<i>Hazine Bonosu</i>	<i>İmtiyazlı Hisse Senetleri</i>
<i>Gelir Ortaklığı Senetleri</i>	<i>Varant</i>
<i>Banka Bonoları veya Banka Garantili Bonoları</i>	<i>Kâr Zarar Ortaklığı Belgesi</i>
<i>Metrekare Konut Sertifikaları</i>	<i>Opsiyon sözleşmeleri</i>
<i>Mevduat ve Mevduat Sertifikaları</i>	<i>Vadeli Sözleşmeler</i>
<i>Repo</i>	

Tablo 2: *Hisse Senedi ve Tahvil dışında Diğer Portföy Yatırım Araçları*
(Usta 2005, 284-285, Demirtaş ve Güngör 2004, 104)

Bu yatırım araçlarının dışında, menkul kıymet yatırım fonları ve yatırım ortaklıklarına yatırım yapılabileceği gibi, gayrimenkul yatırım fonları da tercih edilebilir (Usta 2005, 285).

İdeal bir portföyün özellikleri (Çetindemir 2006, 5);

Likidite (paraya çevrilebilme), anaparanın güvenliği (enflasyon, yatırım riski vb.), gelirin istikrarlı olması, değer artışı potansiyeli, vergiden muaf gelir (risksiz taşınır değer), yönetiminin kolay olması, gerçekçi vade tarihi, miktarın piyasanın alım/satım birimlerine uygun olması, teminat olarak değer taşıması şeklinde sıralanabilmektedir.

Portföy yönetimi ise yatırımcıların ihtiyaçlarına göre, risk ve getiriye gösterdiği tutum çerçevesinde portföye çeşitli menkul kıymetleri almak, değişen ekonomik koşullara bağlı olarak hangi varlıkların portföyden çıkarılacağına karar vermek ve yatırım amaçlarına uygun olarak portföyü yönetme faaliyetidir. Portföy yönetiminde amaç, alınan riske uygun olarak yatırımcının karlılığını maksimum yapmaya çalışmaktır (Kemalbay 2008, 88, Kolb ve Rodriguez 1996, 215).

Portföy yönetimi sistemi, dinamik bir süreç olup, 5 aşamadan oluşmaktadır (Ceylan ve Korkmaz 1995, 14)

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

3.1. GELENEKSEL PORTFÖY YÖNETİMİ

Portföy oluşturma'nın esas amacı, riskin dağıtılmasıdır. Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri aynı yönde hareket etmeyeceğinden, portföyün riski tek bir menkul kıymetin riskinden küçük olacaktır. İşte, geleneksel portföy teorisi, bu prensipten hareketle, portföy içindeki menkul kıymet sayısının artırılarak, çeşitlendirilmesi ilkesine dayanır. Bu yaklaşımı, «bütün yumurtaları aynı sepete koymamak» şeklinde tanımlanmıştır (Ceylan ve Korkmaz 2006, 664). Buna göre ne kadar çok menkul kıymete yatırım yapılırsa risk, o kadar çok dağıtılmaktadır. Ancak bu kişiden kişiye değişme gösterebildiği için geleneksel portföy yaklaşımının

sezgisel ve sübjektif olduğu kabul edilmektedir. Teori portföyü oluşturan menkul kıymetler arasındaki ilişkiyi dikkate almaz. Portföy menkul kıymet artışı kadar çeşitlendirilmiştir (Usta 2005, 308).

Aşırı çeşitlendirmeden kaynaklanan

- Düşük getirili menkul kıymetlere de portföyde yer verilmesi,
- Menkul kıymetlerin ve dolayısıyla ait oldukları şirketlerin sayısal çokluğu nedeniyle her bir şirket hakkında doğru ve ayrıntılı bilgi edinme güçlüğü,
- İşlem giderlerinin yüksek olması,
- Riski düşürmek amacıyla çok sayıda menkul kıymete portföyde yer verilirken satın alınacak menkul kıymetlerin taşıdığı riske göre gerekli getiriye sağlayamaması (Demirel 2009, 4),
- Çok sayıda menkul kıymetle ilgili bilgi edinmenin maliyetli olması gibi birtakım sakıncalardan söz edilebilir (Berk 2005, 374).

Menkul kıymet portföylerinin yönetiminde geleneksel yaklaşım; yatırımcıya ait bilgilerin toplaması, portföy amacının belirlenmesi, portföye alınacak menkul kıymetlerin seçimi ve portföyü yönetmek aşamalarını kapsar (Usta 2005, 308).

Genel olarak yatırımcıların amaçları, sabit ve istikrarlı gelir elde etmek, sermayenin korunması veya sermaye kazancı elde etmek gibi ifade edilebilir (Aydın 2003, 314).

Geleneksel portföy yaklaşımında ilk aşama, yatırımcıya ilişkin bilgilerin elde edilmesidir. Bu bilgiler, portföy üzerindeki ölçütlerin saptanmasında portföy yöneticisine yardımcı olur. Bu şekilde, en uygun portföy amacı ortaya çıkarılabilir (Aydın 2003, 314).

Geleneksel portföy analizinde seçim ilkeleri ise şunlardır (Aydın 2003, 319);

- Hisse senetlerine yatırım yapılırken, daha çok sayıda ve farklı endüstrilere ait hisse senetlerinin seçilmesi, Tahvil yatırımlarında ise, aynı vadeye sahip tahvillerin portföy içinde ağırlığının azaltılması gerekmektedir.
- Portföye alınan varlık sayısı arttıkça portföy riskinin azalacağı varsayılmaktadır.

Geleneksel yaklaşım, bilimsel dayanağının olmaması nedeniyle eleştirilmiştir (Aydın 2003, 321). Yaklaşımın aşırı çeşitlendirme yapması, menkul kıymetler arası ilişkiye ve menkul kıymet seçiminde nicel bilgilere yeterince önem vermemesi gibi yönleri nedeniyle istatistiksel yöntemeye dayalı modern portföy teorisi geliştirilmiştir (Usta 2005, 308).

3.2. MODERN PORTFÖY YÖNETİMİ

Günümüzde finansal piyasalar ülke sınırlarını aşarak global bir yapıya bürünmüş ve elindeki kaynağı yatırımlarıyla en etkin şekilde değerlendirmek isteyen milyonlarca yatırımcının beslediği bir organizma haline gelmiştir. Sayıları her geçen gün artan birçok yatırım alternatifi ve sürekli değişen piyasa koşulları içinde yeniden oluşan fiyatlar, bu piyasalardaki portföy seçim problemini giderek daha karmaşık hale getirmiştir. Bu şartlar altında yatırımcıların karar problemlerine çözüm üretmek ve piyasaların işleyiş mekanizmalarını açıklamak için geliştirilen yaklaşımlar Modern Portföy Teorisi (MPT) altında toplanmıştır (Ulucan ve Tarım, 144).

Sermaye piyasasının gelişmiş olduğu ülkelerde, 1950'li yıllara gelinceye kadar, yatırımcılar, portföyde yer alan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurmadan, sadece portföydeki menkul kıymetlerin sayılarını arttırarak

riski azaltabileceklerini düşünmüşlerdir. Oysa modern portföy yaklaşımında, sadece portföy çeşitlendirmesine gidilerek riskin azaltılamayacağı, çünkü portföyde, yer alan menkul kıymetlerin ya da menkul kıymet gruplarının, aynı ya da ters yönde hareket ettikleri ileri sürülmektedir (Aydın 2003, 321).

Modern Portföy Teorisi, Harry Markowitz' in 1952'de "*Journal of Finance*" dergisinde yayınladığı "*Portfolio Selection*" adlı makale ile başlamıştır. 39 yıl sonra, Merton Miller ve William Sharpe portföy seçimi için daha geniş kapsamlı bir teori geliştirmiş ve Nobel ödülü almışlardır. Markowitz' in ilk çalışmaları, yatırımcıların risk tahminlerine odaklanmaları ve portföyü oluşturan her bir hisse senedinin getirileri ile ilgili olmuştur. Fakat Markowitz, portföydeki her bir finansal aracın risk-getiri durumu yerine portföyün risk-getiri durumunun önemli olduğunu göstermiş, her bir yatırım aracının seçilmesi yerine, portföyün seçilmesi gerektiğini belirtmiş (Markowitz 1952) ve kısımların veya parçaların toplamının bütüne eşit olmadığını ispatlamıştır. Markowitz, portföy riskinin portföyü oluşturan varlıkların riskinden daha az olabileceğini ve belirli koşullarda portföyün sistematik olmayan riskinin sıfır yapılabileceğini göstermiştir (Ercan ve Ban 2005, 189).

Portföy bulunduran yatırımcılar açısından herhangi bir menkul kıymetin fiyatının azalması ya da artması pek fazla önemli olmamaktadır. Yatırımcı açısından önemli olan onun portföy riski ve getirisidir. İşte, en iyi yatırım portföyüne sahip olabilmek için yatırım araçlarının risk ve getirilerine bakarak portföy seçimi yapma çalışmaları Markowitz' in doktora tezi ile başlamış olup daha sonra portföy yönetiminin temel taşlarından biri olmuştur. Modern portföy teorisinin temelini Markowitz' in ortalama-varyans modeline ve Wolfe 'un 1959 yılında bu model için oluşturduğu etkin çözüme dayanmaktadır (Haskılıç 2007, 13-14). 1950'li yıllara

kadar portföy yönetiminde hisse senetlerinin birbirleri ile olan ilişkileri göz önüne alınmadan, portföyde bulunan varlıklarının sayısını arttırarak riskin azaltılabileceğini düşünmüşlerdir. Oysa Modern portföy teorisi ile sadece portföyü çeşitlendirerek riskin azaltılamayacağı çünkü portföyde yer alan varlıkların aynı ya da ters yönde hareket ettikleri ileri sürülmüştür. Markowitz çeşitlendirmesi ile varlıkların birbirleri ile korelasyonları dikkate alınmakta ve varlıklar arasındaki korelasyon azaldıkça portföy riski de azalmaktadır.

Çeşitlendirme etkisinin doğabilmesi için aşağıdaki koşulların bulunması gerekmektedir (Çetindemir 2006, 13).

- İşlem maliyetlerinin (örneğin menkul değer alım ve satımındaki ücretlerin ve vergilerin) dikkate alınmaması,
- Bütün yatırım araçlarının istenildiği ölçüde bölünebilmesi; bunun sonucunda pay senedi edinilmesi olanağı doğmaktadır.
- Portföy oluşturma bir döneme, örneğin bir yıla dayanması,
- Yatırımcıların rizikodan kaçan kişiler olması.

A.D.Roy, Markowitz 'den bağımsız olarak hemen hemen aynı tarihlerde, risk ölçüsü olarak varyansın kullanılabileceğini ortaya koymuştur ve Markowitz' in benzer bir ortalama-varyans etkin sınırı geliştirmiştir. Bu nedenle Markowitz "1952'deki makalem dikkate alınarak, çoğu zaman modern portföy teorisinin babası olarak anılmaktayım fakat Roy da bu şerefi en az benim kadar hak etmektedir" demiştir. Roy 'un bu çalışmasına rağmen Markowitz' in makalesi yatırımları çeşitlendirme fikrinin ilk matematiksel formülüdür (Kaya 2006, 5).

Bu teorisinin önemli mesajı, varlıkların yalnızca menkul kıymetlerin kendi özelliklerine göre seçilmemeleri gerektiğidir. Bunun yerine, bir yatırımcı her menkul

kıymetin diğer menkul kıymetlerle olan karşılıklı hareketlerini de dikkate almalıdır. Birçok ekonomik nicelik gibi, menkul kıymetlerin getirileri de birlikte artıp, azalma eğilimindedir. Bu korelasyon mükemmel değildir. Eğer menkul kıymet getirileri ilişkili değilse, çeşitlendirme riski elimine edebilir. Tüm menkul kıymetlerin getirileri mükemmel bir uyum içinde artıp, azaldığı durumda ise çeşitlendirme riski elimine etmek için bir şey yapamaz (Kardiyen 2008, 338).

Modern portföy teorisi, yatırımcıların ve finansal piyasaların davranışları ile ilgili olarak çeşitli varsayımlara dayanmaktadır, Bunlar (Kemalbay 2008, 107, TSPAKB, Finansal Yönetim 2012, Ercan ve Ban 2005, 190, Usta 2005, 309-310, Aydın 2003, 324)

- Yatırımcılar, kararlarını getiri dağılımının olasılık dağılımına göre alır.
- Belli periyotta tanımlı getirilerin olasılık dağılımı yatırımcılar tarafından tahmin edilebilir. Getiri dağılımı, normal dağılım varsayımlarını sağlar.
- Yatırımcılar tek dönemde beklenen faydalarını maksimize etmeye çalışır. Fayda refahın bir fonksiyonudur. Refah arttıkça, fayda da artar. Ancak, artış hızı, diğer bir deyişle marjinal fayda, azalır.
- Getiri değerlerinde meydana gelen değişkenlik yatırımcılar tarafından riskin ölçülmesinde kullanılır.
- Yatırımcılar yatırım kararı verirken yalnızca portföy getirilerinin ortalama ve varyansı ile ilgilenir. Dolayısıyla kayıtsızlık eğrileri beklenen getiri ve varyansın (veya standart sapmanın) bir fonksiyonudur.
- Getiri olasılık dağılımının orijine göre birinci momenti olan beklenen değer ve ikinci merkezi momenti olan varyans, portföyün getirisi ve riskini ölçmek için kullanılır.

- Yatırımcılar rasyoneldir ve risk almaktan hoşlanmaz. Aynı risk düzeyindeki iki farklı yatırım alternatifinden beklenen getirisi daha yüksek olanını tercih ederler; ya da, beklenen getirisi aynı düzeyde olan iki farklı yatırım alternatifinden riski daha düşük olanını tercih ederler.
- Finansal piyasalar etkindir. Piyasa etkinliği, fiyatları etkileyebilecek tüm bilgilerin, hızlı ve doğru bir biçimde, fiyatlara yansıtacak olması, diğer bir ifadeyle herhangi bir anda piyasanın dengede bulunması anlamına gelir. Yatırımcılar için söz konusu bilgilere eş zamanlı olarak ulaşmak mümkündür.
- Yatırımcılar almak istedikleri menkul kıymetin ait olduğu firma ve pazar hakkında herhangi bir maliyete katlanmadan bilgi alabilmektedirler.
- Tüm yatırımcılar menkul kıymetlerin beklenen getirileri, standart sapmaları ve korelasyonuna ilişkin aynı bilgiye sahiptirler.
- Yatırımcılar portföyün riskini, getirilerin beklenen getirisinden sapmaları şeklinde ifade eder.
- Yatırımcılar özdeş zaman ufkuna sahiptir.

Portföy Kuramı, yatırımcıların varlıkları birçok yatırım aracına paylaştırmasına dayanmaktadır. Daha sonraları bu yaklaşımın hesaplama açısından karmaşık olması ve bunun yanında zaman sorununu da ortaya koyması nedeniyle Markowitz' in öğrencisi William Sharpe tarafından endeks modeli ortaya koyulmuştur. Sharpe ve Lintner çalışmalarının hareket noktasını, "Herkesin portföy teorisi ışığında yatırım yapmasının menkul kıymetlerin fiyatlandırılmasını nasıl etkileyeceği" konusu oluşturuyordu. Bu çalışmaların sonucunda Finansal Varlık Fiyatlama Modeli (Capital Asset Pricing Model-CAPM) geliştirilmiş oldu. CAPM'in

oluşumun da öncü olan Markowitz ve öğrencisi Sharpe'in yanında Tobin, Black ve Treynor'un da CAPM'in oluşumunda önemli katkıları olmuştur. Varlık fiyatlarını açıklamaya yönelik bir diğer modelde Arbitraj Fiyatlama Modelidir. CAPM uzunca bir süre finans sektörüne hakim olmuştur. Fakat 70'li yılların ikinci yarısından sonra modelin eksik yanları üzerinde durulmaya başlanmıştır. CAPM'i eleştirenler Arbitraj Fiyatlama Model'ini (APT) ortaya atmışlardır. Bu eleştircilerin başında Arbitraj Fiyatlama Modeli 'nin sahibi Stephen A.Ross ve Richard Roll gelmekteydi. APT ve CAPM birbirlerine benzemekle birlikte çok önemli bir noktada ayrılırlar. Bu, CAPM'in tek faktörlü bir model, arbitrajın ise çok faktörlü model olmasıdır. APT'nin en önemli özelliği, bir faktörler analizi olmasıdır (Çetindemir 2006, 18).

3.2.1. Portföyün Beklenen Getirisi ve Riski

Yatırımcılar, geleceğe dönük kararlar aldıkları ve bu kararlar sonucunda yatırımlarını yönlendirdikleri için sadece getiriden söz edilemez. Bunun yerine “beklenen getiri” ifadesi kullanılır.

Yatırımcı açısından karar vermek için, portföy riskinin ve getirisinin ölçülmesi gerekmektedir. Yatırımcı için, yatırım fırsatları içerisinde karar vermek, yalnızca tek tek menkul kıymetler arasından seçim yapmak değildir. Çünkü tek tek menkul kıymetlerin çeşitli bileşimleri söz konusudur. Fırsatların sayısı arttıkça, sorun karmaşık bir hal almakta ve portföy kuramı ortaya çıkmaktadır. Yatırımcılar çeşitli menkul kıymet bileşimleri oluşturarak, çok sayıda portföy meydana getirebilirler. Ancak, yatırımcı açısından önemli olan, optimal portföyün oluşturulmasıdır. Bunun için, portföy risk ve getirisinin hesaplanması gerekmektedir.

Portföyün beklenen getirisi; portföyü meydana getiren varlıkların beklenen getirileri ile ağırlıklarının çarpımlarının toplamına eşittir (Ulucan 2004, 15).

$$E(r_p) = E\left(\sum_{i=1}^n x_i r_i\right) = \sum_{i=1}^n E(x_i r_i) = \sum_{i=1}^n x_i E(r_i) = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \quad (3. 1)$$

İki menkul kıymetten oluşan portföyün beklenen getirisi;

$$E(r_p) = x_1 E(r_1) + x_2 E(r_2) \text{ ile ifade edilir. (} x_1 + x_2 = 1 \text{)}$$

Hisse senetlerinin geçmişteki performanslarını gelecekte de sergileyebilecekleri varsayımı altında, geçmişteki ortalama getiri, gelecekte beklenen getiri olarak kabul edilir.

Portföyün riski ise; Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin ortalama ağırlığı değildir. Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin ayrı ayrı riskleri birbirini ortadan kaldırdığından, Portföyün riski, menkul kıymetlerin standart sapmalarının ağırlıklı ortalamasından daha düşük bir değer olacaktır.

Bilindiği üzere menkul kıymet getirileri birbirinden bağımsız değil, aralarında ilişki mevcuttur. Bu sebeple iki rassal değişkenin birlikte dağılma ölçüsü olup değişme beraberliğini ortaya koyan kovaryans değeri göz önüne alınmalıdır. Bu yüzden portföyün varyansı, menkul kıymetlerin varyanslarının ağırlıklı ortalamasına eşit olmayıp, portföyü oluşturan her bir menkul kıymet çifti için hesaplanan kovaryansların ağırlıklı ortalamasına eşittir (Kemalbay 2008, 98).

Bir yatırımın varyansı, yatırımın olası getirileri ile beklenen getirisi arasındaki farkların karelerinin beklenen değerleridir. Buna göre portföyün varyansı

olasılık dağılımına göre aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Ulucan 2004, 15, Kemalbay 2008, 98).

$$\begin{aligned} Var(r_p) &= \sigma_p^2 = E \left[\left\{ x^T (r_p - E(r_p)) \right\}^2 \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n x_i x_j \sigma_{ij} \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\sigma_{ij} = E \left[(r_i - E(r_i))(r_j - E(r_j)) \right] \text{ 'dir.}$$

Ve $Cov(r_i, r_j) = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j = \sigma_{ij}$ olmak üzere, portföyün varyansı diğer bir şekilde

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \text{ ile gösterilir.}$$

İki menkul kıymetten oluşan bir portföyün riskini veren formül ise şu şekildedir (Kardiyen 2008, 339);

$$\sigma_p^2 = x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad (3.3)$$

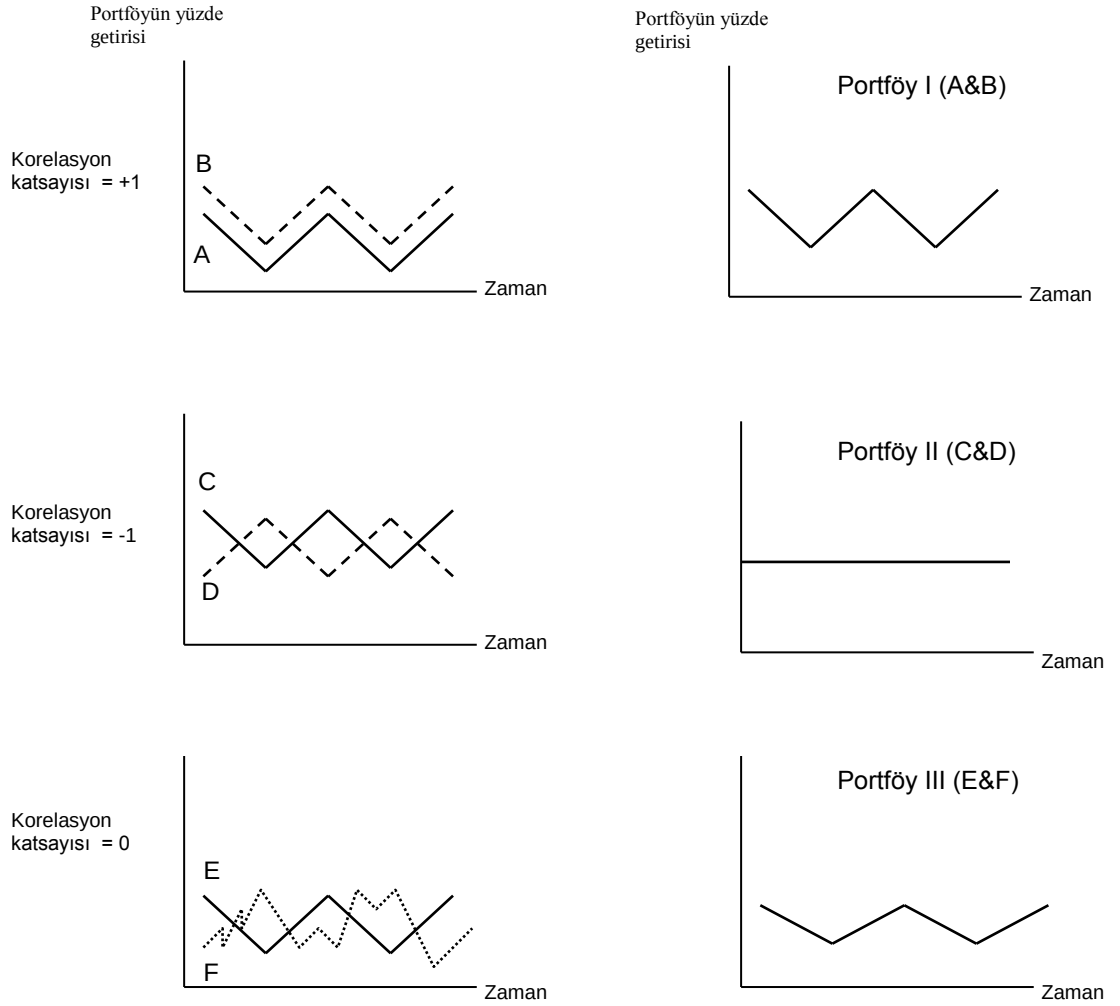
Portföyün beklenen getiri ve riskine ilişkin notasyonlar aşağıdaki gibidir;

Tablo 3: Portföy Risk Notasyonları

$E(r_p)$	<i>Portföyün beklenen getirisi</i>
x_i	<i>i menkul kıymetinin portföydeki oranı ($0 \leq x_i \leq 1$) ($i=1, \dots, n$)</i>
x_j	<i>j menkul kıymetinin portföydeki oranı ($0 \leq x_j \leq 1$) ($i=1, \dots, n$)</i>
$E(r_i)$	<i>i. menkul kıymetin beklenen getirisi.</i>
n	<i>menkul kıymet sayısı. $i= 1, \dots, n$</i>
σ_{ij}	<i>i ve j varlıkları arasındaki kovaryansı. $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, n$; $i=j$ için, i varlığının varyans değeri (i.ve j. menkul kıymetin birinci mertebeden merkezi bileşik momenti- kovaryansı)</i>
σ_p^2	<i>portföyün varyansı (Riski)</i>
ρ_{ij}	<i>i ve j menkul kıymetlerinin getirileri arasındaki korelasyon katsayısı</i>

Markowitz, portföy varyansının büyük ölçüde portföyü oluşturan varlıkların birbirleri ile ilişkisinden kaynaklandığını göstermiştir. Yani portföyün riskini azaltabilmek ρ_{ij} korelasyon katsayısına bağlıdır. Böylece aralarında negatif veya sıfır korelasyon sayısı içeren portföylerin varyansı, varlıkların tek tek ele alındığı durumdan daha düşük olmaktadır (Akay, Çetinyokuş ve Dağdeviren 2002, 128). Bu durumda çeşitlendirme yararlı olacak, portföyün getirisi düşürülmeden riski azaltılacaktır.

Bu durumu grafiksel olarak açıklarsak;



Şekil 4: Portföy Korelasyon Grafikleri

Portföy I’de A ve B, birlikte hareket eden menkul kıymetlerdir. Muhtemelen aynı veya birbirini tamamlayıcı endüstrilerdendirler. Zaman boyunca A ve B’nin getirileri aynı yön ve büyüklükte dalgalanma göstermektedir. İstatistik terimiyle, bu iki menkul kıymetin getirileri arasındaki korelasyon katsayısı +1’dir.

Burada Portföyün standart sapması her bir menkul kıymetin standart sapmasının ağırlıklı ortalamasıdır.($\sigma_p^2 = x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2$) Ve buradaki tüm portföyler

etkin olup, portföyün seçimi yatırımcının risk tercihine bağlı olacaktır. Çeşitlendirme ile Portföy getirisindeki değişim veya portföyün riski de bu durumda azaltılamaz (Kemalbay 2008, 111).

$0 < \rho_{ij} < 1$ ise; i ve j menkul kıymetleri arasında pozitif bir ilişki vardır. Yani bir menkul kıymet getirisindeki artış ya da azalış diğer menkul kıymet getirisinde de aynı şekilde gerçekleşir. Bu şekilde portföye alınan menkul kıymetler arasında pozitif korelasyon var ise çeşitlendirme yapılmamış olur.

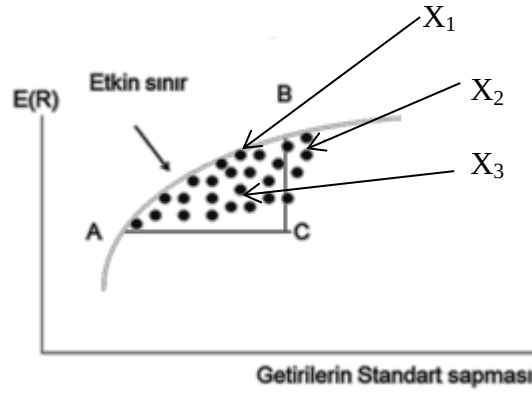
$-1 < \rho_{ij} < 0$ ise; i ve j menkul kıymetleri arasında negatif bir ilişki vardır. O halde bir menkul kıymet getirisindeki artış(azalış) diğer menkul kıymet getirisinde azalış(artış) meydana getirecektir. Bu durumda çeşitlendirme ile portföyün riski azaltılacaktır.

Portföy II 'de C ve D'nin getirileri birbirinin aksi yönünde hareket etmektedir ve korelasyon katsayısı -1 'dir. Portföyün getirisi zaman boyunca değişmemekte, yani sabit kalmaktadır. Başka bir deyişle, portföy riski sıfırdır. Portföye alınacak menkul kıymetleri seçerken, aralarında negatif tam korelasyon olan menkul kıymetleri bulmak pek olası değildir. Bu nedenle, genellikle aralarındaki ilişki negatif veya -1 e yakın olan menkul kıymetler portföye alınabilir.

Portföy III'de F menkul kıymetinin getirisi rastlantısaldır ve E menkul kıymetiyle aralarında bir ilişki yoktur. Diğer bir deyişle, aralarındaki korelasyon katsayısı sıfırdır. Portföy III'ün getirisi zaman boyunca dalgalanacaktır, fakat bu dalgalanma, E menkul kıymetinin getirisindeki dalgalanmadan daha az bir oranda olacaktır

3.2.2. Portföy Seçimi ve Etkin Sınır

Bilindiği gibi, N sayıda riskli menkul kıymetin var olduğu bir ortamda, yatırımcı için sayısız portföy bileşimleri söz konusudur. Bu bileşimlerden oluşan kümeye yatırım fırsatları kümesi adı verilir. Aşağıdaki şekil böyle bir fırsat kümesini göstermektedir. Ortalama-varyans ölçütüne göre yatırımcı bu kümenin yalnızca üst sınırı ile ilgilenecektir. Bu üst sınıra “etkin sınır” adı verilir. Teorik olarak, etkin sınır, çok sayıda portföyün, risk ve getiri uzayında işaretlenmesi ile elde edilir. Buradan da anlaşılacağı gibi, etkin sınırın elde edilebilmesi için, her bir portföyün beklenen getirisi ve varyansının hesaplanması gerekir.



Şekil 5: Etkin Sınır Eğrisi (Şahin)

Kümenin içinde yer alan her portföy için, üst sınır üzerinde aynı riske sahip, fakat daha yüksek getirisi olan portföy bulmak mümkündür. Şekildeki X_1 ve X_3 portföyleri ele alınarak etkin portföyler incelenebilir. Görüldüğü gibi X_1 ve X_3 portföyleri aynı risk seviyesine sahip olmalarına rağmen X_1 portföyünün beklenen getirisi ve X_3 'e göre daha fazladır. Bu durumda X_1 portföyü etkin kabul edilirken X_3 'ü etkin portföy olarak kabul etmek mümkün değildir. Ayrıca aynı getiri düzeyinde

ancak riski daha az bir portföy de bulmak mümkündür. Aşağıdaki şekilde, söz konusu durum X_1 ve X_2 portföyleri için geçerlidir. Burada X_1 ve X_2 portföyleri aynı getiriye sağlarken, X_2 portföyünün risk durumu X_1 portföyüne göre daha fazladır. Dolayısı ile X_2 portföyü etkin bir portföy değildir. Bu nedenle üst sınır üzerinde yer alan portföylere etkin portföy, bu sınıra da etkinlik sınırı denir.

Kısaca belirtirsek; yatırımcı risk-getiri uzayında bütün menkul kıymet bileşimlerinin üzerinden, belirli bir risk düzeyinde en yüksek getiri oranını elde etmek, ya da tersi söylenirse, belirli bir getiri düzeyinde en düşük riskle gerçekleştirmek amacıyla Şekil 5'deki Portföy olanakları eğrisi üzerinde etkin olan sınır üzerinde tercihlerini oluşturacaktır. Etkin Sınır, yatırımcıya tercihlerine göre portföyü oluşturmaya yardımcı olacaktır (Demirtaş ve Güngör 2004, 105).

Etkin sınır üzerinde yer alan noktalar, belli bir risk değeri için maksimum getiri düzeyini göstermektedir. Etkin sınır eğrisi boyunca yer alan noktaları kendi aralarında kıyaslamak öznel bir karar alma sürecidir. Söz gelimi, etkin sınır eğrisi üzerinde sağa doğru ilerlemek, daha yüksek getiri için daha yüksek bir riski göze almak anlamına gelmektedir (Altaylıgil 2008, 67).

Ulucan(2002) Ağustos 1999- Eylül 2003 tarihleri arasındaki İMKB 30 endeksindeki hisse senetlerinin aylık verileri kullanarak endeksle aynı risk getiri düzeyine sahip olan bir portföyün, etkin bir portföy olup olmadığının araştırmasını yapmıştır. Araştırmanın yapıldığı dönem itibarıyla endeksle aynı risk getiri düzeyine sahip olan portföy etkin sınır üzerinde yer almamaktadır. Ayrıca piyasa portföyünden daha etkin olan portföylerin, Markowitz çeşitlendirmesi kullanılarak oluşturulabileceğini ispatlamıştır (Birgili ve Tuna 2010, 4).

4. ÇOK AMAÇLI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Fransız İtalyan Ekonomist V. Pareto tarafından geliştirilen Çok Amaçlı Optimizasyon, portföy optimizasyon problemine alternatif bir yaklaşımdır.

Optimizasyon modelleri, yatırımcılar için portföy stratejilerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel ortalama-varyans optimizasyon yaklaşımında yalnızca tek bir amaç vardır ve bu da yatırımlarında birden fazla amaca sahip olan yatırımcıların taleplerini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Önerilen optimizasyon modeli aynı anda yatırımcıların portföy riskini ve getirisini optimize etmektedir ve çeşitli portföy optimizasyon modellerini entegre etmektedir. Optimal portföy stratejisi yatırımcının çeşitli risk toleransında üretilir (Duan 2007, 1).

Günümüzde optimum portföy oluşturulması çalışmalarında istatistik ve yöneylem araştırması teknikleri önemli bir yer tutar. Ancak birçok normatif karar modelleri, yatırımcının elinde bulundurduğu servetini maksimize etmek için yalnız bir amacı göz önüne alır. Bu tür teknikler tek amacı sağlamaya yönelik olduğundan karar verici için öneme sahip diğer olası amaçların sağlanmasını dikkate almazlar. Oysaki karar verici için birbirleri ile çelişebilen pek çok hedefin veya amacın eşanlı olarak sağlanabilmesi veya bu hedefler arası ikame edilebilirliğin belirlenmesi önemlidir. Bu yüzden, finans kelimesinin daha da matematiksel bir anlam kazandığı günümüzde finansal karar verme problemlerine çok kriterli yaklaşımları uygulamak daha yerinde olacaktır (Kemalbay 2008, 100).

Ancak daha çok son yıllarda Markowitz modelinin beklenen getiri ve varyans amaçlarından daha çok kriteri göz önüne alan portföy optimizasyon modelleri popüler olmuştur ve bu problemlerin çözümü ise kuadratik Ortalama-Varyans

problemlerinin çözümünden çok daha zordur (Ehrgott, et al. 2009, 31) ve ortalama-varyans modelinin etkin noktalarından oluşan bu iki boyutlu etkin değerler eğrisi yeni ölçütlerle birlikte artık çok boyutlu bir yapıya dönüşecektir. Bu nedenle yatırımcının sonsuz sayıda etkin nokta arasından seçim yapmasını sağlayacak yöntemlere gereksinim duyulmaktadır (Üstün 2007, 2).

Ancak çok kriterli optimizasyon probleminde bir çözümün tüm kriterlere göre en iyi olması nadir rastlanan bir olaydır. Bu tür çözümler ideal çözüm olarak adlandırılır. Genellikle bir tek çözüm yerine çözüm kümesinden bahsedilir. Bu çözümlere Pareto (veya etkin) çözüm denilmektedir. Çok kriterli optimizasyon teorisinin esas problemi, etkin olmayan çözümleri çözüm kümesinden eleyerek etkin olan iyi çözümlere ulaşmayı amaçlar (Kemalbay 2008, 100).

Çok Amaçlı Portföy seçim modelinin formülasyonuna geçmeden önce aşağıda yer alan modeller tanıtılacak ardından çok amaçlı model verilecektir.

Modern portföy teorisi, rasyonel bir yatırımcının verilen belli bir seviyedeki riskte, maksimum getiri istediğini ve verilen belirli bir seviyedeki beklenen getiride yatırımcının minimal riski istediğini kabul etmektedir. Aynı zamanda riski göz ardı eden, yalnızca getiriye maksimize etmeye çalışan ya da beklenen getiriye göz ardı eden riski minimize etmeye çalışan uç yatırımcılar vardır. Burada genel olarak yatırımcılara, farklı yatırım amaçlarında sunulan 5 farklı formülasyon mevcuttur (Duan 2007);

Duan (Duan 2007, 2-3) bunu makalesinde aşağıdaki gibi ifade etmiştir;

$\bar{x}$, varlık ağırlık vektörü olmak üzere ; $\bar{x} = [x_1 x_2 \dots x_n]^T$,

i. varlığın ağırlığı x_i 'dir.

$\bar{p}$, portföydeki her bir varlığın beklenen getiri vektörü; $\bar{p} = [p_1 p_2 \dots p_n]^T$,

i.varlığın ortalama getirisi p_i 'dir.

x_p : Portföyün beklenen getirisi her bir varlığın getirisinin ortalama ağırlığıdır;

$$x_p = \bar{p}^T \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

$$V: \text{Varyans-Kovaryans matrisi ; } V = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

ve σ_p^2 portföyün varyansı o.ü $\sigma_p^2 = \bar{x}^T V \bar{x} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{i,j}$ 'dir.

Problem Formülasyonları

Model 1: Beklenen getiriyi maksimize etmek.(Riski göz ardı ederek)

$$\text{maksimize : } x_p = \bar{p}^T \bar{x}$$

$$k.a.: \bar{1}^T \bar{x} = 1$$

$\bar{1}^T = [1 \dots 1]$ 'dir. $\bar{1}^T \bar{x} = 1$ kısıtı tüm varlıkların ağırlıklarının toplamının 1 e eşit olmasını gerektirir.

Model 2: Riski minimize etmek (Beklenen getiriyi göz ardı ederek)

$$\text{minimize : } \sigma_p^2 = \bar{x}^T V \bar{x}$$

$$k.a.: \bar{1}^T \bar{x} = 1$$

Model 3: Verilen belirli bir p^* beklenen getiri düzeyinde, riski minimize etmek

$$\text{minimize : } \sigma_p^2 = \bar{x}^T V \bar{x}$$

$$k.a.: \bar{1}^T \bar{x} = 1 \quad \text{ve} \quad \bar{p}^T \bar{x} = p^*$$

Model 4: Verilen belirli bir seviyedeki σ^{2*} riskte getiriye maksimize etmek

$$\text{maksimize : } x_p = \bar{p}^T \bar{x}$$

$$\text{k.a.: } \bar{1}^T \bar{x} = 1 \quad \text{ve} \quad \bar{x}^T V \bar{x} = \sigma^{2*}$$

Model 5: Getiriye maksimize etmek ve riski minimize etmek.

$$\text{maksimize : } x_p = \bar{p}^T \bar{x} \quad \text{minimize : } \sigma_p^2 = \bar{x}^T V \bar{x}$$

$$\text{k.a.: } \bar{1}^T \bar{x} = 1$$

Yukarıdaki 5 model, rasyonel olan ve olmayan yatırımcıların farklı yatırım amaçlarını kapsamaktadır. Model 3 ve 4 sabit kısıtları ile birlikte model 1 ve 2'nin bir uzantısıdır. Ortalama-varyans modeli Model 3 ile aynı formülasyona sahiptir. Ortalama-varyans metodu, tüm yatırımcıların amaçlarını riski minimize etmek olduğunu kabul ettiğinden dolayı, bu model risk almak isteyen yatırımcılar için en iyi model olmayabilmektedir. Ayrıca formülasyon yatırımcılara aynı anda riski minimize etmeyi ve beklenen getiriye maksimize etmeyi izin vermemektedir.

İşte bu noktada aynı anda iki ya da daha çok amacın karşılanması çok amaçlı yöntem ile gerçekleştirilmektedir.

Çok Amaçlı Optimizasyon 'un Genel Formülasyonu:

Genel Çok amaçlı Programlama (MOP) Problemi şu şekildedir (Talbi, et al. 2012, 285);

$$[MOP] = \begin{cases} \min F(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)] \\ \text{s.t. } x \in \Omega \end{cases} \quad (4.1)$$

$n \geq 2$ amaç fonksiyonlarının sayısını, kısıtlamaları sağlayan tüm değerlerin kümesi, *uygun çözüm alanı* Ω ile ve $\bar{x} \in \Omega$ olan herhangi bir nokta uygun çözüm olarak tanımlanır.

Ya da ; $X \subset R^n$ ve $f : R^n \rightarrow R^p$ o.ü $f(x) = f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)$ biçimindedir (Ehrgott, et al. 2009, 34).

Amacımız Pareto optimal noktayı bulmaktır. Bu nedenle Pareto optimalliği tanımlarsak;

Bir $\bar{x}^* \in \Omega$ noktası pareto optimaldir. Ancak ve ancak eğer $\bar{x} \in \Omega$ ve $I = \{1, 2, \dots, k\}$ o.ü. $\forall_{i \in I} (f_i(\bar{x}) = f_i(\bar{x}^*))$ olması ya da en az bir tane $i \in I$ için $f_i(\bar{x}) > f_i(\bar{x}^*)$ ise (Talbi, et al. 2012, 285).

Bu genel çok amaçlı modelin amaç fonksiyonlarının belirli parametreler yardımı ile skalerleştirilmesi sonucu elde edilen tek amaçlı problem (Üstün 2007, 49);

Eğer $f(x^*) \leq f(x)$, $\forall x \in X$ ise $x^* \in X$ çözümüne ideal çözüm denir.

$\varphi : f(x) \rightarrow R$ o.ü.

$$\min_{x \in X} \varphi(f(x)) = \varphi(f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)) \quad (4. 2)$$

biçimine dönüşür.

Skalerleştirme yöntemlerinden sıklıkla kullanılan Ağırlıklı Toplam yöntemine çözüm yöntemleri kısmında değinilecektir.

4.1. ÇOK AMAÇLI PORTFÖY SEÇİM MODELLERİ

Bu bölümde Markowitz' in önermiş olduğu Ortalama-Varyans modeli ve literatürde onun modeli üzerine inşa edilmiş olan modellere yer verilecektir.

4.1.1. Markowitz' in Ortalama Varyans Modeli (MV)

Markowitz' in ortaya koyduğu bu model birbiriyle çelişen iki farklı ölçütü içermektedir. Bu iki ölçüt risk ve getiridir. Portföyün beklenen getirisi en büyüklenmek istenirken, portföyün riski olarak tanımlanan varyans ise en küçüklenmek istenmektedir (Markowitz, Portfolio Selection 1952).

Modelin varsayımları; yatırımcıların riskten kaçan bireyler oldukları ve yatırımların olasılık dağılımlarının yaklaşık normal olduğudur (Kardiyen 2008, 338).

Markowitz' in etkin sınırı elde etmek için geliştirdiği kuadratik programlama yapısındaki Markowitz' in ortalama-varyans modeli (Markowitz 1952,1959) şu şekildedir (Chang, et al. 2000, 1273).

$$\begin{array}{l} \text{k.a.} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Min} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij} \\ \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \geq R^* \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ 0 \leq x_i \leq 1 \quad i=1,2,\dots,N \end{array} \right\} \end{array} \quad (4.3)$$

Tablo 4: Markowitz Modeli Notasyonlar

N	<i>portföyde yer alan mevcut varlık sayısı</i>
μ_i	<i>i. varlığın beklenen getirisi ($i=1,2,...,N$),</i>
σ_{ij}	<i>i ve j varlıkları arasındaki kovaryans ($i=1,2,...,N$; $j=1,2,...,N$),</i>
R^*	<i>hedeflenen beklenen getiri</i>
ε	<i>risk üst sınır</i>
x_i	<i>karar değişkeni $0 \leq x_i \leq 1$ ($i=1,2,...,N$) olup, i .varlığın portföy içindeki oranıdır.</i>

Ya da eşit olarak risk için bir üst sınır kısıtı altında, beklenen getirinin maksimize edilmesi ile ifade edilir (Ehrgott, et al. 2009, 31).

$$\left. \begin{aligned} \max f_1(x) &= \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \\ k.a. f_2(x) &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij} \leq \varepsilon \\ \sum_{i=1}^n x_i &= 1 \\ x_i &\geq 0, i = 1, \dots, n \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

Verilen model bir tek amaçlı kuadratik programlama problemi olup, kuadratik bir amaç fonksiyonunun, doğrusal kısıtlamalar altında optimizasyonudur. Kuadratik optimizasyon problemi Karush-Kuhn-Tucker (KKT) sistemi ile problemin doğrusal programlamaya dönüştürülmesiyle çözülür (Ulucan ve Tarım tarih yok, 146).

Modelde portföy riski, portföy beklenen getirisinin belirli bir hedef getiri düzeyine eşit ya da bu düzeyden büyük olması, menkul kıymetlere portföy içinde verilen ağırlıkların sıfır ile bir arasında olması ve bu ağırlıkların toplamalarının bire eşit olması kısıtları altında minimize edilmektedir.

Bu modele göre, eğer bir portföye girmesi muhtemel bütün menkul kıymetlerin beklenen getirilerini, risklerini ve korelasyonlarını biliyor isek, bu bilgileri kullanarak herhangi bir portföyün beklenen getirisini ve riskini hesaplayabiliriz.

Verilen modelin çözümü için etkin algoritmalar mevcuttur ancak amaç fonksiyonundaki parametrelerin yapısına bağlı olarak problem dış bükey olmayan bir yapıya sahip olabilir. Bu durumda herhangi bir veri kümesinin en iyi çözümünü bulmak için daha fazla hesapsal süreye ve bütünsel en iyi algoritmalara ihtiyaç duyulur (Üstün 2007, 7). Problemin etkin noktaları bulmak için başka bir yol olan iki amaç fonksiyonunun $\lambda \in [0,1]$ ile ağırlıklandırılması ile tek amaçlı kısıtlamalı optimizasyon problemi kısıtlamasız optimizasyon problemine dönüştürülür. $\lambda \in [0,1]$ riskten kaçınma derecesini verir. Risk yanlısı olmayan bir yatırımcı $\lambda=0$ alır, λ' nın artan değerleri ise risk üzerine daha fazla ağırlık verir. Getiri kısıtını çıkartarak risk ve getiri arasındaki takası bileşik amaç fonksiyonunda

$f^{MV}(x) = \lambda V(r_p) - (1-\lambda)E(r_p)$ olacak şekilde birleştiririz (Maringer ve Parpas 2009, 221).

$$\left. \begin{aligned}
Min &= \lambda \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij} - (1-\lambda) \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \\
\text{k.a. } \sum_{i=1}^N x_i &= 1 \\
0 \leq x_i &\leq 1 \quad i=1, \dots, N
\end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

Model (4. 3) ' ü farklı R^* değerleri ile çalıştırıldığı zaman bize ES' yi çizebilmek için belirli getiri düzeyindeki minimum varyanslı noktaların kümesini verecektir. Model (4. 3)' ü farklı R^* değerleri ile belli sayıda çalıştırmak yerine Model (4. 5)' i farklı λ değerleri ile çalıştırılmasıyla da aynı etkin sınıra ulaşılabilir. $\lambda=0$ değeri ile model çalıştırıldığında portföyün beklenen getirisi maksimize edilecektir ve optimum sonuç en yüksek getiriye sahip olan tek bir hisse senedini içerecektir. $\lambda=1$ değeri ile model getiriyi hiç dikkate almadan riski minimize etmeye çalışacaktır ve optimum sonuç, riski minimize edecek şekilde farklı hisse senetlerinin karışımından oluşacaktır. $0<\lambda<1$ değerleri arasında model, getiri ve riski önem derecelerine göre dikkate alarak portföyleri belirleyecektir (Akay, Çetinyokuş ve Dağdeviren 2002, 128).

Eğer getiriler yüksek dereceli moment sergiliyorlarsa ve riskten kaçınan yatırımcı bunu önemsiyorsa yani kuadratik olmayan fayda fonksiyonuna sahip ise o zaman etkinliğin tanımı genişletilmelidir. Orijinal probleme yakın ve belirli bir çarpıklık ya da basıklık seviyesine imkân veren ek bir kısıt verilebilir. Burada iki yüksek momentten sadece birisi aynı anda dikkate alınacaktır. Buna göre model (Maringer ve Parpas 2009, 222);

$$\left. \begin{aligned}
\min_x f(x) &= \lambda V(r_p) - (1 - \lambda)E(r_p) \\
s.t. M(r_p) &= M^* \\
x_i &\geq 0 \quad \forall i \\
\sum_i x_i &= 1
\end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

$M(r_p)$ ve M^* sırasıyla portföyün gerçek ve hedef yüksek dereceden (çarpıklık ya da basıklık) momentleridir.

Markowitz, geleneksel portföy yönetimine üç önemli noktada katkıda bulunmuştur. Bunlardan birincisi ve en önemlisi, portföy yönetiminde, kısımların veya parçaların toplamının, bütüne eşit olmadığını ispatlanmasıdır. Markowitz, burada portföy riskinin portföyü oluşturan varlıkların riskinden daha az olabileceğini ve belirli koşullarda portföyün sistematik olmayan riskinin sıfır yapılabileceğini göstermiştir. İkincisi, yatırımcıların bazı portföyleri aynı getiriyi sağlamakla birlikte, daha riskli oldukları için, bazı portföyleri de aynı risk düzeyinde olmakla birlikte, daha az getiri sağladıkları için tercih etmeyeceklerini, dolayısıyla bazı portföylerin diğerlerine göre daha üstün olduklarını ve bu durumu üstünlük ilkesi olarak ileri sürmüştür. Markowitz'e göre menkul kıymetlerin seçiminde etkin sınır söz konusudur. Üçüncü kısım ise etkin sınırın kuadratik programlama yolu ile elde edilebileceğidir (Akyüz 2006, 10).

Ortalama-varyans modelinin bazı zayıf özellikleri vardır. Temel olarak model varlıkların beklenen getiri vektörünün ve kovaryans matrisinin bilindiği ve yatırım dönemi boyunca da sabit olduğu varsayımına dayanmaktadır. Fakat beklenen

getirileri tahmin etmek kolay değildir. Çünkü gelecek bilinemez ve burada göz önüne alınması gereken birçok faktör vardır. Bunun dışında daha güçlü varsayımlardan birisi korelasyon matrisi hakkındadır. Varlıklar arasındaki korelasyonun zaman içinde sabit olduğu belirgin değildir. Dahası korelasyon katsayılarının ne olduğunu tahmin etmek çoğu kez zordur (Jacko 2004, 4).

Ortalama-varyans modeli ve onun üzerine geliştirilen modellerin en önemli eksik yanları gerçek hayatta karşılaşılan bazı kısıtlamalara sahip olmamalarıdır. Aşağıda bu kısıtlamalardan bazıları özetlenmiştir.

4.1.2. Ek Kısıtlar ile Alternatif Ortalama-Varyans Modelleri

Bu bölümde gerçek dünyada var olan kısıtlamalar ortalama-varyans modeline eklenerek daha gerçekçi bir yapıya dönüşecektir. Bu kısıtlarımızı tablolataştıracak olursak (Ulucan 2004, 17-114);

0. Standart Model (MV)	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \geq R^*$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $0 \leq x_i \leq 1, i=1,2,\dots,n$ (4.3)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1,2,\dots,n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1,\dots,n, j=1,\dots,n$) $i=j$ için i varlığının varyansı R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni)($i=1,\dots,n$)
EK KISIT	YENİ MODEL	NOTASYONLAR
1. Yatırım Üst-Sınırlı Ortalama Varyans Portföy Seçim Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i \mu_i = R^*$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $x_i \leq US_i \quad i = 1, \dots, n$ $x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$ (4. 7)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1,2,\dots,n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1,\dots,n, j=1,\dots,n$) $i=j$ için i varlığının varyansı R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi US_i : i varlığına yatırım yapılabilecek üst sınır x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni)($i=1,\dots,n$)
2. Risksiz Yatırım Enstrümanı İçeren Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n (x_i \mu_i) + x_r \mu_r = R^*$ $\sum_{i=1}^n (x_i) + x_r = 1$ $0 \leq x_i \leq 1 \quad i = 1, \dots, n$ $0 \leq x_r \leq 1$ (4. 8)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1,2,\dots,n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1,\dots,n, j=1,\dots,n, i=j$ için i varlığının varyans değeri) R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) ($0 \leq x_i \leq 1$), $i=1,\dots,n$ μ_r : risksiz yatırım enstrümanının beklenen getirisi x_r : risksiz yatırım enstrümanının portföydeki ağırlığı(karar değişkeni)

3. Alım-Satım Maliyetlerini İçeren Ortalama- Varyans Portföy Seçim Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i \mu_i = R^*$ $\sum_{i=1}^n (x_{si} \cdot (1 - m_i)) - \sum_{i=1}^n (x_{ai} \cdot (1 + m_i)) \geq 0$ $x_i - b_i - x_{ai} + x_{si} = 0 \quad i = 1, \dots, n$ $x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$ (4. 9)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, 2, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$), ($j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi b_i : i varlığının başlangıçta portföydeki oranıdır. $0 \leq b_i \leq 1, i = 1, \dots, n$ x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) ($0 \leq x_i \leq 1$), $i = 1, \dots, n$ x_{si} : i varlığının portföyden satılan oranıdır. ($0 \leq x_{si} \leq 1$), $i = 1, \dots, n$ x_{ai} : i varlığının portföye yeni alınan oranıdır. ($0 \leq x_{ai} \leq 1$), $i = 1, \dots, n$ m_i : i varlığının alım ve satımdaki işlem maliyeti oranı ($i=1, \dots, n$)
4. Kredili İşlemleri İçeren Ortalama Varyans Portföy Seçim Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n (x_i \mu_i) + x_b \mu_b = R^*$ $\sum_{i=1}^n (x_i) + x_b = 1$ $x_b \geq -L$ $x_b \leq 0$ $0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n$ (4. 10)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, 2, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$), ($j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) ($0 \leq x_i \leq 1$), $i = 1, \dots, n$ μ_b : kredi faiz oranı, x_b : kredinin portföydeki ağırlığı (karar değişkeni) L : kredi olarak kullanılacak miktar (varlıkların yüzdesi olarak)

5.Açığa Satışı İçeren Ortalama Varyans Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \geq R^*$ $\sum_{i=1}^n (x_i) = 1$ x_i sınırsız, $i=1, \dots, n$ (4. 11)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, 2, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) ($i=1, \dots, n$)
6. Portföydeki Maksimum Varlık Sayısını İçeren Tamsayı Değişkenli Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \geq R^*$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $\sum_{i=1}^n y_i \leq n^*$ $x_i - y_i \leq 0 \quad i=1, \dots, n$ $y_i, 0-1$ tamsayı $i=1, \dots, n$ $0 \leq x_i \leq 1, i=1, \dots, n$ (4. 12)	n :mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, 2, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) $0 \leq x_i \leq 1 \quad i=1, \dots, n$ y_i : varlığın portföy içinde olup olmadığını gösteren 0-1 tamsayı değişken, $i=1, \dots, n$ n^* : portföyde yer alabilecek varlık sayısının üst sınırıdır.
7. Ortalama-Varyans Portföy Seçim Modeli İle Portföy Eşleştirilmesi	$\text{Min.} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$ k.a. $\sum_{i=1}^{n-1} x_i \mu_i \geq \mu_N$ $\sum_{i=1}^{n-1} x_i = 1$ $x_N = -1$ x_N sınırsız $0 \leq x_i \leq 1, i=1, \dots, (n-1)$ (4. 13)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, 2, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri x_i : i varlığının portföy içindeki oranı(karar değişkeni) $0 \leq x_i \leq 1, i=1, \dots, (n-1)$ x_N :karşılaştırılacak varlığın portföydeki oranı -1 sabit değerini almalıdır. μ_N :karşılaştırılacak varlığın (endeksin) beklenen getirisi.

8.Senaryo Tabanlı Portföy Optimizasyonu Modeli	$\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j (d_j)^2$ k.a. $r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} x_i \quad (j = 1, \dots, m)$ $d_j = r_j - R^* \quad (j = 1, \dots, m)$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $\sum_{j=1}^m p_j r_j \geq R^*$ $x_i \geq 0, \quad i = (1, \dots, n)$ $d_j, \text{ sınırsız} \quad j = 1, \dots, m$ (4. 14)	n : mevcut varlık sayısı m : senaryo sayısı p_j : j senaryosunun gerçekleşme olasılığı ($j=1, \dots, m$) r_j : j senaryosunun portföy ağırlıkları doğrultusunda getirisi ($j=1, \dots, m$) r_{ij} : i varlığının j senaryosunda getiri verisi ($i=1, \dots, n$) ($j=1, \dots, n$) R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı (karar değişkeni) ($i=1, \dots, n$) d_j : senaryo getirisinin hedeflenen getiriden sapma miktarı (karar değişkeni) $j=1, \dots, n$
9.Farklı Risk Ölçütleri ile Senaryo Tabanlı Portföy Optimizasyonu Modeli	$\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j \cdot (d_j^+ + d_j^-)^2 \quad \text{ya da}$ $\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j \cdot (d_j^-)^2 \quad \text{ya da}$ $\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j d_j^-$ k.a. $r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} x_i \quad (j = 1, \dots, m)$ $d_j^+ - d_j^- = r_j - R^*$ $(j = 1, \dots, m)$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $\sum_{j=1}^m p_j r_j \geq R^*$ $x_i \geq 0, \quad i = (1, \dots, n)$ $d_j \geq 0, \quad j = (1, \dots, m)$ (4. 15)	n : mevcut varlık sayısı m : senaryo sayısı p_j : j senaryosunun gerçekleşme olasılığı ($j=1, \dots, m$) r_j : j senaryosunun portföy ağırlıkları doğrultusunda getirisi ($j=1, \dots, m$) r_{ij} : i varlığının j senaryosunda getiri verisi ($i=1, \dots, n$) ($j=1, \dots, n$) R^* : hedeflenen beklenen getiri düzeyi x_i : i varlığının portföy içindeki oranı (karar değişkeni) ($i=1, \dots, n$) d_j^+ : senaryo getirisinin hedeflenen getiriden pozitif sapma miktarı (karar değişkeni) ($j=1, \dots, n$) d_j^- : senaryo getirisinin hedeflenen getiriden negatif sapma miktarı (karar değişkeni) ($j=1, \dots, n$)

10.Riskteki Değere Göre Portföy Seçim Modeli	$\text{Maks.} \left(\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \right) + (-1.6448) \cdot \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{1/2}$ k.a. $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$ (4. 16)	n : mevcut varlık sayısı μ_i : i varlığının beklenen getirisi ($i=1, \dots, n$) σ_{ij} : i ve j varlıkları arasındaki kovaryans değeri ($i=1, \dots, n$), ($j=1, \dots, n$), $i=j$ için i varlığının varyans değeri x_i : i varlığının portföy içindeki ağırlığı (karar değişkeni) $0 \leq x_i \leq 1, \quad i=1, \dots, (n-1)$
--	--	---

Tablo 5: Ortalama-Varyans Alternatif Modeller

Alternatif Modeller Açıklama

Bu bölümde Standart Ortalama Varyans modeline yapılan eklemeler, yeni kısıtlar, farklı risk ölçütleri ile modelin kurulması gibi alternatif modeller verilmiştir (Ulucan 2004, 17-114).

1.Yatırım Üst Sınır (US_i) değeri belirlendikten sonra n sayısı , yani yatırım yapılacak varlık sayısı kadar yeni kısıt modelimize eklenir. Burada yatırımcı hiçbir yatırım enstrümanına US değerinden fazla yatırım yapmak istemeyecektir.

$$\begin{aligned} x_1 &\leq US_1 \\ x_2 &\leq US_2 \\ &\vdots \\ x_n &\leq US_n \end{aligned} \quad \text{kısıtları modele eklenir.}$$

2. Standart modelde yatırım yapılabilen varlıkların tümü riskli varlıklardır. Ancak karar verici portföyü içerisinde risk içermeyen, diğer bir ifadeyle getirisi sabit olduğu varsayılan risksiz enstrümanları da bulundurmak isteyebilir. Çalışmamızda risksiz finansal varlık olarak DİBS (91 günlük) alınmıştır. Risksiz yatırım enstrümanının varyans ve kovaryans değeri sıfır olduğu için riskin minimize edildiği amaç fonksiyonuna herhangi bir etkisi olmamaktadır. Ulucan(2007)' in yaptığı çalışmada Riskiz yatırım enstrümanının da portföye eklenmesi sonucunda etkin olan portföylerin varyanslarının gerilemekte olduğu, risksiz varlığın eklenmesi dolayısı ile etkin portföylerin içindeki varlık sayılarının azaldığı ve belirli bir hedeflenen getiri seviyesi ve altı için riskin sıfıra düştüğü gözlemlenmiştir.

3. Doğrusal yapıdaki işlem maliyetleri de standart Markowitz ortalama-varyans portföy seçim modeline dâhil edilebilir. İşlem maliyetleri yapılan işlemin belirli bir yüzdesidir. Portföyden alınan ve portföyden satılan varlıkları ifade etmek üzere iki yeni değişken modele eklenecektir. x_{si} , portföyden satılan i varlığın oranını, x_{ai} 'de portföye alınan i varlığının oranını gösterecektir. i varlığının alım satımdaki işlem maliyeti oranları da modelde m_i ile gösterilecektir. İki temel kısıt modele eklenmiştir. Bunlardan birincisi portföyden satılan varlıklardan elde edilen gelirin, portföye alınacak varlıklara ödenecek gideri karşılaması kısıtıdır. Portföyden satılan varlıkların getirisi işlem maliyeti düşülerek elde edilirken, portföye alınan varlıkların giderine işlem maliyeti eklenmektedir. Bu gelir gider korunumu kısıtı ;

$$\sum_{i=1}^n (x_{si} \cdot (1 - m_i)) - \sum_{i=1}^n (x_{ai} \cdot (1 + m_i)) \geq 0 \text{ şeklinde modele eklenmiştir.}$$

Alım-satım işlem maliyeti oranlarının farklı olması durumunda m_i , m_{ai} , m_{si} olarak alım ve satım işlem maliyet oranlarını gösterecek şekilde tanımlanabilir.

Kısıtın ilk kısmında satımların işlem maliyeti düşüldükten sonraki geliri elde edilirken, ikinci kısmında da alımların işlem maliyeti eklenmiş giderleri elde edilmiş ve bunların farkının sıfırdan büyük olması sağlanmıştır. İkinci grup kısıt ise aşağıda görülen ve her bir varlık için hazırlanacak, işlem akışının korunması kısıtlarıdır.

$$x_i - b_i - x_{ai} + x_{si} = 0 \quad i = 1, \dots, n$$

Bu kısıttaki b_i sabiti her bir varlığın başlangıçta elde bulunan oranını, x_i işlemlerden sonra elde kalan oranı, x_{ai} ve x_{si} 'de i varlığından alınan ve satılanların oranını göstermektedir.

4. Kredi kullanılması durumunda borçlanma miktarını belirleyecek bir değişken modele dâhil edilir. X_b alınacak kredi miktarını gösterecektir. Bu değişken negatif değer alacak ve alt sınırı da alınabilecek maksimum kredi miktarını gösterecektir. Alınan kredinin geri ödeme oranı da μ_b ile gösterilecektir. iki yeni kısıt modele eklenecektir. Bunlardan birincisi alınacak kredinin maksimum alınabilecek kredi miktarını geçmemesini sağlayan alt sınır, diğeri de kredi miktarının portföyde borç olarak yer almasını sağlayan sıfırdan küçük olma üst sınırıdır. $x_b \leq 0$, $x_b \geq -L$, L alınabilecek maksimum kredi miktarının portföydeki oranına karşılık gelmektedir. Yeni hedeflenen beklenen getiri düzeyinin karşılaştırılmasını sağlayacak kısıt;

$$\sum_{i=1}^n (x_i \mu_i) + x_b \mu_b = R^* \text{ ve varlıkların ağırlıklarını gösteren kısıt ; } \sum_{i=1}^n (x_i) + x_b = 1$$

5. Yatırımcı gelecek dönemde yatırım yapabileceği varlık(lar)da düşüş bekliyorsa ,elinde o varlıktan olmasa da açığa satış yapabilir. Bir dönem sonra beklentisi gerçekleşirse daha düşük fiyattan açık işlemlerini kapatabilir. Yatırımcının elinde varlık olmasa da satış yapmasına olanak sağlayan açığa satış işlemlerini modele dâhil etmek için tek yapılması gereken ,standart portföy seçim modelindeki karar değişkenlerinin değerinin sıfırdan büyük olması kısıtı kaldırmaktır.

6. Yatırımcı portföyünde bulunacak varlık sayısının belli bir düzeyi aşmamasını isteyebilir. Bu durumda 0-1 tam sayı değişkenleri kullanılarak o varlığa yatırım yapılıp yapılmayacağı belirlenmelidir. Bu değişkenlerin toplamı da istenilen maksimum varlık sayısı n^* 'e eşit ya da küçük olmalıdır. $\sum_{i=1}^n y_i \leq n^*$. Ayrıca y_i , 0 tamsayı değerini aldığı anda x_i 'nin pozitif değer almasını engellemek için , ya da başka deyişle i varlığı için $y_i = 0$ değerini alırsa , x_i 'nin de sıfır değerini alması ve portföyde bir ağırlığının olmaması için $x_i - y_i \leq 0 \quad i = 1, \dots, n$ kısıtı eklenmelidir. y_i sıfır değerini aldığı anda, kısıt $x_i \leq 0$ şekline dönüşerek x_i 'nin pozitif değer alması engellenecektir ve y_i 'nin 0-1 tamsayı değişken olduğunda ;
` $y_i, 0-1$  tamsayı  $i = 1, \dots, n$ ` şeklinde modelde tanımlanmalıdır.

7. Yatırımcılar endekslerle aynı getiri ve riske sahip portföyler oluşturmak isterler, fakat endeksler birçok varlığın farklı ağırlıkla bir araya getirilerek oluşturulduğundan ve böylece portföyde bulunan varlık sayısı çok fazla olacağından dolayı bu durum yatırımcılar tarafından tercih edilmeyecektir. Ancak Markowitz modeli değiştirilerek endeksin oranına karşılık gelen yeni bir değişken tanımlanır ise o zaman endeksle aynı risk-getiri yapısı olan ve varlık sayısı ise endeks içerisindeki varlık sayısından

çok daha az olan portföy oluşturulabilir. Bunun için n. yatırım enstrümanını endeks olarak alınıp, diğer n-1 yatırım enstrümanından endeksle risk ya da getiri düzeyi aynı olan portföyü oluşturmak için model de değişiklik yapılacaktır. Amaç fonksiyonu aynı olup, kısıtlardan hedeflenen beklenen getiri düzeyinin karşılanmasını sağlayan kısıt n yerine n-1 tane enstrüman olarak alınacaktır. Beklenen getiri düzeyinde n.

enstrümanın beklenen getiri düzeyi olarak alınıp $\sum_{i=1}^{n-1} x_i \mu_i \geq \mu_N$ şeklinde yeniden

düzenlenecektir. Böylece n-1 adet yatırım enstrümanı ile oluşturulacak portföyden elde edilecek getirinin endeksin beklenen getirisinin altında kalmaması sağlanacaktır.

Portföy ağırlıklarının toplamının 1 olması kısıtı da n yerine n-1 enstrüman

içerecektir. $\sum_{i=1}^{n-1} x_i = 1$. n-1 tane enstrümanın ağırlık toplamı 1 olduğundan n.

enstrüman olan endeks de bu n-1 enstrümana ağırlık olarak karşılık gelmesi için $x_n =$

-1 kısıtı modele eklenir. Böylece x_n değişkeni diğer değişkenlerin aksine sınırsız

olarak tanımlanacaktır. Diğer bir değişle, x_n üzerinde negatif olmama kısıtı

bulunmayacaktır.

8. Portföy oluşturma sürecinde gelecekte olması düşünülen senaryoları göz önünde

bulundurarak portföy seçimi yapan modeller geliştirilebilir. Senaryolar geçmiş

getiriler, uzman görüşleri, finansal modeller ya da bunların kombinasyonlarından

türetilebilir. S_j Senaryosunun gerçekleşmesi durumunda r_j portföy getirisi

$r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} x_i$ ($j=1, \dots, m$) biçiminde olup, burada r_{ij} senaryo altında varlıkların

getirilerini, x_i ise varlıkların portföy içindeki ağırlıklarını tanımlamaktadır. Senaryo

getirisi bunların ağırlıklı ortalamasıdır. Bu ifade ile modelde senaryo sayısı kadar

kısıt oluşacaktır. Senaryo sonucu ulaşılan getirinin, hedeflenen getiriden farkı olan

$d_j = r_j - R^* \quad (j=1, \dots, m)$ modele dâhil etmelidir. Benzer olarak m kısıt daha

eklenecektir. Burada senaryo getirisinin hedeflenen getiriden daha düşük olması

durumunda d_j negatif, daha büyük olması durumunda ise d_j pozitif olacaktır. Bu

nedenle d_j değişkenleri modelde sınırsız değişkenler olarak tanımlanmalıdır.

Beklenen getiriyi veren, senaryoların getirileri r_j ile gerçekleşme olasılıkları p_j 'nın

çarpımlarının toplamının hedeflenen getirinin altında kalmaması kısıtı da

$\sum_{j=1}^m p_j r_j \geq R^*$ şeklinde eklenmelidir. Amaç fonksiyonu ise toplam beklenen

sapmanın minimize edilmesi olarak tanımlanacaktır. Toplam beklenen sapma, her bir

senaryonun hedeflenen getiriden sapmasını gösteren d_j değişkenleri ile senaryoların

gerçekleşme olasılıklarının (p_j) çarpımlarının toplamı biçimindedir.

$$\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j (d_j)^2$$

9. Varyans risk ölçütü olarak amaç fonksiyonunda yer alması ile senaryoların

beklenen getirilerinden negatif ve pozitif yöndeki sapmalar minimize edilir. Oysa

pozitif sapma istenen bir şeydir. Senaryo getirisinin beklenen getirinin üzerinde

kalması yatırımcının tercih edeceği risk unsuru olmayan bir durumdur. Yalnızca

negatif sapma yani senaryo getirisinin hedeflenen getirinin altında kalması bir risk

unsurudur ve istenmez sadece bunun minimize edilmesi gerekmektedir. Amaç

fonksiyonunda negatif sapmayı minimize edecek iki unsur yarı-varyans(semi-

variance) ve alt taraf (downside) riskidir.

Bundan yola çıkarak d_j sapma değişkeni pozitif ne negatif yöndeki sapmayı veren d_j^+ ve d_j^- olarak iki değişkene ayrılır; $d_j = d_j^+ + d_j^-$. Yeni amaç fonksiyonu;

$$\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j (d_j^+ + d_j^-)^2$$

Yarı varyansa göre oluşturulan amaç fonksiyonunda sadece ortalamanın altındaki sapmalar minimize edilir; $\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j (d_j^-)^2$, Alt taraf riskini içeren amaç

fonksiyonunda sapmada kare ifadesi yoktur. Dolayısıyla model doğrusal yapıdadır;

$$\text{Min. } \sum_{j=1}^m p_j (d_j^-)$$

Yeni sapma değişkeni kısıtı;

$d_j^+ - d_j^- = r_j - R^*$ ($j = 1, \dots, m$) olup sapma değişkeni iki ayrı değişkenle ifade ile belirtildiğinden dolayı artık sınırsız olarak tanımlanmayacaktır.

10. Yatırımcının riskteki değerini (VAR) minimize etmesi (%5'in üzerinde kaybetme olasılığı minimum olan portföy oluşturulması) ,riskte olmayan değerini maksimize etmesi (%95'in üzerinde kazanma olasılığı maksimum olan portföy oluşturması) ile özdeştir. Bu amaç fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir; “ Maks. Getiri + $Z_{0,05} * \text{St. Sapma}$ ” bu amaç fonksiyonunda $Z_{0,05}=1.6448$, getiri ifadesi portföy getirisini, standart sapma ifadesi de portföy standart sapmasını temsil etmektedir. Buna göre

$$\text{Maks. } \left(\sum_{i=1}^n x_i \mu_i \right) + (-1.6448) \cdot \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{1/2} \text{ biçimindedir.}$$

4.1.3. Ortalama Mutlak Sapma Modeli (MAD)

Konno ve Yamazaki (1991) makalesinde L_1 risk (ortalama mutlak sapma riski) fonksiyonunu tanımlamıştır ve bu fonksiyonu kullanarak portföy optimizasyon modelinin, denge modelleri üzerindeki avantajlarını sürdürürken klasik Markowitz modeli ile ilişkilendirilen zorlukların çoğunu ortadan kaldırılabildiğini göstermiştir. L_1 risk modeli karesel program yerine doğrusal bir programa imkan verdiği için 1000 varlıktan daha fazlasını içeren büyük ölçekli optimizasyon problemleri hızlı bir şekilde çözülebilmektedir (Yamazaki ve Konno 1991, 519).

Markowitz'in modeli teorik olarak geçerliliğini korusa da uygulama aşamasında zorluklarla karşılaşmıştır. Sharpe bu konuda “her ne kadar kuadratik programlama hala oldukça özel bir yöntem olarak kabul edilse de, doğrusal programlama giderek yaygınlaşmaktadır. Eğer portföy analiz probleminin niteliği doğrusal programlama ile uygun bir formda verilebilseydi, pratikte uygulamaya ilişkin görüşler oldukça artacaktı” (Sharpe 1971, 1264) şeklinde belirterek portföy oluşturulmasında doğrusal yöntemlerin kullanılması gerekliliği eleştirisini getiren ilk kişilerden biri olmuştur. Böylece doğrusallaştırma çalışmaları Sharpe (1967) ve Stone(1973) ile başlamıştır. Ardından 1991 yılında Konno ve Yamazaki L_2 (MV) risk fonksiyonu yerine L_1 (MAD) risk fonksiyonunu vermişlerdir (Karacabey 2006, 113).

Markowitz' in modeli teorik anlamdaki tutarlılığına rağmen büyük boyutlu veri kullanıldığında işlem zorlukları ortaya çıkartmaktadır. Büyük boyutlu bir karesel programın çözümünde kovaryans matrislerin oluşturulmasında zorluklar ile karşılaşmakta ve optimal çözümün de yorumlanması zorlaşmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin o dönemlerde gelişmemiş olması bu zorlukları doğurmuştur

(Karaçizmeli Güzeler, Cihangir ve Sabuncu 2008), bunun sonucunda 1960'lı yıllardan itibaren birçok araştırmacı, Markowitz' in Ortalama Varyans modelini temel alarak buna alternatif olacak birçok model önermiştir. Kanno ve Yamazaki' nin 1991 yılındaki çalışmasında önerdiği Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Young' ın, 1998 yılında önerdiği Minimax (MM) modeli bu alternatif modellere verilebilecek örneklerdir. Bu alternatif modeller, orijinal karesel programlama modelinin hesaplama karmaşıklığını ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır (Kardiyen 2008).

Dolayısı ile MAD modelinin geçerli bir alternatif olmasını (i) getirilerin kovaryans matrisini gerektirmemesi (ii) MAD portföyünün daha az sayıda varlık içermesi şeklinde açıklayabiliriz. Ayrıca varlık sayısı azalırken portföyün işlem maliyetinin de azaldığı tartışılmıştır (Karacabey 2006, 113).

Kanno ve Yamazaki'nin, Markowitz' in Ortalama Varyans Portföy Seçim Modeline alternatif olarak önerdiği MAD modeli, Markowitz' in modeli ile benzerliklerine karşın risk fonksiyonu noktasında birbirlerinden ayrılmışlardır. Markowitz modelindeki amaç fonksiyonunda minimize edilmek üzere ele alınan varyans yerine, Konno ve Yamazaki modelinde ortalama mutlak sapma kullanılmıştır, böylece portföy seçim problemi bir karesel programdan doğrusal programa dönüşmüştür. Bunun sonucunda karesel programlamanın geniş portföylerde getirdiği hesaplama zorlukları doğrusal programlama ile aşılmaya çalışılmıştır (Kardiyen 2008, Karaçizmeli Güzeler, Cihangir ve Sabuncu 2008)

Markowitz' in Ortalama-Varyans modeli ve uzantısı olarak geliştirilen modeller, portföyde yer almaya aday varlıkların getirilerinin normal dağıldığı varsayımına dayanmaktadır. Kanno ve Yamazaki, özellikle varlıkların getirilerinin

normal dağılım kabulünün geçerli olmadığı durumlarda Portföy analizi için yeni bir uygulama geliştirmişler ve Doğrusal Programlamaya dayanan yeni bir model oluşturmuşlardır (Üstün 2007, 8).

Konno ve Yamazaki'nin Portföy analizine en önemli katkıları doğrusal risk fonksiyonunu vermek olmuştur (Üstün 2007). Verilen modelde risk, portföy getirisinin varyans veya standart sapma fonksiyonu yerine mutlak sapma fonksiyonu ile ifade edilmiştir (Kardiyen 2008).

$(R_1, R_2, \dots, R_n)$ getirileri çok değişkenli normal dağılım sergiliyorlarsa o zaman $\sigma(x)$ -(MV)'i minimize etmek ile $w(x)$ -(MAD) 'i minimize etmek eşittir. Böylece alternatif L_1 risk minimizasyon problemi aşağıdaki gibidir (Yamazaki ve Konno 1991, 523).

$$\left. \begin{array}{l} \min w(x) E \left[\left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[\sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right| \right] \\ \text{k.a. } \sum_{j=1}^n E[R_j] x_j \geq \rho M_0 \\ \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ 0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, \dots, n \end{array} \right\} \rightarrow (L_1) \quad (4.17)$$

Portföy riskinin minimize edildiği modele ilişkin notasyonları açıklayacak olursak ;

Tablo 6: Ortalama Mutlak Sapma Notasyonlar

T	<i>incelenen dönem sayısını $T=1, \dots, t$</i>
Y_t	<i>yardımcı değişken</i>
n	<i>hisse senedi sayısı</i>
R_j	<i>rasgele değişken, j varlığının getiri oranı</i>
r_j	<i>j. hisse senedinin T dönemdeki ortalama getiri oranı</i>
x_j	<i>M_0 toplam paradan, j varlığına yatırılacak olan para miktarı</i>
u_j	<i>j varlığına yatırılabilir maksimum para miktarı</i>
ρ	<i>yatırımcının istediği minimal getiri oranı (beklenen getiri oranı)</i>
M_0	<i>yatırım yapılacak toplam para miktarı</i>
ρM_0	<i>beklenen getiri miktarı</i>
r_{jt}	<i>j menkulünün t. dönemindeki gerçekleşen getiri oranı</i>

r_{jt} getiri oranının tarihi verilerden veya bazı gelecek ile ilgili tahminlerden elde edilebilir olduğu varsayılır. Ayrıca, rasgele değişkenin beklenen değerinin bu verilerden elde edilen ortalamaya yakınsayacağı da varsayılır.

$r_j = E[R_j] = \sum_{t=1}^T r_{jt} / T$ olsun. Bu durumda $w(x)$ aşağıdaki gibi olur.

$$E \left[\left| \sum_{j=1}^n R_j x_j - E \left[\sum_{j=1}^n R_j x_j \right] \right| \right] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n (r_{jt} - r_j) x_j \right|$$

$j=1, \dots, n$, $t = 1, \dots, T$, $a_{jt} = r_{jt} - r_j$ olmak üzere : j. hisse senedinin t. dönemde gerçekleşen getiri oranı ile T dönemdeki beklenen getiri oranı arasındaki farktır. Bu fark, ortalamadan sapmadır ve riski ifade eder.

$$\begin{array}{l}
\min \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \right| / T \\
\text{k.a. } \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\
\sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\
0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, \dots, n
\end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \min \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \right| / T \\ \text{k.a. } \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ 0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, \dots, n \end{array}} \right\} \quad (4.18)$$

Bu durumda problem yukarıda verilen en küçükleme problemine dönüşür ve verilen portföy optimizasyonu için bu modele denk doğrusal model aşağıdaki gibi geliştirilmiştir (Yamazaki ve Konno 1991, 524).

$$\begin{array}{l}
M \text{ in } \sum_{t=1}^T y_t / T \\
\text{k.a. } y_t + \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, T \\
y_t - \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, T \\
\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\
\sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\
0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, 2, \dots, n \\
y_t \geq 0 \quad t=1, 2, \dots, t
\end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \text{ in } \sum_{t=1}^T y_t / T \\ \text{k.a. } y_t + \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, T \\ y_t - \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0, \quad t=1, 2, \dots, T \\ \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ 0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, 2, \dots, n \\ y_t \geq 0 \quad t=1, 2, \dots, t \end{array}} \right\} \quad (4.19)$$

Modeldeki amaç fonksiyonu, beklenen getiriden (ρ) sapma olarak ifade edilen riski minimize etmek için kullanılmaktadır. Konno–Yamazaki modelinin etkinlik sınırının her bir noktasının belirlenebilmesi için kısıt sayısı en fazla $2T + 2$,

karar değişken sayısı $|J + T|$ olacak şekilde bu kısıtlamalarını içeren doğrusal programlama probleminin özölmesi gerekecektir. Modelin ilk iki kısıtı her t dönemi için tekrarlanarak $2T$ tane kısıt elde edilecektir. Kısıtların işlevleri ise şöyledir (Kocadağlı 2006, 130, Karaçizmeli Güzeler, Cihangir ve Sabuncu 2008);

Amaç fonksiyonu ve birinci eşitsizlikten elde edilen T kısıt yardımıyla $a_{tj} = r_{tj} - r_j$ katsayısı (riski) en küçük olan hisse senetleri belirlenir. Modeldeki birinci kısıt portföyün beklenen getirisinin en az ortalama getiri kadar olması gerektiğini ifade etmektedir (Bekçi, Eroğlu ve Usul 2001, 92). İkinci eşitsizlikten elde edilen T kısıt yardımıyla, her t dönemi için riski en az sıfıra eşit hisse senetleri belirlenerek a sapmalı hisse senetleri elimine edilecektir. 3. kısıt yardımıyla da bu hisse senetlerinden ortalama getiri oranı, beklenen getiriye eşit veya en yakın (beklenen getiriyi asacak şekilde) olanlar seçilecektir. Örneğin t . dönemde y_t yardımcı değişkeni minimize edilerek, ortalama getirisi beklenen getirinin altında olmamak koşuluyla $a_{tj} = r_{tj} - r_j$ katsayısı en küçük olan, yani riski en küçük x_j 'ler belirlenir. Dördüncü kısıt ise, toplam yatırım miktarıdır. Son olarak, x_j ve y_t 'ler çözüm tekniği gereği sıfır veya sıfırdan büyük olmalıdır (Kocadağlı 2006, 130).

Modelin bize sunmuş olduğu bazı avantajlar vardır. Bunlar (Kardiyen 2008, 341-342, Yamazaki ve Konno 1991, 524);

- Modeli oluşturmak için varyans-kovaryans matrisini hesaplamamıza gerek yoktur ve yeni veri eklendiği zaman modeli güncellemek oldukça kolaydır.
- Doğrusal bir programı çözmek diğerlerine göre daha kolaydır. Ayrıca modelde içerilen menkul kıymet sayısı ne olursa olsun, fonksiyonel kısıtların sayısı sabit kalır, böylece binden fazla varlık için problem çözülebilir.

- Modelin bir optimal çözümü $x^*=(x_1^*, \dots, x_n^*)$ eğer $u_j=\infty, j=1, \dots, n$ ise en fazla $2T+2$ pozitif bileşen içerir. Bu, bir optimal portföyün n hangi genişlikte olursa olsun en fazla $2T+2$ varlıktan oluşacağı anlamına gelir. Diğer yandan Markowitz Modeli ile elde edilen portföy n kadar varlık içerebilir. N, 1000'in üzerinde olduğunda aradaki fark oldukça fazladır.
- Portföydeki varlık sayısını kısıtlamak istediğimizde, T kontrol değişkeni olarak kullanılabilir.

Dezavantajları;

- MAD Modelinin avantajlarının yanı sıra, varyans-kovaryans matrisini görmezden gelmenin faydasından daha önemli büyük tahmin hatasında yol açacak bir bilgi kaybı ile sonuçlanacağı ileri sürülmüştür (Kardiyen 2008, 341-342).
- Ortalama Mutlak sapma modeli, sadece hisse senetlerine yapılacak yatırım oranını vermekte, yatırımcılara almaları gereken hisse senedi sayısı konusunda net cevaplar vermemekte ve modelin verdiği sonuçlar tam sayılı sonuçlar olmamaktadır. Bu nedenler Konno ve Yamazaki'nin kendi modellerinin de eleştirilmesine neden olmuştur (Karaçizmeli Güzeler, Cihangir ve Sabuncu 2008, 134).
- Konno–Yamazaki portföy modeli, beklenen bir getiri seviyesinde ortalama getirisinden (r_j) sapması en küçük hisse senetlerini belirleme de etkin bir yöntemdir ve sadece belirli bir getiri seviyesindeki anı fotoğraflamaktadır. Yani, çözümler ortalama getirisi beklenen getiri seviyesine eşit veya en yakın hisse senetlerinde yoğunlaşmaktadır. Ancak bu model, karar vericilere farklı

getiri ve risk kombinasyonlarında nasıl bir portföy oluşturulması gerekliliği hakkında bir bilgi vermemektedir (Kocadağlı 2006, 130)

Feinstein ve Thapa (1993) MAD portföy optimizasyon modelini yeniden formüle etmişlerdir. Böylece yatırılan maksimum varlık sayısı $2T+2$ den $T+2$ 'ye düşürülmüştür. Chang (2005) ise Feinstein ve Thapa 'nın modelini daha az sayıda değişken ve aynı sayıda kısıt elde etmek için değiştirmiştir (Karacabey 2006, 113,114).

Feinstein ve Thapa' nın modelinde negatif olmayan $2v_t$ ve $2w_t$ fazla değişkenler, eşitsizliği eşitlik ile vermek için (4. 19) nolu modeldeki her bir kısıttan çıkarmıştır.

$$y_t + \sum_{j=1}^n a_{jt}x_j - 2v_t = 0$$

$$y_t - \sum_{j=1}^n a_{jt}x_j - 2w_t = 0$$

ve y_t ' leri yok etmek için alttaki fonksiyondan üsteki çıkartılmış ve 2 ye bölünmüştür. Buna Göre model (Karacabey 2007, 6);

$$\left. \begin{aligned} \min. & \sum_{t=1}^T (v_t + w_t) \\ k.a. & v_t - w_t - \sum_{j=1}^n a_{jt}x_j = 0, \quad t=1,...,T \\ & \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ & \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ & 0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1,...,n \\ & v_t \geq 0, \quad w_t \geq 0 \quad t=1,...,T \end{aligned} \right\} \quad (4. 20)$$

Modeli inceleyecek olursak $u_j = \infty$ varsayımı altında model en çok optimal portföyde T+2 varlığa yatırım yapılmasına izin verir ve Konno Yamazaki bu durumu model (4.20) nin model (4.19)' a göre daha az işlem maliyeti gerektirdiğini şeklinde ifade etmiştir.

Chang (2005) ise Feinstein and Thapa'nın bu modelini d_t süreklilik değişkeni ile ifade ederek yeniden formüle etmiştir. Buna göre yeni modelimiz (Karacabey 2006, 116);

$$\left. \begin{aligned} \min. & \sum_{t=1}^T (2d_t \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j) \\ k.a. & d_t - \sum_{j=1}^n a_{jt} x_j \geq 0, \quad t=1, \dots, T \\ & d_t \geq 0 \quad t=1, \dots, T \\ & \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ & \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ & 0 \leq x_j \leq u_j \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \right\} \quad (4.21)$$

Chang, model (4.21) ile model (4.20)' nin eşit olduğunu ve ek sürekli değişken sayısı ile yardımcı işaret kısıtının Feinstein and Thapa'nın modelinin yarısı olduğunu ispat etmiştir. Böylece CPU zamanı ve optimal çözümü bulmak için gerekli iterasyon sayısı daha az olacaktır (Karacabey 2006, 117).

Karacabey (2006) çalışmasında İstanbul menkul Kıymetler Borsası (BİST) için portföy performans değerlendirmesi yapmıştır ve ortalama-varyans portföyünün MAD portföyünden daha verimli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Karacabey (2007), çalışmasında yeni bir model önermiştir. Optimizasyon modelleri pozitif ve negatif sapma arasında bir fark olmadığını varsayar. Yani modeller hem pozitif sapmayı hem de negatif sapmayı cezalandırır. Oysa yatırımcı açısından negatif sapma istenmeyen bir durumken, pozitif sapma ise istenen bir durumdur. Önerilen model bu farkı dikkate almıştır ve aynı anda pozitif sapmaları maksimum yaparken negatif sapmaları ise minimum yapmaktadır. Risk ölçüsü olarak varyans yerine yarı varyansın önerildiği Markowitz (1959)' in çalışmasını takiben alt taraf riski birçok çalışmanın konusu olmuştur. Alt taraf riski ile ilgili genel sonuç getiri dağılımının solundakiler risk içerirken sağ taraftakiler daha iyi yatırım fırsatları içerir. Risk ölçüsü olarak alt taraf riskini içeren bir portföy optimizasyon modeli yalnızca alt taraftaki sapmaları cezalandırır. Yukarı taraftaki sapmaları ise göz önüne almaz. Bu modeller Ortalama Varyans ve MAD modeli ile getiri dağılımının sol tarafındaki riski minimize etme amacını paylaşma konusunda aynıdır. Önerilen modelde yatırımcının daha yüksek yukarı sapmaları ve daha düşük aşağı sapmaları seçmek istediğini varsayılır. Yani diğer bir deyişle yatırımcının yukarı sapmaları maksimize etmek ve aşağı sapmaları ise minimize etmek istediği eş zamanlı iki amacı vardır. Bu iki amaç, yukarı ve aşağı sapmalar arasındaki farkı maksimize ederek tek amaçlı olarak birleştirilip yeniden ifade edilir (Karacabey 2006, 7,8).

T dönem esnasında ($t=1, \dots, T$), n varlık sayısı ($j=1, \dots, n$) için alt taraf riski (NMAD) ve daha iyi yatırım fırsatları (PMAD) aşağıdaki gibi gösterilmiştir;

$$NMAD_{jt} = N_{jt} = \left| \min \left[0, r_{jt} - r_j \right] \right|$$

$$PMAD_{jt} = P_{jt} = \left| \max \left[0, r_{jt} - r_j \right] \right|$$

Buna göre önerilen model;

$$\left. \begin{aligned} & \text{Max.} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n P_{jt} \cdot x_j - \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n N_{jt} \cdot x_j \\ & \text{k.a.} \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ & \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ & 0 \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \right\} \quad (4.22)$$

$\sum_{j=1}^n P_{jt} \cdot x_j / T = Y_j$ ve $\sum_{j=1}^n N_{jt} \cdot x_j / T = Z_j$ olmak üzere model (Karacabey 2007, 9);

$$\left. \begin{aligned} & \text{max.} \sum_{t=1}^T Y_j - \sum_{t=1}^T Z_j \\ & \text{k.a.} \quad - \sum_{j=1}^n P_{jt} x_{jt} - Y_t = 0 \quad t = 1, \dots, T \\ & \quad \sum_{j=1}^n N_{jt} x_{jt} - Z_t = 0 \quad t = 1, \dots, T \\ & \quad \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq \rho M_0 \\ & \quad \sum_{j=1}^n x_j = M_0 \\ & \quad 0 \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \right\} \quad (4.23)$$

biçimine dönüştür. Bu yeni model $2T+n$ değişken ve $2T+2$ kısıt içerir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi sonucunda kısıt sayısı ve değişken sayısı artık önemli bir problem olmamaktadır. Fakat bu yeni modeli diğer optimizasyon problemlerinden ayıran riski ortalamadan negatif sapmalar açısından göz önüne alır ve ayrıca daha iyi yatırım fırsatlarını göz önüne alır. Diğer optimizasyon modellerine göre aynı getiri düzeyi ile varlıklar arasındaki en düşük sapmalı varlık en çok istenilen olarak kabul

edilirken bu model daha yüksek pozitif ve daha düşük negatif sapmaların olduğu varlığı en çok istenilen olarak kabul eder.

Diğer bir deyişle bu yeni model risk ve daha iyi yatırım fırsatları arasında bir denge noktası bulmaya çalışır (Karacabey 2007, 9).

Karacabey (2007) 'in yapmış olduğu bu çalışmada önerilen modelin, ortalama varyans modelinin ve MAD modelinin performansları farklı yatırım ufkunda karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda önerilen modelin portföylerinin daha riskli olduğunu ancak daha yüksek getiri sağladıkları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu model, yatırım değerlendirmesi çoğunlukla getiriye bağlı olan yatırımcılar için faydalı olabilmektedir sonucu çıkmıştır.

4.1.4. Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (MVS)

Liu, Wang ve Qui (2003) makalesinde üçüncü momentin gerekliliğini şu şekilde ifade etmiştir; Fama, 1965; Arditti, 1971; Simkowitz ve Beedles, 1978; Konno ve Suzuki, 1992; Konno ve diğ., 1993; Pornchai ve diğ., 1997 'nin yapmış olduğu çalışmalar bireysel menkul kıymet ya da portföylerin getirilerinin normal dağılmadığını gösteren çok sayıda deneysel kanıttan bazılarıdır. Hanoch ve Levy, 1970; Kuadratik fayda fonksiyonun, normal dağılımın azalan mutlak risk kaçınmasının tersine artan mutlak risk kaçınmasını ifade ettiğine dikkat çekmiştir. Levy ve Sarnat 1972; Kuadratik fayda fonksiyonu varsayımının nispeten daha küçük getirilere uygun olduğunu ve Samuelson, 1970 ise daha yüksek momentin portföy seçiminde yatırımcıların karar vermesiyle ilgisi olduğuna ve ayrıca hemen hemen tüm yatırımcıların birinci ve ikinci momentlerin aynı olması durumunda daha büyük üçüncü momenti olan portföyü seçeceklerini göstermiştir. Yukarıda belirtilen tüm tartışmalar; optimizasyon probleminin çözümünü daha da zorlaştırabilecek olmasına

rağmen, genel MV modeline portföy getirisinin üçüncü momentini eklememize yol açmıştır (Liu, Wang ve Qui 2003, 255).

Sonuç olarak portföy seçiminde daha yüksek mertebeli momentlerin kullanılması 1990'lı yıllara kadar ertelenmiştir. Bu ertelenişin nedeni finansal yatırım araçlarının normal dağıldığına inanılması, normal dağılmasa bile ortalama varyans modelinin yeterli geldiğine inanılması ve daha yüksek dereceli momentler kullanılsa dahi Ortalama–Varyans modeli ile aynı sonuçların elde edileceği düşüncesidir. Ayrıca o dönemlerde bilgisayar teknolojisinin yeterince gelişmemiş olması, işlem yükü nedeniyle bugün bile bilgisayarları zorlayacak bir hesaplama yükünün olması bir diğer etkidir. Bu nedenlerden dolayı yüksek mertebeli momentlerin kullanımı göz ardı edilmiştir. Konno dönemin bu etkili görüşlerinin, üçüncü moment üzerine yapılacak çalışmaların cesaretini kırdığını belirtmiştir (Altaylıgil 2008, 66).

Ortalama Varyans Çarpıklık modeli Markowitz modeline alternatif olarak oluşturulmuş ve Markowitz modeline kıyasla daha etkin portföylerin seçilebileceğini belirtmiş (Altaylıgil 2008, 65) ve Samuelson,1970; yüksek dereceli momentlerin portföy seçiminde karar vericinin kararlarını etkilediğini göstermiştir. Markowitz' in modeli temel alınarak yapılan birçok çalışmada performans ölçütü olarak, getiri dağılımlarının ilk iki momenti (aritmetik ortalama ve varyans) kullanılmıştır. Oysaki bu momentlere dayalı uygulamalar, ancak getiri normal dağılımlarının ortalamaya göre simetrik olduğu durumlarda kullanılabilmektedir (Üstün 2007, 19,20).

Arditti 1967, 1971; Semualson, 1970; Rubinstein, 1973; Konno ve diğ., 1993; Pornchai ve diğ., 1997 gibi pek çok araştırmacı varlık getirilerinin normal dağıldığına ve fayda fonksiyonun ikinci dereceden olduğuna ya da daha yüksek momentlerin yatırımcının kararıyla ilgisi olmadığına inanmak için ortada bir neden

olmadığı sürece daha yüksek momentlerin göz ardı edilemeyeceğini öne sürmüşlerdir (Liu, Wang ve Qui 2003, 255).

Dolayısı ile hisse senedi getirilerinin normal dağılmadığını gösteren yeteri kadar ampirik sonucun birikmesi ve getirilerin aralarındaki ilişkilerin sadece korelasyon ile ifade edilmesinin eksik kalacağının düşünülmesi sonucu bu konu üzerine odaklanılmıştır. Konno et.al., Pornchai et.al., Liu, Wang ve Qui, Harvey et.al., Jana et.al.,'nin çalışmaları da bu konuda yapılmış çalışmalardan sadece bir kaçını oluşturmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı portföy getiri dağılım kuyruklarının özellikle sol kuyruğun zayıf veya şişman olmasının kontrol edilebilmesi üzerinedir (Altaylıgil 2008, 66).

Menkul kıymetlerin seçimi ile portföy oluşturma sürecinde getirilere ilişkin ilk üç moment ve dördüncü moment literatürde yoğun olarak kullanılmış ve tartışmalara neden olmuştur. Bahsi geçen birinci moment aritmetik ortalamayı, ikinci moment varyansı, üçüncü moment çarpıklığı ve dördüncü moment de basıklığı ifade etmektedir. Bunlardan üçüncü moment olan çarpıklık dağılımdaki asimetrililiğin ölçüsüdür. Dolayısıyla normal dağılıma sahip değişkenlerin çarpıklığı sıfır olacaktır. Çarpıklık momenti kullanılarak performans ölçümleri yapılmış ve Arditti, 1971,1975; Kraus ve Litzenberger,1976 ile Harvey ve Siddiqu,2000 'nın yaptıkları çalışmalar yatırımcıların varyanstan kaçtıkları ve pozitif çarpıklığı tercih ettiklerini ortaya koymuştur. Pozitif çarpıklığa sahip getiri dağılımı olan menkul kıymetlerin ortalamanın üzerinde olan gözlem sayısının ortalamanın altında olan gözlem sayısından daha fazla sayıda gerçekleştiği söylenir ve dolayısıyla daha fazla oranda tercih edilir. Çarpıklık ölçümleri, ortalama ve standart sapmaya oranla seçilen örnekleme daha duyarlıdır. Diğer bir ifadeyle, çarpıklık ölçüsü hem farklılaşan

aralıkların hacmine hem de başlangıç noktasına yüksek duyarlılık göstermektedir (Pehlivan 2008, 37).

Üçüncü moment portföy seçiminde farklı şekillerde kullanılmıştır. Sözgelimi Kono üçüncü momenti, tek başına amaç fonksiyonu olarak, Harvey ise ilk üç momentten oluşan bir fayda fonksiyonunun içerisinde kullanmıştır. Lui ve Jana portföy getirisini ve portföyün üçüncü momentini maksimum, portföy varyansını minimum yapan çok amaçlı modeller içinde kullanmışlardır (Altaylıgil 2008, 67).

Portföyün Çarpıklığı, menkul kıymetlerin çarpıklık katsayılarının ağırlıklı ortalamasına eşit olmayıp, portföyü oluşturan her bir menkul kıymet çifti için hesaplanan bileşik çarpıklıklarının ağırlıklı ortalamasına eşittir (Kemalbay 2008, 115). Çünkü çarpıklıkta risk faktöründe olduğu gibi portföydeki menkul kıymeteler arasındaki korelasyondan da etkilenmektedir

Buna göre portföyün üçüncü merkezi momentini tanımlayacak olursak (Kemalbay 2008, 115);

$$S^3(R_p) = E \left[\left\{ x^T (R_p - E(R_p)) \right\}^3 \right] = \sum_{i=1}^n x_i^3 S_i^3 + 3 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^2 x_j S_{ij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^2 S_{ij} \right], (i \neq j)$$

veya

$$\begin{aligned} S^3(R_p) &= E \left[\left\{ x^T (R_p - E(R_p)) \right\}^3 \right] = E \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i R_i - \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \right)^3 \right] \\ &= E \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i R_i - \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \right) \left(\sum_{j=1}^n x_j R_j - \sum_{j=1}^n x_j E(R_j) \right) \left(\sum_{k=1}^n x_k R_k - \sum_{k=1}^n x_k E(R_k) \right) \right] \\ &= E \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_i x_j x_k (R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))(R_k - E(R_k)) \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_i x_j x_k S_{ijk} \end{aligned}$$

(4. 24)

$$\overline{R}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it}, \forall i \in \{1, \dots, n\}$$

$$\bar{r} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t$$

$$S_i^3 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \overline{R}_i)^3$$

$$S_{ij} = E \left[\left\{ R_i - E(R_i) \right\}^2 \left\{ R_j - E(R_j) \right\} \right] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \overline{R}_i)^2 (R_{jt} - \overline{R}_j), \forall i, j \in \{1, \dots, n\}$$

$$S_{ij} = E \left[\left\{ R_i - E(R_i) \right\} \left\{ R_j - E(R_j) \right\}^2 \right] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \overline{R}_i) (R_{jt} - \overline{R}_j)^2, \forall i, j \in \{1, \dots, n\}$$

$$S_{ijk} = E \left[\left\{ R_i - E(R_i) \right\} \left\{ R_j - E(R_j) \right\} \left\{ R_k - E(R_k) \right\} \right]$$

olarak tanımlanır.

O halde Ortalama-Varyans-Çarpıklık modelimiz;

$$\left\{ \begin{array}{l} \max R(x) \\ \max S(x) \\ \min V(x) \\ \text{kısıtlar } \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \max \sum_{i=1}^n (\overline{R}_i - \bar{r}) x_i \\ \max \sum_{i=1}^n S_i^3 x_i^3 + 3 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1, i \neq j}^n S_{ij} x_i^2 x_j + \sum_{j=1, i \neq j}^n S_{ji} x_i x_j^2 \right] \\ \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \\ \text{k.a. } \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0 \quad i=1, \dots, n \end{array} \right. \quad (4. 25)$$

şeklinde olacaktır.

Tablo 7: Ortalama Varyans Çarpıklık Notasyonlar;

σ_{ij}	<i>i ve j varlıkları arasındaki kovaryansı. $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, n$</i>
x_i	<i>i menkul kıymetinin portföydeki oranı ($0 \leq x_i \leq 1$) ($i=1, \dots, n$)</i>
n	<i>menkul kıymet sayısı. $i= 1, \dots, n$</i>
T	<i>incelenen dönem sayısını $T=1, \dots, t$</i>
$\bar{R}_i$	<i>i varlığının ortalama getirisi</i>
R_{it}	<i>t. dönem i. varlığın getiri oranı</i>
σ^2_i	<i>i. varlığın varyansı</i>
r_t	<i>t. dönem risksiz varlığın getiri oranı</i>
$\bar{r}$	<i>risksiz varlığın ortalama getirisi</i>
S_i^3	<i>i. menkul kıymetin üçüncü merkezi momenti, çarpıklığı</i>
S_{ij}, S_{ijj}	<i>i. ve j. menkul kıymetler için merkezi bileşik moment</i>
S_{ijk}	<i>i. , j.ve k. menkul kıymetin merkezi bileşik momenti</i>

Konno ve Yamamoto' nun makalesinde (2004) Klasik ortalama varyans modelinin bir uzantısı olan, ortalama varyans çarpıklık portföy optimizasyon modelinin son teknoloji ürünü olan tam sayı programlama yaklaşımı kullanılarak kesin ve hızlı bir şekilde çözülebileceği gösterilmiştir ve model ile ilgili makalesinde aşağıdaki açıklamalara yer vermiştir;

Standart ortalama varyans (MV) modeli, yatırımcının riskten kaçındığı ve getiri oranlarının dağılımının ya çok değişkenli normal olduğu ya da yatırımcının faydasının getiri oranlarının ikinci dereceden (quadratic) bir fonksiyonu olduğu varsayımlarına dayalıdır. Fakat maalesef ki; uygulamada her ikisi de işe yaramaz. Gerçek stok verilerinin çok değişkenli normal dağılım göstermediği geniş çapta

tanınmıştır. Bunun tersine Tokyo Menkul Kıymetler Borsasında gözlemlenen tarihi veriler üzerinde yapılan ayrıntılı analiz ile bunların büyük çoğunluğunun pozitif çarpıklık gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca beklenen getiri ve varyansın aynı olması durumunda pek çok yatırımcı pozitif çarpıklığı, negatif çarpığa tercih etmektedir. Dahası bazı yatırımcılar; daha büyük varyans pahasına da olsa daha büyük bir çarpıklığı olan bir dağılımı tercih etmektedir. Örneğin Maghrebi,1992, Tokyo Menkul Kıymetler borsasındaki verileri kullanarak getiri oranlarının üçüncü momenti etkisini içeren CAPM uzantısına dayalı olarak çarpıklık tercihi ve süreklilik hipotezini test etmiştir. Yatırımcıların portföylerinde pozitif çarpıklığı tercih ettiklerini ve belli bir dönemdeki bu pozitif çarpık varlıklar, sonraki dönem boyunca da pozitif çarpıklığını koruduğunu belirtmiştir (Konno ve Yamamoto 2004, 409,410).

Portföy optimizasyonda üçüncü momentin önemi ilk kez 1950’li yılların sonunda Samuelson,1958 tarafından ileri sürülmüştür. Ancak nicel olarak ele alış çeşitli nedenlerden dolayı 1980’li yılların sonuna kadar ihmal edilmiştir. Birincisi; varlık sayısı, n ’ in birkaç yüzün üstesinde olması durumunda üçüncü momentinin tahmin edilmesinin zor olması. Optimizasyon modeli oluşturmak için üç varlık arasındaki ${}_nC_3 \simeq n^3/6$ korelasyon katsayısını tahmin etmek zorundayız ki bu mümkünatsız olmadığında çok zaman kaybedici bir unsur olarak karşımıza çıkar. İkinci olarak, üçüncü dereceden moment, iç bükey bir fonksiyonu değildir. Bundan dolayı da standart hesaplama metodolojileri kullanılarak sonuçta ortaya çıkan optimizasyon probleminin çözülmesi çok zordur. Üçüncü olarak Metron, 1971 tarafından gösterildiği şekilde ortalama varyans çerçevesi, sürtünmesiz piyasada

sürekli ticaret yapılmasına izin verdiğimizde yeterlidir (yani daha yüksek talep momentleri göz ardı edilebilir). Bu varsayım açıkça görülüyor ki uygulamada geçersiz; ancak daha yüksek dereceli momentlerin yorucu etkilerini göz ardı etmeleri için araştırmacılara iyi bir neden oluşturmaktadır. Ayrıca Kroll ve diğ.,1984 tarihi verilere dayanan 20 hisse senedine kadar tam fayda maksimizasyon yaklaşımı ve MV yaklaşımının sayısal karşılaştırmasının hemen hemen aynı sonuca götürdüğünü belirtmiştir. Bunun için de MV modeline karşı yöneltilen eleştirinin gerekçeli olmadığını ifade eder. Ancak onların iddiaları; stok sayısının birkaç yüz üzerinde olması durumunda geçersiz olabilir. Aslında yaptığı hesaplamalı çalışmalar küçük sayıda varlığı olan bir modelin davranışının daha büyük olandan oldukça farklı olduğunu göstermiştir (Konno ve Yamamoto 2004, 410).

Portföy optimizasyonunda çarpıklığı ilk nicel ele alış; ortalama mutlak sapma çarpıklık modeli (MADS) ve 1990'lı yılların ortalarında yazarlardan biri tarafından önerilen ortalama varyans çarpıklık (MVS) modeli ile olmuştur. Bu ortalama varyans çarpıklık modelinde portföy getirilerinin üçüncü momenti; ortalama ve risk (varyans ya da mutlak sapma ile) kısıtları altında maksimize edilmiştir. Bu çalışmaların her ikisi de kübik fonksiyonunun parçalı lineer konveks yaklaşımını uygulamıştır. Daha sonra 1998 yılında MADS modelinin tam çözümünü elde etmek için dal ve sınır algoritması önerilmiştir. Bu modeller; orta derecede hesaplama miktarını arttırarak büyük üçüncü momentli portföy oluşturmamızı sağladı. Maalesef bu modellerin oluşturduğu portföyün daha sonraki performansı bu yaklaşımı desteklemeye yetecek derecede ikna edici olmadı (Konno ve Yamamoto 2004, 410).

Ryoo, 2002, üst yarı varyans ve alt yarı varyans oranını çarpıklık yerine bir ölçüt olarak kullandı. Ortaya çıkan konveks olmayan optimizasyon problemine

bulgulayıcı (heuristic) algoritmayı uyguladı ve bunun çarpıklığı aylık verilerden daha ortada olan günlük stok verileri kullanarak portföyün daha üstün performans gösteren S&P indeksine yol açtığını gösterdi (Konno ve Yamamoto 2004, 411).

Konveks olmayan optimizasyon problemlerinin çözümü için literatürde yer alan yöntemlerin çoğunluğu global çözümü garanti etmez, ancak lokal bir çözüm sağlayabilir (Kemalbay 2008, 109).

Lai 1991, Chunhachinda et al. 1997 ve Prakash et al. 2003; Tayi ve Leonard (1988) tarafından geliştirilen PGP-Polinomsal Hedef Programlama yaklaşımını çarpıklıkla portföy seçimine uygulamıştır ve tüm bu çalışmalar çarpıklığın portföy seçime katılmasının optimal portföy üzerinde büyük değişikliklere sebep olduğunu ispatlamıştır (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011, 11). Joro ve Na, 2006 ise çarpıklığı göz önüne alan modellerin performans ölçümü için Veri Zarflama Analizini önermiştir (Üstün 2007, 20).

Ortalama Varyans Çarpıklık Modelinin yeniden Formüle Edilmesi

(Pindoriya, Singh ve Singh 2010, 1315)

$$\text{Prob(1)} \left\{ \begin{array}{l} \max imize f_1(x_p) = [E(r_p)] \\ \min imize f_2(x_p) = [\sigma^2(r_p)] \\ \max imize f_3(x_p) = [s^3(r_p)] \\ \sum_{i=1}^N x_{pi} = 1, x_{pi} \geq 0 \text{ kısıtı altında} \end{array} \right. \quad (4.26)$$

Tek amaçlı optimizasyon formülasyonu

Geleneksel algoritmaların çoğu; verilen çok hedefli optimizasyon probleminin ağırlık faktörleri yardımıyla tek hedefli fonksiyona dönüştürülmesini sağlar. Dolayısıyla yukarıdaki çok amaçlı programlama modelinin (prob1) tek amaçlı fonksiyonu; üç amaç fonksiyonunun birleştirilmesiyle oluşturulabilir ve daha sonra oluşan bu tek amaçlı fonksiyon aşağıda verildiği şekilde içeriğindeki her bir bireysel fonksiyonun önemini temsil edecek şekilde ilgili ağırlıklar verilerek optimize edilmektedir (Pindoriya, Singh ve Singh 2010, 1315).

$$\text{Prob (2)} \left\{ \begin{array}{l} \text{minimize } f(x_p) = [-\beta_1 [E(r_p)] + \beta_2 [\sigma^2(r_p)] - \beta_3 [s^3(r_p)]] \\ \sum_{i=1}^N x_{pi} = 1, \quad x_{pi} \geq 0 \quad \text{kısıtı altında} \end{array} \right. \quad (4.27)$$

Bu formülde β_1 , β_2 ve β_3 ; sırasıyla beklenen getiri, risk ve çarpıklıkla ilgili yatırımcının nispi tercihlerini ifade eder. Prob (2), kısıtlı lineer olmayan programlama problemidir ve genellikle lineer olmayan programlama teknikleri kullanılarak çözüme kavuşturulur. Hedef programlama ve lineer programlama gibi klasik optimizasyon yöntemler; yukarıdaki problemi çözmek için kullanılmıştır. Ancak bu yöntemin işe yaraması için her bir hedefle ilgili önceden göreceli önemlilik tahminin yapılması gereklidir. Bu; problemin yatırımcının görüşü esas alınarak çözüme ulaşılmasını sağlar.

Çok amaçlı optimizasyon formülasyonu

Geleneksel tek amaçlı optimizasyon formülasyonunun çözüm uzayındaki öznelliğini ortadan kaldırmak için pareto baskınlık kavramı sunulmuştur. Bu prensibe göre; çözüm için kesin bir değer verilmesi yerine baskınlığa dayalı kısmi karar tanımlanmıştır. Eğer çözüm, bir amaçtan daha iyiye ve diğer tüm amaçlardan da daha kötü değilse o zaman çözümün diğer çözümlere baskın olduğu söylenir. Bu formülasyon yapısında ağırlık faktörü gerekli değildir ve bunun sonucu olarak problemde önsel bir bilgiye gerek yoktur. Optimize edilecek amaç uzayı aşağıda verildiği gibi karşılıklı çelişen amaç fonksiyonlarını içermektedir (Pindoriya, Singh ve Singh 2010, 1316).

$$\text{Prob (3)} \left\{ \begin{array}{l} \text{minimize } f(x_p) = [-[E(r_p)], [\sigma^2(r_p)], -[s^3(r_p)]] \\ \sum_{i=1}^N x_{pi} = 1, \quad x_{pi} \geq 0 \quad \text{kısıtı altında} \end{array} \right. \quad (4.28)$$

Çözümünde Coello ve Lechuga 2002'nin önerdiği pareto optimal çözüm sağlamak için meta bulgulu tekniğe dayalı çok amaçlı partikül küme optimizasyonu (MOPSO⁶) yöntemi kullanılmıştır.

⁶ Detaylı bilgi için (Pindoriya, Singh ve Singh 2010) makalesi s.1316-1321 incelenebilir.

4.1.5. İşlem Maliyetleri ile Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli

İşlem maliyetleri ile Ortalama-Varyans-Çarpıklık Modeli Liu, Wang ve Qui 'nin makalesinde şu şekilde ifade edilmiştir (Liu, Wang ve Qui 2003);

Kraus ve Litzenberger 1976, Konno ve diğ. 1993 ve Pornchai ve diğ. 1997 gibi kişiler tarafından MV çarpıklık modeli (MVS) üzerinde araştırmalar yapılmıştır. İşlem maliyetli portföy seçimlerine yönelik MVS modeli üzerinde ise hiçbir inceleme yapılmamıştır. Ancak işlem maliyetleri; portföy yöneticileri için sürekli ilgi kaynağıdır. Açıkça görülüyor ki işlem maliyetlerinin kişinin yatırım performansı üzerinde doğrudan etkisi vardır. Menkul kıymet portföyünün net getirisi işlem maliyetleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

Mao 1970, Pogue 1970, Chen ve diğ., 1971, Jacob 1974, Brennan 1975, Levy 1978, Patel ve Subrahmanyam 1982, Mulvey ve Vladimirov 1992, Dantzig ve Infanger 1993, Gennotte ve Jung 1994, Yoshimoto 1996, Li ve diğ., 2000, Wang ve Xia 2002 gibi bir çok yazar; portföy optimizasyonunda işlem maliyetlerini tartışmıştır. Pek çoğu işlem maliyetlerini tek ya da çok periyodlu portföy seçim modellerine dâhil etmiştir. Li ve diğerleri 2000; işlem maliyetleri ile portföy seçimine yönelik genel MS modelini çözmek üzere lineer programlama algoritması sunmuştur. Buradaki ana fikir yeni ve yapıcıydı. İşlem maliyetlerini dikkate almamız; portföy optimizasyon problemi uygulamalarının çok muhtemelen bu menkullerle ilgili bilgilerde meydana gelen değişikliklerden dolayı mevcut portföyün gözden geçirilmesini içermesi açısından onların ortaya attığı fikirle benzerdir. Revizyon işlemi; menkullerin satın alınmasını ve satılmasını gerektirmektedir ki bunlar işlem maliyetlerine ihtiyaç duyar. Bunlardan dolayı, işlem maliyetlerinin yeni

portföyle mevcut olan portföy arasındaki farkın V şekilli bir fonksiyonu olduğu varsayılabilir.

İşlemi maliyetli portföy seçimine yönelik MVS modelimiz; üç hedefli lineer olmayan programlama modeli şeklinde oluşmuştur. Problemi çözmek için verilen ortalama ve varyans seviyeleri altında çarpıklığı maksimize ederek bu parametrik programlama modeline çevrilmiştir. Problemin lineer programa algoritması ile çözülebilmesi için varyansı ‘mutlak sapma’ terimiyle ve çarpıklığı, parçalı lineer fonksiyonun beklenen değeri ile değiştirerek yakınlık oluşturulmuştur. Bu; burada belirtilen yöntemin büyük ölçekli portföy seçim problemlerine uygulanabileceğini ifade eder.

Getirilerin rasgele oranını içeren n riskli varlık ve getirilerin sabit bir oranını içeren bir risksiz varlıklı menkul kıymet pazarı göz önüne alınmıştır. Araştırmacı belli bir periyodun sonunda varlığının beklenen faydasını maksimize etmek için varlığını menkul kıymetler arasında dağıtır. Notasyonlar aşağıdaki gibidir;

Tablo 8: İşlem Maliyetleri ile Ortalama Varyans Çarpıklık Notasyonlar

x_i	Riskli i varlığa yatırılan oran ($i=1,2,...,n$)
x_{n+1}	Risksiz varlığa yatırılan oran
r_i	Riskli i varlığının getiri oranı
R_{n+1}	Risksiz varlığın getiri oranı
R_i	$E(r_i)$, riskli i varlığı üzerinde getirinin beklenen değeri ($i=1,...,n$)
σ_{ij}	$Cov(r_i, r_j)$, r_i ve r_j arasındaki kovaryans ($i,j=1,...,n$)
γ_{ijk}	$E[(r_i-R_i)(r_j-R_j)(r_k-R_k)]$, getirilerin merkezi üçüncü momenti
c_i	i. riskli varlığın işlem maliyeti ($i=1,...,n$)
k_i	i. riskli varlık oranında değişen sabit maliyet $k_i \geq 0$, $i=1,2,...,n$

Portföyün getirisi $x=(x_1, \dots, x_n, x_{n+1})$ olmak üzere

$$r(x) = \sum_{i=1}^n r_i x_i + R_{n+1} x_{n+1}$$

Yoshimoto 1996, Perold 1984 ve Li ve diğerlerin 2000 belirttiği gibi işlem maliyeti c_i yeni portföy ($x=(x_1, \dots, x_n, x_{n+1})$) ile var olan portföy

($x^0=(x_1^0, \dots, x_n^0, x_{n+1}^0)$) arasındaki farkın V şeklinde bir fonksiyonudur. Riskli i

varlığının işlem maliyeti $c_i = k_i |x_i - x_i^0|$, $i=1, \dots, n$ ve portföyün toplam işlem

maliyeti $\sum_{i=1}^n c_i = \sum_{i=1}^n k_i |x_i - x_i^0|$ şeklindedir. Dolayısıyla $x=(x_1, \dots, x_n, x_{n+1})$

portföyünün net beklenen getirisi, varyansı ve çarpıklığı sırasıyla şu şekildedir;

$$R(X) = \sum_{i=1}^{n+1} R_i x_i - \sum_{i=1}^n k_i |x_i - x_i^0|$$

$$V(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j$$

$$S(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \gamma_{ijk} x_i x_j x_k$$

Model:

$$\left. \begin{aligned} \max \quad & S(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \gamma_{ijk} x_i x_j x_k \\ k.a. \quad & R(X) = \sum_{l=1}^{n+1} R_l x_l - \sum_{i=1}^n k_i |x_i - x_i^0| \geq 1 \\ & V(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \leq \sigma^2 \\ & \sum_{i=1}^{n+1} x_i = 1, x_i \geq 0, i = 1, \dots, n+1 \end{aligned} \right\} \quad (4.29)$$

4.1.6. Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık Modeli (MVSK)

Ortalama-Varyans modeli sadece portföyün beklenen getiri ve varyans bilgisi gerektirdiği için birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Fakat Ortalama Varyans optimizasyonunun meşruluğu sorgulanabilir bazı varsayımlara dayanmaktadır. Bunlar yatırımcıların ya kuadratik faydaya sahip olması ya da portföy getirilerinin normal dağılmasıdır. Ancak bu varsayımların hiçbiri gerçekte doğru değildir. Güçlü deneysel ispatlar getirilerin asimetrik ve kalın kuyruklu dağılımlar olduğunu öne sürmüştür. Bu nedenle ortalama varyans modeli portföy optimizasyonunda önemlidir fakat geliştirilmesi gerekmektedir (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011, 10).

Çarpıklık P. Samuelson 1958, Konno ve Suzuki 1995, Lai 1991, P. Chunhachinda 1997, Leung ve diğ. 2001, Wang ve diğ. 2002, Liu ve diğ. 2003, Sun ve Yun 2003, Prakash ve diğ. 2003 gibi birçok araştırmacı tarafından kullanılmasına rağmen dördüncü moment olan basıklık uzun yıllar birçok araştırmacı tarafından ihmal edilmiştir. Oysa eğer dağılım normal değilse ya da fayda fonksiyonu kuadratikten daha yüksek ya da daha yüksek momentler yatırımcının kararı ile ilgili ise önemlidir ve ihmal edilmemesi gerekir. Varlık getirileri ve portföy getirilerinin normal dağılmadığını gösteren Mandelbrot 1963, Arditti 1971, Fama 1965, Simkowitz ve Beedles 1978, Konno ve Suzuki 1992, Konno, Shirakawa ve Yamazaki 1993' e ait birçok çalışma mevcuttur. Hanoch ve Levy 1970, kuadratik fayda fonksiyonunun normal dağılımın azalan mutlak riskten kaçınma varsayımına zıt olan artan mutlak riskten kaçınmayı vurguladığını göstermiştir. Samuelson,1958 daha yüksek momentlerin portföy seçiminde yatırımcının kararı ile ilgili olduğunu göstermiştir. Ayrıca basıklık uç olayların olasılığını yansıtabilir. Daha büyük bir

basıklıkta, uç olayların olma olasılığı daha yüksek olur. Bu nedenle ortalama varyans çarpıklık basıklık çatısı ile portföy seçimi oluşturmak son derece gereklidir (Lai, Yu ve Wang 2006, 292).

Portföyün basıklığı menkul kıymetlerin basıklık katsayılarının ağırlıklı ortalamasına eşit olmayıp, portföyü oluşturan her bir menkul kıymet çifti için hesaplanan bileşik basıklıklarının ağırlıklı ortalamasına eşittir. Buna göre portföyün dördüncü merkezi momenti aşağıdaki gibidir (Kemalbay 2008, 117);

$$\begin{aligned}
 k^4(R_p) &= E \left[\left\{ x^T (R_p - E(R_p)) \right\}^4 \right] \\
 &= \sum_{i=1}^n x_i^4 k_i^4 + 4 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^3 x_j k_{ijij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^3 k_{ijij} \right] + 6 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i^2 x_j^2 k_{ijij}, (i \neq j) \\
 &\text{veya} \\
 k^4(R_p) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n x_i x_j x_k x_l k_{ijkl}
 \end{aligned} \tag{4. 30}$$

Diğer parametreleri de hatırlayacak olursak (Dinh ve Niu 2011, 527).

$$\bar{R}_i = \mu_i = E(R_i) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it} \tag{4. 31}$$

$$\sigma_{ij} = E \left[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j) \right] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j) \tag{4. 32}$$

$$\begin{aligned}
 s_{ijk} &= E \left[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)(R_k - \mu_k) \right] \\
 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)(R_{kt} - \mu_k)
 \end{aligned} \tag{4. 33}$$

$$\begin{aligned}
 k_{ijkl} &= E \left[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)(R_k - \mu_k)(R_l - \mu_l) \right] \\
 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)(R_{kt} - \mu_k)(R_{lt} - \mu_l)
 \end{aligned} \tag{4. 34}$$

$$k_{iii} = E \left[(R_i - \mu_i)^3 (R_j - \mu_j) \right] \quad (4.35)$$

$$k_{ijj} = E \left[(R_i - \mu_i) (R_j - \mu_j)^3 \right] \quad (4.36)$$

$$k_{ijj} = E \left[(R_i - \mu_i)^2 (R_j - \mu_j)^2 \right] \quad (4.37)$$

Tablo 9: Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modeli Notasyonlar
(Dinh ve Niu 2011, 527)

n	toplam varlık sayısı
T	dönem sayısı
$\bar{x}$	portföyün karar değişkenleri, R^n de bir vektör
x_i	$\bar{x}$ 'nin i . elementi, i . riskli varlığa yatırılan sermayenin oranı
R_{it}	t dönemindeki i varlığı üzerindeki getiri oranı, $i=1, \dots, n$ ve $t=1, \dots, T$
R_i	i . varlığı üzerindeki getiri oranı $i=1, \dots, n$
$\bar{R}$	getiri oranı vektörü, yani $\bar{R} = (R_i)$
μ_i	i varlığının ortalama getiri oranı, yani $\mu_i = E(R_i)$
$\bar{\mu}$	ortalama getiri vektörü (μ_i), $i=1, \dots, n$
σ_{ij}	R_i ve R_j arasındaki kovaryans
V	kovaryans matrisi (σ_{ij}), $i, j=1, \dots, n$
s_{ijk}	R_i, R_j ve R_k 'nin birlikte çarpıklığı, $i, j, k=1, \dots, n$
k_{ijkl}	R_i, R_j, R_k ve R_l 'nin birlikte basıklığı $i, j, k, l=1, \dots, n$
k_i^4	i . menkul kıymetin dördüncü merkezi momenti, basıklığı
$k_{iii}, k_{ijj}, k_{ijj}$	i . ve j . menkul kıymetler için merkezi bileşik dördüncü moment

$n=4$ için modelin açılımı yapılacaktır. Uygulama aşamasında portföye 4 varlık alınmıştır. Portföy çarpıklık formülü EXCEL'de uygulanmasına rağmen bu

formülün EXCEL’de uygulanması daha karmaşık olacağından sadece formülasyon verilmiştir. Basıklık modeli GAMS programında çözülmüştür.

$$\begin{aligned}
k^4(R_p) &= \sum_{i=1}^4 x_i^4 k_i^4 + 4 \sum_{i=1}^4 \left[\sum_{j=1}^4 x_i^3 x_j k_{iiij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^3 k_{ijjj} \right] + 6 \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 x_i^2 x_j^2 k_{iiij}, (i \neq j) \\
&= \left[x_1^4 k_1^4 + x_2^4 k_2^4 + x_3^4 k_3^4 + x_4^4 k_4^4 \right] + \\
&4 \sum_{i=1}^4 \left[x_i^3 x_1 k_{ii11} + x_i^3 x_2 k_{ii22} + x_i^3 x_3 k_{ii33} + x_i^3 x_4 k_{ii44} + x_i x_1^3 k_{i111} + x_i x_2^3 k_{i222} + x_i x_3^3 k_{i333} + x_i x_4^3 k_{i444} \right] + \\
&6 \sum_{i=1}^4 \left[x_i^2 x_1^2 k_{i111} + x_i^2 x_2^2 k_{i222} + x_i^2 x_3^2 k_{i333} + x_i^2 x_4^2 k_{i444} \right] \\
&= \left[x_1^4 k_1^4 + x_2^4 k_2^4 + x_3^4 k_3^4 + x_4^4 k_4^4 \right] + \\
&4 \left[\begin{aligned} &x_1^3 x_2 k_{1112} + x_1^3 x_3 k_{1113} + x_1^3 x_4 k_{1114} + x_1 x_2^3 k_{1222} + x_1 x_3^3 k_{1333} + x_1 x_4^3 k_{1444} \\ &+ x_2^3 x_1 k_{2221} + x_2^3 x_3 k_{2223} + x_2^3 x_4 k_{2224} + x_2 x_1^3 k_{2111} + x_2 x_3^3 k_{2333} + x_2 x_4^3 k_{2444} \\ &+ x_3^3 x_1 k_{3331} + x_3^3 x_2 k_{3332} + x_3^3 x_4 k_{3334} + x_3 x_1^3 k_{3111} + x_3 x_2^3 k_{3222} + x_3 x_4^3 k_{3444} \\ &+ x_4^3 x_1 k_{4441} + x_4^3 x_2 k_{4442} + x_4^3 x_3 k_{4443} + x_4 x_1^3 k_{4111} + x_4 x_2^3 k_{4222} + x_4 x_3^3 k_{4333} \end{aligned} \right] + \\
&6 \left[\begin{aligned} &x_1^2 x_2^2 k_{1122} + x_1^2 x_3^2 k_{1133} + x_1^2 x_4^2 k_{1144} + x_2^2 x_1^2 k_{2211} + x_2^2 x_3^2 k_{2233} + x_2^2 x_4^2 k_{2244} \\ &+ x_3^2 x_1^2 k_{3311} + x_3^2 x_2^2 k_{3322} + x_3^2 x_4^2 k_{3344} + x_4^2 x_1^2 k_{4411} + x_4^2 x_2^2 k_{4422} + x_4^2 x_3^2 k_{4433} \end{aligned} \right]
\end{aligned} \tag{4. 38}$$

biçimindedir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modeli:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max E(\bar{x}) = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \\ \min V(\bar{x}) = \sum_{i,j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \\ \max S(\bar{x}) = \sum_{i,j,k=1}^n s_{ijk} x_i x_j x_k = \sum_{i=1}^n x_i^3 S_i^3 + 3 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^2 x_j S_{ijj} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^2 S_{ijj} \right], (i \neq j) \\ \min k(\bar{x}) = \sum_{i,j,k,l=1}^n k_{ijkl} x_i x_j x_k x_l = \sum_{i=1}^n x_i^4 k_i^4 + 4 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^3 x_j k_{iiij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^3 k_{ijjj} \right] + 6 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i^2 x_j^2 k_{iijj}, (i \neq j) \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, n \end{array} \right. \quad (4.39)$$

Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık Modelinin yeniden Formüle Edilmesi

Verilen modelde çarpıklık istenen durumdur (düşük olasılıkla da olsa daha yüksek getiriye karşılık geldiği için) basıklık ise istenmeyen bir durumdur (yatırımcının daha fazla riske maruz kaldığını belirttiği için). Bu çok amaçlı problem, aşağıdaki konveks olmayan tek amaçlı optimizasyon problemi gibi tekrar formüle edilebilir (Dinh ve Niu 2011, 528).

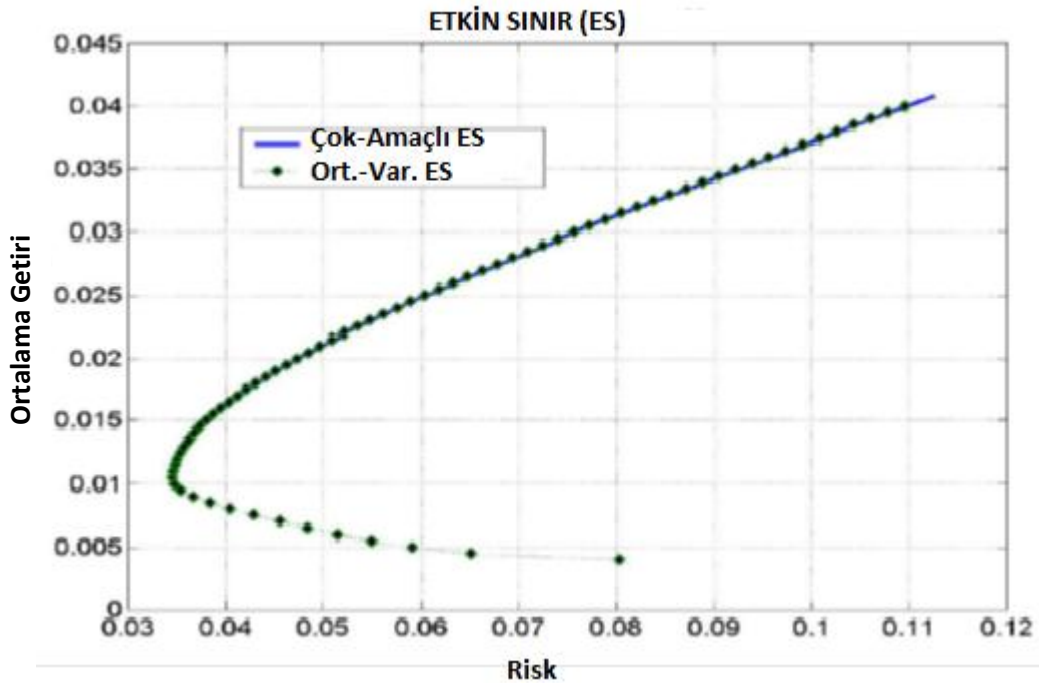
$$\left\{ \begin{array}{l} \min f(\bar{x}) = -\alpha E(\bar{x}) + \beta V(\bar{x}) - \gamma S(\bar{x}) + \delta K(\bar{x}) \\ \quad = -\alpha \sum_{i=1}^n x_i \mu_i + \beta \sum_{i,j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j - \gamma S \sum_{i,j,k=1}^n s_{ijk} x_i x_j x_k + \delta \sum_{i,j,k=1}^n s_{ijk} x_i x_j x_k \\ \quad \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, n \end{array} \right. \quad (4.40)$$

Burada $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, dört momente karşılık gelen, yatırımcıların tercih seviyelerini göstermektedir. $0 \leq \alpha, \beta, \gamma, \delta \leq 1$ ve $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ 'dir. Tercih parametreleri, yatırımcının tercihlerini karakterize etmekte kullanılabilir. Örneğin

$\alpha = 1$ olması yatırımcının riske istekli olduğunu , $\beta = 1$ olması da yatırımcının riskten kaçtığını gösterir.

4.2. ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYON – ORTALAMA VARYANS KARŞILAŞTIRMASI

Duan makalesinde aynı portföye hem Çok Amaçlı Optimizasyonu, hem de Ortalama-Varyans Optimizasyonunu uygulamıştır ve sayısal deneyler risk-getiri takas eğrisi üzerinde tüm mümkün optimal portföy noktalarının setini gösteren etkin sınırları üretmiştir. Her iki metot tarafından üretilen etkin sınırları gösteren Şekil 6 çakışmaktadır ki ve bu da her iki metotun tam olarak aynı optimal çözüm kümelerini ürettiğini göstermektedir(Duan 2007, 9,10).



Şekil 6: Çok Amaçlı ve Ortalama Varyans Optimizasyonun Etkin Sınırları

Analitik açıdan baktığımızda lagrange çarpanlarına ilişkin terimleri yeniden düzenleyerek, her iki metodun aynı optimal sonuçlar verdiği ispat edilmiştir.⁷

Ortalama varyans ve çok amaçlı yaklaşım arasındaki ana fark, problem formülasyonlarındadır. Çok amaçlı yaklaşım iki optimizasyon amacını (riski minimize etmek ve beklenen getiriyi maksimize etmek) tek bir amaç fonksiyonuna koyar. Oysaki ortalama varyans yaklaşımı riski minimize etmek gibi tek bir amaca sahiptir. Bu metod beklenen değere formülasyonda bir kısıt olarak yer verir ve beklenen getirinin her bir belirlenmiş seviyesinde minimum riski sağlamak için optimizasyon modelini zorlar. Burada çok amaçlı formülasyonun ortalama varyans üzerinde karşılaştırılmalı iki avantajı bulunmaktadır. İlki M-V yaklaşımı yatırımcının tek amacının riski minimize etmek olduğunu varsayarken bu durum riske istekli yatırımcı için pek uygun olmayabilmektedir. Çok amaçlı formülasyon herhangi bir risk toleransındaki yatırımcı için uygulanabilir. İkinci olarak M-V metodu yatırımcının bir beklenen değer kısıtı koymasını gerektirir. Fakat yatırımcıların yatırımları üzerinde herhangi bir kısıt koymak istemedikleri zamanlar vardır. Ya da yatırımından ne çeşit bir getiri beklemesi gerektiğini bilmeyebilir. Çok amaçlı optimizasyon optimal risk-getiri takasının tam bir resmini sağlar.

Bu iki metod arasındaki bir başka anahtar fark etkin sınırların üretimine yaklaşımları konusudur. Çok amaçlı optimizasyonun etkin sınırı riskten kaçınma indeksi μ ile belirlenir. Riskten kaçınma indeksi, yatırımcının beklenen getiriye karşılık ne kadar risk yüklendiğini ölçer. μ 'nün farklı değerleri, risk ve beklenen getirinin farklı değerlerini belirler. M-V metodunun etkin sınırı iki optimal portföyün değişen oranları ile üretilir. Çünkü iki hisse ayırım teoremi herhangi bir optimize

⁷ ispat için (Duan 2007, 13) makalesi incelenebilir

edilmiş portföyün, iki optimal portföyün optimizasyonu ile çoğaltılabileceğini garanti eder. Bundan dolayı M-V optimizasyonu için etkin sınırı üretme sürecinde, verilen beklenen getiri vektörü $\bar{p}$ ile bir ikincil portföyü tekrarlamak için kişinin minimum varyans portföyü kullanması gerekmektedir. Bunun sonucunda etkin sınırı üretmek için ortalama varyans metodunu kullanma, çok amaçlı yaklaşımdan sayısal olarak daha elverişsiz olabilir.

4.3. ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYONUN ÇÖZÜMÜ

Tek amaçlı optimizasyonda olduğu gibi çok amaçlı optimizasyonu (MOP) çözen teknikler; kesin ve yaklaşık (sezgisel) algoritmalar olarak sınıflandırılabilir. Dal Sınır, A^* algoritması, Dinamik programlama gibi metotlar küçük boyutlu problemlerin çözümünde etkilidir. Problem daha zorlu olduğu zaman yaklaşık algoritmalar zorunludur (Talbi, et al. 2012, 284).

Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümü literatürde iki farklı şekilde yapılmaktadır. Bunlar (Özyön, Yaşar ve Temurtaş 2011, 49)

1-Doğrudan çok amaçlı optimizasyon problemlerini çözen metotların uygulanması

2-Çok amaçlı optimizasyon problemlerini tek amaçlı optimizasyon problemlerine dönüştürdükten sonra bu tür problemleri çözen metotların uygulanması şeklindedir.

Böylece çok amaçlı programlama sayesinde karar vericinin çelişen amaçlarına matematiksel programlama yardımıyla tatmin edici çözümler bulunacaktır.

Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin uygun dönüşümler vasıtası ile tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürülmesine skalerleştirme denilmektedir. Dolayısı ile bu problemleri çözmek için, tek amaçlı modellerin çözümü için

geliştirilen yöntemlerin gücünden skalerleştirme vasıtası ile yararlanılır. Bu skalerleştirme yöntemlerinin çözümü ise zorluk teşkil etmektedir. Ağırlıklı Toplam (Weighted-Sum) Skalerleştirme (ATY), ε -Kısıt Skalerleştirme (EKY), Melez Skalerleştirme (MY), Elastik Kısıt Skalerleştirme (ELKY) , Benson Skalerleştirme (BY), Uzlaşık (Compromise) Programlama (UPY), Konik Skalerleştirme (KSY), Hedef programlama (HP) skalerleştirme yöntemlerinden bazılarıdır.

Uygun çözüm alanının dışbükey olmadığı durumlarda Pareto etkin çözümlerin belirlenmesi ciddi bir sorun oluşturmaktadır. 2001 yılında Gasimov tarafından geliştirilen konik skalerleştirme yöntemi, dışbükeylik koşulu gerektirmemekte ve çok geniş bir problem sınıfına başarıyla uygulanabilmektedir. klasik ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilmesi mümkün olmayan içbükey Pareto etkin çözümlerin bu yöntemle rahatlıkla bulunabileceği gösterilmiştir (Sipahioğlu ve Saraç 2010, 2).

Bu tekniklerden konik skalerleştirme tekniğinin üstünlüğü, konveks olmayan çok kriterli problemin tüm etkin noktalarını elde edebilmesidir. Konveks olmayan ve diferansiyellenemeyen konik skaler problemlerin çözümü için ise Genişletilmiş Sivri Lagrangian Dualite yaklaşımı ve F-MSG algoritması kullanılmıştır (Kemalbay 2008, 11).

Çok kriterli optimizasyon problemlerinin çözümü için birinci aşamadaki en temel yaklaşım skalerleştirme yöntemi uygulamaktır. Böylece problem çok kriter yerine tek kriter ile ifade edilebilir. Literatürdeki mevcut skalerleştirme yöntemleri genellikle konveks problemlere hitap etmektedir. Konveks olmayan problemler için Gasimov (2001) tarafından geliştirilen konik skalerleştirme yöntemi, amaç fonksiyonları ve kısıtlamalar üzerinde konvekslik koşulu aramadan çok kriterli problemin etkin yüzeyindeki tüm noktaları elde eder. Elde edilen konik skaler problem

diferansiyellenemeyen yapıda olduğundan türev bilgisi gerektiren klasik Lagrangian yöntemleri ile çözülemez. Azimov ve Gasimov 1999, 2002, konveks olmayan optimizasyon problemlerinde sıklıkla karşılaşılan dual aralığı gidermek için asıl problem üzerinde herhangi konvekslik veya diferansiyellenebilirlik şartı gerektirmeyen genişletilmiş sivri Lagrangian dual problemi yaklaşımını önermişlerdir. İzleyen çalışmalar ile bu konveks olmayan, diferansiyellenemeyen dual problemin çözümü için Gasimov tarafından geliştirilen Uygun Değerler Temelli Geliştirilmiş Subgradient Yöntemi (F-MSG), skaler problem üzerinde konvekslik veya diferansiyellenebilirlik koşulları aramadığı için konveks olmayan, kısıtlamalı, çok kriterli optimizasyon problemlerinin çözümünde mevcut yöntemlere göre birçok üstünlük sağlamaktadır (Kemalbay 2008, 14).

Portföy seçimi probleminde klasik ortalama-varyans yaklaşımına ilaveten üçüncü ve dördüncü mertebeden merkezi momentler göz önüne alındığında problem genellikle konveks olmayan, diferansiyellenemeyen, çok kriterli optimizasyon problemi ile ifade edilir (Kemalbay 2008, 3).

Çok amaçlı karar verme literatüründe yer alan bu yöntemler karşılaştırıldığında ideal bir çözüm yöntemi olmadığı, yöntemlerin birbirlerine farklı açılardan üstünlük sağladığı tespit edilmiştir ve yöntemlerin değerlendirilmesinde en önemli unsurun “karar vericinin yeri ve karar sürecine katılımı” olduğu belirtilmiştir. Buna göre yapılan bu sınıflandırma; 1- *Karar vericinin tercih bilgisini gerektirmeyen yöntemler* (Ağırlıksız Uzlaşık Programlama Yöntemleri); 2- *Yöntemi uygulamadan önce karar vericinin tercih bilgilerine ihtiyaç duyulan yöntemler* (ATY, HP, Lexicographic sıralama temelli yöntemler, Fayda teorisi temelli yöntemler, Konik Skalerleştirme Yöntemi); 3- *Analiz önceliğine dayanan, karar vericinin sürecin sonunda yer aldığı yöntemler* (e-kıstı, Ağırlıklı Uzlaşık Programlama Yöntemleri

,Benson Yöntemi, Elastik Kısıt yöntemi); 4-Karar verici ile etkileşimli yöntemler (Tchebycheff metriği temelli interaktif yöntemler, referans noktası algoritmaları) şeklinde sıralanır (Üstün 2007, 86).

Çalışmamız kapsamında Ağırlıklı toplam skalerleştirme yöntemi EXCEL ‘de çok amaçlı Ortalama Varyans Çarpıklık modelinin çözümü için ve Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık modelinin çözümü için ise Polinomsal Hedef Programlama yöntemleri kullanılacaktır.

Ağırlıklı Toplam (Weighted- Sum) Skalerleştirme Yöntemi (Duan 2007)

Çok amaçlı yaklaşımda kullanılan Ağırlıklı Toplam yöntemi; $f_1(\bar{x}), f_2(\bar{x}), \dots, f_n(\bar{x})$ gibi birçok amacı, her bir amaca önem derecelerine göre bir ağırlık katsayısı atayarak tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürür. Standart çözüm tekniği, tek amaçlı metodu kullanarak amaçların pozitif ağırlıklandırılmış konveks toplamalarını minimize etmektir.

$$M \text{ in } F(\bar{x}) = \sum_{i=1}^n a_i f_i(\bar{x}), \quad a_i > 0, i = 1, 2, \dots, n \quad (4.41)$$

Çok amaçlı optimizasyondaki optimum kavramı Pareto (Etkin) Optimumu ile nitelendirilir. Ancak ve ancak $i=1,2,\dots,n$ ’in tamamı için $f_i(\bar{x}) \leq f_i(\bar{x}^*)$ gibi bir $\bar{x}$ vektörü yoksa asıl olarak $\bar{x}^*$ vektörünün pareto optimal olduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle $\bar{x}^*$, eğer $F(\bar{x}^*)$ ’in optimal değerini elde ederse bir Pareto noktasıdır.

Yatırımcılar aynı anda beklenen getiriye maksimize etmek ve riski minimize etmekle ilgilendiklerinden dolayı, portföy optimizasyon problemi çok amaçlı bölümde tanıtılan Model 5 deki gibi birçok amaçlı optimizasyon problemi olarak

nitelendirilebilir. Bu durumda kişi pareto optimuma erişebilir. Çünkü *Model 5*'in formülasyonu herhangi bir yerel optimumum bir global optimum olduğunu garanti eden konveks vektör optimizasyonunun kategorisine aittir.

Vektör gösterimi ile ele alırsak; *Model 5* teki portföy optimizasyon problemi için belirli formülasyon; portföy riski ($\sigma^2 = \bar{x}^T V \bar{x}$) ni minimize eden ve portföyün beklenen getirisini ($x_p = \bar{p}^T \bar{x}$) maksimize eden 2 amacın, *negatif* portföy beklenen getirisinin ve portföyün riskinin minimize edilmesine eşitlenmesi şeklinde tanımlanarak belirlenebilir. Bu *Model 5*'in yeni formülasyonunu verir.

$$\begin{aligned} \text{minimize } \bar{x} \text{ e.göre } (f_1(\bar{x}), f_2(\bar{x})) &= (-\bar{p}^T \bar{x}, \bar{x}^T V \bar{x}) \\ \text{k.a. } \bar{1}^T \bar{x} &= 1 \end{aligned} \quad (\text{Model 5})$$

Bu problemin skalerleştirme yöntemi ile çözümünde sırasıyla $f_1(\bar{x}), f_2(\bar{x})$ amaç fonksiyonları için $\lambda_1, \lambda_2 > 0$ olmak üzere iki ağırlık katsayısı atanır. λ_1 ve λ_2 değişerek, vektör optimizasyon probleminde farklı pareto optimal çözümleri elde edilebilir. $\lambda_1=1$ ve $\lambda_2 = \mu > 0$ alınabilir.

$$\begin{aligned} \text{minimize : } -\bar{p}^T \bar{x}, \mu \bar{x}^T V \bar{x} \\ \text{k.a. } \bar{1}^T \bar{x} &= 1 \end{aligned} \quad (\text{Modifiye edilmiş Model 5})$$

μ , ağırlık katsayısı bir yatırımcının beklenen getiri karşılığında ne kadar risk ağırlığına sahip olduğunu göstermektedir. Kişi, μ 'yü yatırımcının risk toleransını ölçen bir riskten kaçınma indeksi olarak göz önünde tutabilir. μ 'nün küçük bir değeri yatırımcının risk almaktan kaçınmadığını, μ 'nün büyük bir değeri ise yatırımcının riskten kaçındığını gösterir. Tüm Pareto optimal portföyleri $\mu \rightarrow 0$ ve $\mu \rightarrow \infty$ olduğu yer dışındaki μ 'nün değişik varyasyonları ile elde edilebilir. $\mu \rightarrow 0$

iken varyans terimi $\mu\bar{x}^TV\bar{x} \rightarrow 0$ 'a gider ve amaç fonksiyonu, $-\bar{p}^T\bar{x}$ beklenen getiri terimi ile baskın gelmektedir. Bu yalnızca getiriye maksimize etme ve riski göz ardı etmek isteyen yatırımcıların olduğu yerde model 1'i tekrar eder. Bu durumda yatırımcı oldukça riski istiyor olmaktadır. Bu uç durum için optimal strateji ,en yüksek beklenen getiriye veren varlıklar üzerinde portföyün tamamına konsantre olmaktır. $\mu \rightarrow \infty$ iken $\mu\bar{x}^TV\bar{x} \rightarrow \infty$ 'a gider. Amaç fonksiyonu $\mu\bar{x}^TV\bar{x}$ varyans terimi ile belirlenir. Bu da beklenen getiriye dikkate almaksızın yalnızca riski minimize etmek isteyen yatırımcının olduğu yerde model 2 'yi tekrar eder. Bu durumda yatırımcı oldukça riskten kaçınır. Bu çeşit bir yatırımcı için optimal strateji tüm kaynaklarını en küçük varyansa sahip olan varlıklar üzerine yatırmaktır. μ 'yü çeşitlendirerek yatırımcılara herhangi bir risk toleransında sunulan çeşitli optimizasyon modelleri üretilir.

Skalerleştirilmiş Problemlerin çözümünde ise Klasik Lagrange Fonksiyonu Kullanılabilir.

Kısaca Lagrange Fonksiyonu; $L(\bar{x}) = -\bar{p}^T\bar{x} + \mu\bar{x}^TV\bar{x} + \lambda(\bar{1}^T\bar{x} - 1)$ biçimindedir.

$$\text{Ya da } L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j + \lambda_1 \left(1 - \sum_{i=1}^n x_i \right) + \lambda_2 \left(R^* - \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \right) \quad (4.42)$$

ile gösterilebilir

(Mhiri ve Prigent 2010, 159).

5. YÜKSEK MOMENTLERİN GEREKLİLİĞİ

Modern portföy teorisinde verilen bir beklenen getiri düzeyinde riski minimum yapan ya da eşit olarak verilen bir risk seviyesinde beklenen getiriyi maksimum yapan Ortalama-Varyans modeli ilk olarak 1952 yılında Markowitz tarafından tanıtılmıştır ve portföy optimizasyonunda pratik bir araç olarak yaygın bir kabul kazanmıştır. Markowitz' in dönüm noktası niteliğindeki çalışmasından itibaren portföy seçimine katkıların çoğu getiri dağılımının yalnızca ilk iki momentine dayandırılmıştır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011). Fakat daha yüksek momentlerin portföy seçiminde acaba hesaplanmalı şeklinde bir tartışma oluşturmuştur. Arditti 1971, Samuelson 1958, Rubinstein 1973, Konno and Suzuki 1995, Jean 1971, Scott and Horvath 1980 gibi bir çok akademisyen eğer yatırımcıların fayda fonksiyonlarının kuadratikten daha yüksek mertebede olduğu varsayılıyorsa portföy analizi ve risk yönetiminin yüksek moment çatısına genişletilmesini gerektirdiğini tartışmışlardır (Lai, Yu ve Wang 2006).

Markowitz' in çalışmasında varlık getirilerinin çok değişkenli normal dağılım gösterdiği varsayılmaktadır. Bunun anlamı varlık getirilerinin dağılımı tamamen beklen getiri ve varyans ile tanımlanabilir. Fakat deneysel finans günlük, haftalık ve aylık frekansta örneklendirilen bireysel varlık getirilerinin dağılımının negatif çarpıklık ve fazla basıklık sergilediğini göstermiştir. Bu nedenle normal bir dağılımla doğru olarak tanımlanamaz. Negatif çarpıklığın varlığında negatif getiri, pozitif getiriden daha yüksek bir olasılıktır. Ayrıca eğer bir portföy getirisinin dağılımı pozitif çarpık ise bu düşük getirilerin sıklıkla meydana geldiğini fakat kayıpların küçük olduğunu belirtir. Oysaki çok yüksek getiriler daha az sıklıkla fakat daha çok uç

noktada meydana gelir. Dahası basıklık uç sınır olaylarının olasılığını yansıtabilir. Fazla pozitif basıklık ya da leptokurtosis, getiri dağılımlarının normal dağılımdan daha şişkin kuyruklarının olduğunu belirtir. Normalden sapma getiri dağılımlarının daha yüksek momentlerinin portföy davranışını tanımlamak için gerekli olduğu anlamına gelmektedir. Çarpıklık ve basıklık önemli olduğu zaman eğer biz getiri dağılımları için normallik varsayımı altında yalnızca ortalama ve varyansa bakıyor isek o zaman riski gerçek değerinin altında belirleriz ve bu da verimsiz bir portföy elde etmemize neden olur. Ayrıca Markowitz tarafından önerilen Ortalama-Varyans modeli optimal portföy seçim problemi için yeterli değildir ve daha yüksek momentler ihmal edilemez (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011).

Ortalama-Varyans çerçevesinin portföy seçimi için daha yüksek momentlere uzanmasında oluşan problemlerden biriside bu dört amaç arasında bir takas bulmanın kolay olmamasıdır. Çünkü çarpıklık ve basıklığın varlığında problem konveks olmayan ve düzgün olmayan birçok amaçlı optimizasyon problemine dönüşür. Ayrıca portföy seçimi üzerine araştırmacıların büyük çoğu daha çok ilk üç momente yoğunlaşmışlar ve basıklığı ihmal etmişlerdir. Buna ek olarak modellerin çoğu varlık getirilerinin dağılımını göz önünde tutmuş fakat yatırımcının risk tercihleri ya da ticaret stratejileri gibi diğer faktörler hesaba katılmamıştır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011).

Bu problemleri ele almak için birçok yaklaşımlar önerildi ve bunu çözmek için etkin yollardan birisi Polinomsal Hedef programlama metodudur. PGP probleminin önemli bir özelliği uygun çözüm daima olduğundan optimal çözümün olmasıdır. Bu metodun diğer önemli özelliği yatırımcının tercihlerini içermedeki esnekliği ve hesapsal gerekliliğindeki basitliğidir. Bunun sonucunda bu çalışma

yatırımcının çarpıklık ve basıklıktaki tercihlerini içeren Polinomsal Hedef Programlama’ dan faydalanarak Lai ve arkadaşlarının 2006 yılındaki çalışmasına uzanmaktadır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011).

Özetle, tezimizde uygulama aşamasındaki çalışmanın ana odağı polinomsal hedef programlama oluşturarak yatırımcının risk tercihinine dayalı portföy seçim problemi için ortalama-varyans-çarpıklık-basıklık modeli önermektir.

Varlıkların momentlerini kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Rustem ve Kleniati 2009, 4-5);

Tablo 10: *Varlık Momentleri Semboller*

<i>Moment</i>	<i>Sembol</i>
<i>i. varlık beklenen getiri(ortalama)</i>	μ_i
<i>i. varlık var yansı</i>	σ_{ii}
<i>i. varlık çarpıklığı</i>	s_{iii}
<i>i. varlık basıklığı</i>	k_{iii}
<i>i ve j varlıklarının ko var yansı</i>	σ_{ij}
<i>i, j ve k varlıklarının birlikte çarpıklığı</i>	s_{ijk}
<i>i, j, k ve l varlıklarının birlikte basıklığı</i>	k_{ijkl}

Tablo 11: Varlık Momentleri Tanım ve Formülleri

<i>Moment</i>	<i>Gösterim</i>	<i>Formül</i>
μ_i	$E[R_i]$	$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{it}$
σ_{ii}	$E[(R_i - \mu_i)^2]$	$\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)^2$
s_{iii}	$E[(R_i - \mu_i)^3]$	$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)^3$
k_{iiii}	$E[(R_i - \mu_i)^4]$	$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)^4$
σ_{ij}	$E[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)]$	$\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)$
s_{ijk}	$E[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)(R_k - \mu_k)]$	$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)(R_{kt} - \mu_k)$
k_{ijkl}	$E[(R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)(R_k - \mu_k)(R_l - \mu_l)]$	$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)(R_{kt} - \mu_k)(R_{lt} - \mu_l)$

5.1. MATRİS GÖSTERİMLERİ

İki varlıklı bir portföy için matrisleri aşağıdaki gibidir (Rustem ve Kleniati 2009, 4-5).

N=2 olmak üzere, 2 varlıklı bir portföyün beklenen getiri ve varyans matrisleri ;

$$\mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} \quad V = \sum = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{bmatrix} \quad \text{biçimindedir.}$$

Farklı kaynaklarda farklı gösterimler tanımlanmış olup bunlara değinilecektir.

Athayde ve Flôres (Athayde ve Flores Jr. 2004, 1338) İki varlık için çarpıklık matrisinin tanımını şu şekilde yapmıştır;

İki varlıklı bir portföy durumunda koçarpıklık (co-skewness) matrisi (2×2^2) ya da (2×4) lük bir matris olacaktır.

$$\begin{bmatrix} \sigma_{111} & \sigma_{112} & \sigma_{211} & \sigma_{212} \\ \sigma_{121} & \sigma_{122} & \sigma_{221} & \sigma_{222} \end{bmatrix}$$

σ_{121} , 1.ve 2. varlıklar arasındaki koçarpıklıktır. Diğerleri de benzer olarak varlıkların birlikte çarpıklığını içermektedir. Aslında bu matriste yalnızca 4 farklı eleman vardır.

$$\begin{aligned} &\sigma_{111}, \\ &\sigma_{112} = \sigma_{121} = \sigma_{211}, \\ &\sigma_{122} = \sigma_{212} = \sigma_{221}, \\ &\sigma_{222}. \end{aligned}$$

Aynı şekilde 2 varlıklı bir portföy için bileşik basıklık(co-kurtosis) matrisi (2×2^3) ya da (2×8) lik bir matris olacaktır. Bu matrisi Kleniati ve Rustem (Rustem ve Kleniati 2009, 4-5) aşağıdaki gibi göstermiştir;

$$K = \begin{bmatrix} k_{1111} & k_{1112} & k_{1211} & k_{1212} & k_{2111} & k_{2112} & k_{2211} & k_{2212} \\ k_{1121} & k_{1122} & k_{1221} & k_{1222} & k_{2121} & k_{2122} & k_{2221} & k_{2222} \end{bmatrix}$$

Benzer şekilde 2 varlıklı portföy için co-kurtosis matrisini Beardsley, Field ve Xiao (Beardsley, Field ve Xiao 2012, 23) şu şekilde tanımlamıştır;

$$\begin{bmatrix} \sigma_{1111} & \sigma_{1112} & \sigma_{1121} & \sigma_{1122} & \sigma_{1211} & \sigma_{1212} & \sigma_{1221} & \sigma_{1222} \\ \sigma_{2111} & \sigma_{2112} & \sigma_{2121} & \sigma_{2122} & \sigma_{2211} & \sigma_{2212} & \sigma_{2221} & \sigma_{2222} \end{bmatrix}$$

Her iki matriste benzerdir ve yalnızca beş farklı elamanı vardır.

$$\begin{array}{ccc}
\sigma_{1111}, & & k_{1111}, \\
\sigma_{1112} = \sigma_{1121} = \sigma_{1211} = \sigma_{2111}, & & k_{1112} = k_{1211} = k_{2111} = k_{1121}, \\
\sigma_{1122} = \sigma_{1212} = \sigma_{1221} = \sigma_{2112} = \sigma_{2121} = \sigma_{2211}, & = & k_{1212} = k_{2112} = k_{2211} = k_{1122} = k_{1221} = k_{2121}, \\
\sigma_{1222} = \sigma_{2122} = \sigma_{2212} = \sigma_{2221}, & & k_{2212} = k_{1222} = k_{2122} = k_{2221}, \\
\sigma_{2222}. & & k_{2222}.
\end{array}$$

36) 3 varlıklı bir portföy için co-skewness matrisi (Rockinger ve Jondeau 2006,

$$M_3 = \begin{bmatrix} s_{111} & s_{112} & s_{113} & | & s_{211} & s_{212} & s_{213} & | & s_{311} & s_{312} & s_{313} \\ s_{121} & s_{122} & s_{123} & | & s_{221} & s_{222} & s_{223} & | & s_{321} & s_{322} & s_{323} \\ s_{131} & s_{132} & s_{133} & | & s_{231} & s_{232} & s_{233} & | & s_{331} & s_{332} & s_{333} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{1jk} & S_{2jk} & S_{3jk} \end{bmatrix}$$

S_{1jk} , (n,n) matrisli $\{s_{1jk}\}_{j,k=1,2,3}$ 'nın kısa notasyonudur. Benzer şekilde

n=3 için Co-kurtosis matrisi;

$$M_4 = \begin{bmatrix} K_{11kl} & K_{12kl} & K_{13kl} & | & K_{21kl} & K_{22kl} & K_{23kl} & | & K_{31kl} & K_{32kl} & K_{33kl} \end{bmatrix}$$

K_{11kl} , (n,n) matrisli $\{k_{11kl}\}_{k,l=1,2,3}$ 'nin kısa notasyonudur.

Şunu belirtmek gerekir ki simetriklikten dolayı bu matristeki tüm elemanların hesaplanmasına gerek yoktur. (n,n) boyutlu kovaryans matrisinin yalnızca $n(n+1)/2$ elemanı hesaplanmalıdır. Benzer olarak co-skewness ve co-kurtosis matrisleri (n,n^2) ve (n,n^3) boyutludur. Fakat sırasıyla yalnızca $n(n+1)(n+2)/6 = \binom{n+2}{3}$ elemanı ve $n(n+1)(n+2)(n+3)/24$ farklı eleman içerir. Örneğin ; n=3 için kovaryans matrisinin 6 farklı elemanı ,co-skewness matrisi için 10 elemanı ve co-kurtosis matrisi için 15 eleman hesaplanır. Oysaki bu matrisler sırasıyla 9,27 ve 81 elemanlıdır.

N boyutlu bir co-skewness matrisini hesaplamak istediğimizde bu matrisi Satchell ve Scowcroft (2003,s.247) şu şekilde göstermişlerdir (Kabatchenko 2008, 29).

$$M_3 = \begin{bmatrix} \sigma_{111}\sigma_{121} \dots \sigma_{1n1} & \sigma_{112}\sigma_{122} \dots \sigma_{1n2} & \dots & \sigma_{11n}\sigma_{12n} \dots \sigma_{1nn} \\ \sigma_{211}\sigma_{221} \dots \sigma_{2n1} & \sigma_{212}\sigma_{222} \dots \sigma_{2n2} & \dots & \sigma_{21n}\sigma_{22n} \dots \sigma_{2nn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n11}\sigma_{n21} \dots \sigma_{nn1} & \sigma_{n12}\sigma_{n22} \dots \sigma_{nn2} & \dots & \sigma_{n1n}\sigma_{n2n} \dots \sigma_{nnn} \end{bmatrix}$$

$$M_3 = [[M_{31}], [M_{32}], [M_{33}] \dots [M_{3n}]]$$

M_{31} , ilk varlık ile diğer tüm varlıklar arasındaki co-skewness matrisini belirtir.

Uygulamamızda EXCEL’de co-skewness matrisinin oluşturulmasında bu matris kullanılmıştır.

5.2. LİTERATÜR

Markowitz (1952)’in çığır açan çalışması olan varlık dağıtımı için sunduğu Ortalama-Varyans modeli, bu kriterin yeterliliğinin sorgulanmasını temel alan literatürde birçok çalışmayı ortaya çıkarmıştır (Xu Qi-fa , Pu ve Jiang Cui-xia 2007).

Markowitz' in (1952,1959) Ortalama Varyans portföy modelini önermesinden itibaren, portföy seçimi üzerine birçok çalışma portföy kararları için getiri dağılımlarının ilk iki momenti üzerine odaklanmıştır. Onun çatısı altında getiri dağılımlarının normal olduğu ve fayda fonksiyonunun yalnızca ilk iki momente bağlı olduğu yani fayda fonksiyonunun kuadratik olduğu varsayılır. Finansal dizilerin

normal olmadığı bilinir. Ayrıca birçok deneysel olaylar, varlık getirilerinin asimetrik ve (sivri) leptokurtic olmaya eğilim gösterdiğini ileri sürmektedir. Bu normal dağılımdan daha tepede ve daha kalın, şişkin kuyruklu olmasıdır. Fakat Samuelson 1970, Arditti 1971, Rubinstein 1973, Scott ve Horvath 1980, Lai 1991, Konno ve Suzuki 1995, Chunhachinda ve diğ.1997, Prakash ve diğ. 2003, Lai ve diğ. 2006 gibi birçok araştırmacı varlık getirilerinin normal dağıldığına ya da fayda fonksiyonunun kuadratik olduğuna veya bu daha yüksek momentlerin yatırımcının kararı ile ilgisiz olduğuna inanmak için bir sebep olmadığı takdirde daha yüksek momentlerin ihmal edilemeyeceğini tartışmıştır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011, 43).

Dahası, Honoch ve Levy 1970 kuadratik fayda fonksiyonunun azalan mutlak riskten kaçınmanın normal varsayımına zıt olan artan mutlak riskten kaçınmayı vurguladığını göstermiştir. Levy ve Sarnat 1972 ayrıca kuadratik fayda fonksiyonu varsayımının yalnızca nispeten düşük getiriler için uygun olduğunu göstermiştir. Ve yatırım kararı sınırlı bir zaman aralığına sınırlandırılmış olduğu zaman, Samuelson 1970 Ortalama-Varyansın etkinliğinin yetersiz olduğunu ve daha yüksek momentlerin portföy seçimi ile ilgili olduğunu göstermiştir. Scott ve Horvath 1980, momentlerin tercih yönüne karar vererek daha yüksek momentlerin kullanımını araştırmıştır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011, 44).

Simonson 1972, Kane 1982, Barone-Adesi 1985, Lai 1991, and Konno, Shirakawa and Yamazaki 1993 yapmış oldukları çalışmalarda getiri dağılımlarının üçüncü momentinin gerekliliğini belirtmişlerdir (Beardsley, Field ve Xiao 2012, 18).

Genel olarak yatırımcılar tek momentler için yüksek değeri, çift momentler için ise düşük olanı tercih edecektir. Sonuç olarak Markowitz(1952)'in çalışmasından itibaren Ortalama-Varyans çatısı konseptindeki son dönemdeki

Çalışmaların bazıları portföy seçiminde getirinin arpıklık ve basıklık içermesine kadar uzanır. Getiri dağılımlarında çarpıklığın önemi fiyatlandırma borsalarında Arditti 1967,1971 tarafından tanıştırılmıştır. Kraus ve Litzenberger 1976, üç parametrelili sermaye varlıkları fiyatlandırma modelini ileri sürmüştür. Lai 1991, Chunhachinda 1997 ve Prakash ve diğ. 2003 çarpıklığın yatırımcının portföy kararlarına dâhil edilmesi, optimal portföyün yapısında büyük değişikliklere sebep olduğunu göstermişlerdir (Kemalbay, zkut ve Franko 2011).

Aslında  olayların olasılığını yansıtan basıklık birçok araştırımcı tarafından uzun bir süre ihmal edilmiştir. Portföy seçim probleminin boyutluluğu artarken, dördüncü dereceden (kuartik) portföy etkin sınırına geometrik yorum geliştirmek ve sınır noktaları arasından en çok tercih edilen portföyü seçmek zorlaşacaktır. Mandelbrot 1963, fiyat değişimlerinin normal dağılımdan daha çok tepede ve kalın kuyruklu olduğunu belirtmiştir ve büyük olasılıkla fazla basıklığı finansal verilerinde hesaba katan ilk kişidir. nemli deneysel literatüre şimdi bu durumu dikkate almasına rağmen, finansal teori basıklık gibi daha yüksek momentleri gelişmelerine dâhil etmeye isteklidir. Jean 1971, portföy analizini 3 ve daha fazla parametreye genişletir ve daha yüksek momentler için risk primi türetir. Fang ve Lai 1997, ilk kez olarak basıklığı çarpıklığa ek olarak Sermaye Varlıkları Fiyatlandırma Modelini geliştirmek için tanıtmıştı. Jondeau ve diğ. 2004-2006, basıklığı portföy seçim probleminde fayda fonksiyonu vasıtası ile verdi (Kemalbay, zkut ve Franko 2011, 44-45).

Ayrıca Ortalama Varyans arpıklık Basıklık uzayında analitik çözüm arayan diğer bazı araştırmacılar; Athayde ve Flores 2004, Adcock 2005, Jurczenko ve Maillet 2005. Dahası, Jondeau ve Rockinger 2003,2005, Jurczenko ve Maillet 2005

optimal portföyü tespit etmek için yatırımcıların amaç fonksiyonlarının Taylor seri açılımını kullanmıştır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011).

5.3. POLİNOMSAK HEDEF PROGRAMLAMA (PGP)

Çarpıklık ve basıklığın varlığında portföy seçim problemi aynı anda basıklık ve riskin minimize edildiği, çarpıklık ve beklenen getirinin maksimize edildiği, çoklu çelişen ve yarışan amaç fonksiyonları ile karakterize edilen konveks ve düzgün olmayan optimizasyon problemine dönüşür. Bu karmaşık işlemi çözmek için literatürde farklı yaklaşımlar önerilmiştir ve etkin yollardan birisi yatırımcıların tercihlerini ve yatırım stratejilerini içermesi gereken Polinomsal Hedef Programlama (PGP) uygulamasıdır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011).

Literatürdeki bu uygulama Lai 1991, Chunhachinda et al. 1997 ve Prakash et al. 2003 tarafından yüksek momentlerin ortalama-varyans-çarpıklık portföy seçim problemlerine uygulanmıştır. Deneysel alanda ise MVS portföy seçim probleminin çözümü için Jondeau and Rockinger 2006, Taylor seri açılımı ile normalden sapmanın varlık tahsisini nasıl etkileyebileceğini değerlendirmişlerdir. Joro and Na 2006, yine ortalama-varyans-çarpıklık çerçevesine dayalı bir portföy performans ölçüsü geliştirmişlerdir. Zuluaga and Cox 2010, portföyün çarpıklığını geliştirmek için optimizasyon tabanlı algoritma önermişlerdir (Gan 2011, 2).

Hedef Programlama(GP), lineer programlamada önemli bir kategoridir. Bu yapıda her bir amaç fonksiyonunu optimize etmek yerine, karar vericiye bu fonksiyon için gerçekçi olan belirli bir amaç ya da hedef değeri sorulur. Hedef Programlamanın tüm amacı istenilen seviye ile hedeflerin başarısı arasındaki sapmaları minimize etmektir.

Bu bölümde ele aldığımız PGP’ da portföy seçiminde daha yüksek momentleri içermemize izin veren birçok amaçlı hedef programlama tekniğidir ve hem seviyeler arası hem de seviye tercihleri arasındaki takası, polinomsal ifade biçiminde amaç fonksiyonunun özelliği vasıtasıyla düzenler (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011).

Yani kısaca PGP’ de ana fikir karar verici bazı amaçları aynı anda maksimize ve minimize etmeye çalışmaktadır. Gerçekte ise ideal sonuç başılamayabilinir. Bu nedenle problem gerçekte ne başılabiliyor ise bununla, ideal sonuç arasındaki “uzaklık” ın minimize edilmesi problemine dönüştürölür. ”Uzaklık”, polinomsal fonksiyon ile özetlenir ve ölçölür. Polinomsal Hedef Programlama da bu polinomsal fonksiyonun minimizasyonu işlemidir (Gan 2011, 3).

Lai ve diğ.’nin belirttiğı üzere; (1) PGP hangi yatırım stratejilerini içermesi gerektiğı ve (2) her stratejide ne kadar sermayenin bölüştürölmesi gerektiğı hususunda bize optimal varlık dağıtımını üzerinde rehberlik sağlar (Lai, Yu ve Wang 2006)

PGP’nın ilk ele alınışı Deckro ve Hebert’in 1977’de ORSA/TIMS ulusal toplantısında sunulan raporlarıdır. Deckro ve Hebert, 1988 yılında PGP’ nın doğruluğunu geliştirmek için gelişmiş bir versiyonunu önermişlerdir. Araştırma sonucunda Tayi ve Leonard 1988’ ın ise raporu finansal problemleri çözmek için kullanan ilk kişi olduğı belirlenmiştir (Gan 2011, 2). Tayi ve Leonard, birbiri ile çelişen ve yarışan amaçların olduğı banka bilanço yönetimini kolaylaştırmak için kullanmışlardır (Lai, Yu ve Wang 2006). Daha sonra Lai 1991 PGP’ı portföy seçimine uyguladı ve çarpıklıkla bir portföyün oluşmasında yatırımcının tercihlerini dâhil etmeyi araştırdı. Benzer olarak Leung ve diğ. 2001 genel Minkovski

uzaklığının yardımı ile Ortalama Varyans Çarpıklık modelini çözmek için PGP'ı vermiştir. Ortalama Varyans Çarpıklık çatısı altında ayrıca Chunchachinda ve diğ.1997, Wang ve Xia 2002, Sun ve Yan 2003, Prakash ve diğ. 2003 optimal portföyü oluşturmak için PGP'ı kullanmıştır. Lai ve diğ. 2006 PGP'da portföy seçiminin boyutunu Ortalama-Varyans-Çarpıklıktan, Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık'a artırmıştır. Daha yakın zamanlarda çarpıklık ve basıklık gibi daha yüksek momentleri içermesi ile PGP ardından, Harvey ve diğ.2004, Lai ve diğ. 2006, Jurczenko ve diğ.2006, Qi-Fa ve diğ. 2007, Briec ve Kerstens 2009, Kleniati ve Rustem 2009, Taylan ve Tatlıdil 2010, Mhiri ve Prigent 2010 tarafından etkin portföy için etkin bir yol olarak kullanıldı ve ayrıca Jurczenko ve diğ.2005, Davies ve diğ.2004-2009 ve Berenyi 2001-2005 etkin fonlar ve Hedge fonlar için kullandı (Taylan ve Tatlıdil 2010, Kemalbay 2008).

Daha önce yapılmış olan çeşitli ampirik çalışma sonuçları, tüm yatırımcı tercihleri ve hisse senedi endeksleri için, ortalama-varyans-çarpıklık-basıklık çerçevesinde çoklu çelişen portföy amaçlarının çözümünde PGP yaklaşımının etkili bir yol olduğunu işaret etmektedir (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011).

Chunhachinda ve ark. (1997) 'nın belirttiği gibi polinomsal hedef programlama;

- Optimal bir çözümün varlığını,
- Yatırımcının tercihlerini içermedeki esnekliği ve
- Hesapsal gerekliliğinin görece basitliği şeklinde önemli özellikleri içermektedir (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011).

Lai 1991 'nin belirttiği gibi portföy seçiminde bazı standart varsayımlar vardır ve biz bu varsayımları bazı küçük noktalar dışında kabul ederiz (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011, 46).

- Yatırımcılar dönem sonunda varlıklarının beklenen faydasını maksimize eden riskten kaçan bireylerdir.
- Risksiz varlık için borç alma ve borç verme faiz oranı r 'ye eşittir.
- Burada n riskli varlık vardır ve yatırımcı risksiz varlığa erişemez ve portföy ağırlıklarının toplamı bir olmak zorundadır.
- Tüm varlıklar pazarlanabilir ve mükemmel olarak bölünebilir ve portföyde sınırlı sorumluluğa sahiptir.
- Sermaye piyasası kusursuzdur, burada vergiler ve işlem maliyetleri yoktur.
- Açığa satışa izin verilmez ve portföy ağırlıklarının pozitif olduğunu belirtir.

5.4. PGP'NİN ÇÖZÜMÜ

Bizim başlıca ilgimiz ortalama varyans çarpıklık basıklık çerçevesini içermesi gereken her bir varlığın yatırım ağırlığı ve farklı tercihler arasından yatırım stratejisine karar vermektir.

Polinomsal hedef programlamayı çözmek için öncelikle aşağıdaki ifadelerin çözümlenmesi gerekmektedir (Lai, Yu ve Wang 2006)

$$Ortalama = R(X) = E(R_p) = X^T \bar{R} = \sum_{i=1}^n x_i \bar{R}_i \quad (5.1)$$

$$\text{Varyans} = R(X) = \sigma^2(R_p) = X^T V X = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}, (i \neq j) \quad (5.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Çarpıklık} = S(X) = S^3(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^3 = \\ \sum_{i=1}^n x_i^3 s_i^3 + 3 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^2 x_j s_{ij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^2 s_{ij} \right], (i \neq j) \end{aligned} \quad (5.3)$$

$$\begin{aligned} \text{Basıklık} = K(X) = K^4(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^4 = \\ \sum_{i=1}^n x_i^4 k_i^4 + 4 \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n x_i^3 x_j k_{ij} + \sum_{j=1}^n x_i x_j^3 k_{ij} \right] + 6 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i^2 x_j^2 k_{ij}, (i \neq j) \end{aligned} \quad (5.4)$$

V, S ve K sırasıyla R'nin varyans-kovaryans, çarpıklık-bileşik çarpıklık(coskewness), basıklık-bileşik basıklık(cokurtosis) matrisleridir.

$R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$ getiri vektörü olmak üzere, portföyün getirisini R_p dir. R_i , varlıkların getiri oranı olup, i varlığı üzerindeki R_i getiri oranının Ortalama Varyans Çarpıklık ve Basıklığı $i=1,2,\dots,n$ tüm riskli varlıklar için olduğu kabul edilmiş ve sırasıyla $\bar{R}_i$, σ_i^2, s_i^3, k_i^4 ile belirtilmiştir. Sahip olunan varlık $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ağırlıkları ile n tane varlığa dağıtılmıştır. x_i , en iyi takas bulunduğu zaman her bir varlığa yatırılan orandır $X_T=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, ağırlık vektörünün transpozunu, t dönem sayısını, σ_{ij} varyans kovaryans matrisini

S_{ij}, S_{ijj} ve k_{ij}, k_{ijj}, k_{ijj} , sırasıyla R_i ve R_j riskli varlık getirilerinin bileşik dağılımının çarpıklık-bileşik çarpıklık (eğrilerden oluşan ilişkiyi ölçen) ve basıklık-bileşik basıklık matrislerini göstermektedir ve şu şekilde tanımlanmaktadır (Kemalbay, Özkut ve Franko 2011, 47).

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j) \quad (5.5)$$

$$s_{ij} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)^2 (R_j - \bar{R}_j), s_{ijj} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j)^2 \quad (5.6)$$

$$k_{ijj} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)^3 (R_j - \bar{R}_j), k_{ijjj} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j)^3 \quad (5.7)$$

$$k_{ijjj} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)^2 (R_j - \bar{R}_j)^2, \quad (5.8)$$

Çoklu amaçlarımızı birleştirmek için Lai (2006) nin çok amaçlı programlama tekniğini kullanacağız. O halde yüksek momentli portföy seçim problemi aşağıdaki gibi birbiri ile çelişen ve yarışan amaç fonksiyonlarıyla formüle edilebilir.

$$(P1) \begin{cases} \text{Max } E(R_p) = X^T \bar{R} \\ \text{Min } \sigma^2(R_p) = X^T V X \\ \text{Max } S^3(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^3 \\ \text{Min } K^4(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^4 \\ \text{s.t. } X^T I = 1 \\ X_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (5.9)$$

Çok amaçlı problemi çözmek için genel yol çeşitli amaçları tek bir amaç fonksiyonunda birleştirmektir. Risk ve getiri gibi amaç fonksiyonlarının mümkün eşölçülmezlik ve uyumsuzluktan dolayı aynı anda her amaç fonksiyonunun

optimumuna ulaşan tek bir çözüm bulmak çoğu kez mümkün olmamaktadır. Genel olarak tek bir çözüm yerine baskın olmayan çözümlerin kümesi düşünülmüştür. Bu durumda yatırımcının öznel yargıları önem teşkil etmeye başlar.

Sonuç olarak, çok amaçlı problem iki işlem adımı içerir; birincisi yatırımcının tercihlerinden bağımsız olarak baskın olmayan çözümlerin kümesi geliştirilir, daha sonra yatırımcı verilen çözüm kümeleri arasından en çok tercih edileni seçer. İkinci adım Polinomsal Hedef Programlamanın oluşmasında amaç fonksiyonlarında yatırımcının tercihinin dâhil edilmesi ile tamamlanabilir. Sonuç olarak yüksek momentlerle portföy seçimi PGP' nın bir çözümüdür.

Amaçlar için yatırımcının tercihlerinin bağlı olduğu çözüm, yatırımcıların kişisel amaçlarını içeren polinomsal hedef programlamanın oluşturulması ile belirlenir. Yani biz bu yaklaşımı amaçlarımızı tek bir tanede birleştirmek ve (P1) i çözmek için kullanırız.

Polinomsal hedef programlamanın ana odağı istenilen düzeyler ile ideal senaryo kümelerinden sapmaların minimizasyonu olarak tanımlanabilir. İstenilen seviye diğer amaçları düşünmeksizin özel bir amaç için en iyi senaryoyu belirtir. Bu nedenle R^* , V^* , S^* , K^* ile belirtilen istenilen seviyeler lineer ve lineer olmayan programlamayı kullanarak bağımsız dört alt problemin çözümü ile belirlenebilir;

İstenilen seviyeler belirli bir amaç için diğer amaçları göz önüne almaksızın en iyi durum senaryosunu belirtir. Böylece R^* , V^* , S^* , K^* istenilen seviyeler dört alt problemin (bağımsız olarak) çözülmesiyle belirlenir (Lai, Yu ve

Wang 2006). Her momentin optimal skorları hesaplandıktan sonra Lai ve diğ(2006)'nin önerdiği PGP modeli kullanılacaktır. Dolayısı ile Lai (1991) belirttiği üzere PGP probleminin çözümü iki adım içerir. İlk olarak (P1) modeli bağımsız dört alt probleme (P2, P3, P4 ve P5) bölünerek R^* , V^* , S^* , K^* optimal skorlar bulunur, Daha sonra bu optimal skorlar (P6) modelinde yerine konulur ve Z 'nin minimum değeri yatırımcı tercihlerinin $\{\lambda_i\}$ ($i=1,2,3,4$) verilen bir kümesi için bulunabilir (T.-Y. Lai 1991).

$$\begin{aligned}
 (P2) \begin{cases} \text{Max} & R^*(X) = E(R_p) = X^T \bar{R} \\ \text{s.t.} & X^T I = 1 \\ & x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (P3) \begin{cases} \text{Min} & V^*(X) = \sigma^2(R_p) = X^T V X \\ \text{s.t.} & X^T I = 1 \\ & x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \\
 (P4) \begin{cases} \text{Max} & S^*(X) = S^3(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^3 \\ \text{s.t.} & X^T I = 1 \\ & x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (P5) \begin{cases} \text{Max} & K^*(X) = K^4(R_p) = E(X^T (R - \bar{R}))^4 \\ \text{s.t.} & X^T I = 1 \\ & x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{cases}
 \end{aligned} \tag{5. 10}$$

d_1 , d_2 , d_3 ve d_4 sırasıyla istenen seviyeler olan M^* , V^* , S^* , K^* dan beklenen getiri, varyans, çarpıklık ve basıklığın sapmalarını oluşturan negatif olmayan hedef değişkenleri olsun. Diğer bir deyişle hedef değişkenler en iyi senaryo ile ilgili başarısızlığı göstermektedir. Hedef fonksiyonunu minimize etmek için Spronk (Spronk 1981) 'un önerdiği genel Minkovski uzaklığı finans ve ekonomide sıklıkla kullanılmaktadır. Minkovski 'nin hesapsal şekli;

$$Z = \left\{ \sum_{k=1}^n \left| \frac{d_k}{Z_k} \right|^p \right\}^{1/p} \tag{5. 11}$$

biçiminde olup Z_k , k . hedef değişkenin normalleşmesinde temeldir. Z_k , çalışmadaki istenilen seviyelere karşılık gelenlerin kümesidir. Yatırımcıların getirilerin ortalama, varyans, çarpıklık ve basıklığına karşı asimetrik tercihler sergilemesine izin vermek için eşitlik (3.11) 'i değiştiririz ve modelde portföy getirilerinin ortalama varyans çarpıklık ve basıklığı üzerinde yatırımcının göreceli tercihlerini belirtmesi için sırasıyla $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ şeklinde dört parametre sunarız (Lai, Yu ve Wang 2006).

λ_i parametresi yatırımcının tercihlerinin öznel derecesini belirttiği için daha büyük λ_i değeri, yatırımcının portföy getirilerinin daha önemli yer tutan momentidir.

PGP' da amaç fonksiyonu hedefler ve ulaşılabilenler arasındaki sapma değişkenleri içerir ve seçim değişkenlerini içermez.

Yatırımcı tercihleri verildiğinde çok amaçlı portföy seçim problemi (P1) , amacı istenilen seviyeler tarafından belirlenen ideal senaryolardan sapmaları minimize etmek olan PGP modeli (P6) ' yı oluşturarak tek amaçlı probleme dönüştür (Lai, Yu ve Wang 2006).

$$(P6) \left\{ \begin{array}{ll} \text{Min} & Z = \left| \frac{d_1}{R^*} \right|^{\lambda_1} + \left| \frac{d_2}{V^*} \right|^{\lambda_2} + \left| \frac{d_3}{S^*} \right|^{\lambda_3} + \left| \frac{d_4}{K^*} \right|^{\lambda_4} \\ \text{s.t.} & X^T \bar{R} + d_1 = R^* \\ & X^T V X - d_2 = V^* \\ & E(X^T (R - \bar{R}))^3 + d_3 = S^* \\ & E(X^T (R - \bar{R}))^4 - d_4 = K^* \\ & X^T I = 1 \\ & x_i \geq 0, d_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (5.12)$$

Etkin portföy seti λ_i 'nin çeşitli kombinasyonları için (P6) probleminin çözümünden meydana gelir.

- (i) Portföyde hangi varlıklar yer almalı?
- (ii) Her varlığa ne kadar sermaye ayrılmalı? sorularının yanıtları PGP ile verilir (Mhiri ve Prigent 2010, 161).

5.5. GAMS (THE GENARAL ALGEBRAIC MODELING SYSTEM)

GAMS karmaşık yöneylem modellerinin çözümü için özellikle endüstri mühendisliği alanında yaygınca kullanılan yüksek seviyeli bir dildir. Oluşturulan modelimiz, GAMS - Genel Cebirsel Modelleme Sistemi (The General Algebraic Modeling System) ile çözülecektir.

Günümüzde cebirsel modelleme dilleri, matematiksel programlama problemlerini çözmek ve ifade etmek için en iyi yol olarak görülmüştür. Modelleme

dillerini birbirinden ayıran temel özellik, çok boyutlu ve büyük yapılarda cebirsel bağıntıların kullanımı ve kısmi türevlerin bulunmasındaki farklılıklardır. GAMS' ın (Genel Cebirsel Modelleme Sistemi: General Algebraic Modeling Systems) başlangıç araştırma geliştirme çalışmaları, Dünya Bankası tarafından desteklenmiştir. 1987 yılından beri araştırma geliştirme çalışmaları GAMS Geliştirme Şirketi (GAMS Development Corporation) tarafından desteklenmektedir. GAMS, ekonomi, bilgisayar bilimi ve yöneylem araştırması arasındaki yakın işbirliğinin sonucunda geliştirilmiştir (Orhan 2007, 119)

GAMS (genel cebirsel modelleme sistemi- General Algebraic Modelling System) içinde birçok çözücü seçeneği bulunduran bir ara yüz görevini gören bir yazılım paketidir. Özellikle büyük ve karmaşık doğrusal, doğrusal olmayan ve karma tamsayılı optimizasyon problemlerini modellemek ve çözmek için kullanılan yüksek seviyeli bir programlama dilidir. Optimal sonuca ulaşmak için içinde bulunan çok sayıda çözücü seçeneğinden uygun olanı kullanılmaktadır.

İlk olarak optimizasyon uzmanları Dr. Anthony Brooke and Dr. Alexander Meeraus tarafından dünya bankası için geliştirilmiştir. The computer science technical section of the operations research society of america tarafından 1987 yılında ödül alan programın en temel özelliği güçlü olmasının yanı sıra kullanım kolaylığı ve esnekliğidir. CPLEX, DICOPT, OLS, CONOPT, LINDO, MINOS, XA ve MILES gibi çözücüleri içinde bulunduran GAMS, bu çözücüler sayesinde doğrusal, doğrusal olmayan ve karma tamsayılı modelleri çözebilmekte ve kullanıcının çözüm yöntemini kolaylıkla değiştirebilmesine olanak sağlamaktadır. GAMS programında kullanılan CPLEX çözücüsü, doğrusal modelleri birçok farklı algoritma kullanarak çözmektedir (Erbaşıta 2010, 37-38).

GAMS programının avantajları ve elde edilen çıktı bilgileri şu şekildedir (Kasap 2008, 99,100) ;

Avantajları;

- Optimizasyon modeli kolaylıkla tanımlanabilir,
- Problemin matematiksel tanımlanmasında GAMS modelindeki çoğu ifadeler, benzer problemler için yeniden kullanılabilir. Bu durum ortamın sürekli değiştiği modellerde oldukça önemlidir,
- Verileri açık bir şekilde yazmak yerine formüller vasıtasıyla yazmak, girdi hatalarını azaltır ve zamandan tasarruf sağlar,
- Model otomatik bir dokümantasyondur. Model gelişimi ve model dokümantasyonu, eş zamanlı olarak yapılabilirdiğinden dokümanın doğru ve günümüze uygun (çağdaş) olması için modelcinin çok dikkatli olması gerekir,
- GAMS çıktıları kolay okunabilir ve kullanılabilir. Çözüm raporu, otomatik olarak yeniden düzenlenebilir. ilgili eşitlikler ve değişkenler, uygun bir şekilde etiketlenebilir ve gruplanabilir. Sonuçlar kolaylıkla tablo haline getirilebilir.

GAMS programı ile elde edilen çıktılar ise şu bilgileri içermektedir;

- Yazılan GAMS programı, çalıştırıldıktan sonra hataların kontrolü için satır başına sayılar eklenerek yeniden yazılır,
- Planlanan GAMS modelinin yazılıp yazılmadığının kontrolünü sağlamak için bir eşitlik listesi verir,
- Modelin boyutu ile ilgili istatistiksel bilgiler verir,
- Çözüm durumu, model durumu ve amaç fonksiyonunun optimum değeri hakkında bilgi verir,

- KVB' lerin optimum değerleri hakkında bilgi verir,
- KVB' lerin aylak ve artık değerleri hakkında bilgi verir,
- Elde edilen sonuçların kolaylıkla değerlendirilebilmesi ve bir başka GAMS programına okutulabilmesi için Excel ve GDX (GAMS Data Exchange = sonuç dosyası) dosyası olarak yazdırılmasını sağlar.

6. ALAN ÇALIŞMASI

6.1. Veri-Amaç-Yöntem ve Kısıtlar

Veri

Çalışma kapsamında veri olarak Borsa İstanbul (BİST) sitesinden (<http://borsaistanbul.com/>) alınan 03.01.2005-31.12.2012 dönemine ait BİST Ulusal Hizmetler, BİST Ulusal Mali, BİST Ulusal Sınai ve BİST Ulusal Teknoloji fiyat endekslerinin kapanış değerlerinden haftalık kapanış değerlerine geçilmiş ve fiyat endekslerinin haftalık kapanış değerlerinden de haftalık getiriler bulunmuştur. Bu değerler riskli varlıklardan meydana gelen birinci portföyümüzü oluşturmuştur. Benzer şekilde 03.01.2005-31.12.2012 dönemi için DİBS (91 günlük), Altın(USD/ons), BİST Ulusal 100 ve Yabancı Para (EUR) fiyat endekslerine ait haftalık getiri değerleri bulunarak Riskli ve Risksiz finansal varlıklardan meydana gelen ikinci portföyümüz oluşturulmuştur. DİBS ve BİST 100 verileri Borsa İstanbul web sitesinden, günlük Altın (USD/ons) değerleri İstanbul Altın Borasından (<http://www.iab.gov.tr/>), Yabancı para (EUR) verileri ise TCMB web sitesinden alınmıştır(<http://evds.tcmb.gov.tr/cbt.html>)

Basıklığı da içeren ikinci uygulama aşamasında Lai 2006'nin makalesi bize temel teşkil etmiş olup makalede alınan dört hisse senedi endeksi (S&P 500 –US, FTSE100-UK, Nikkei225-Japan, HSI-Honghong) yerine biz riskli varlıklar ve riskli-risksiz varlıklar olmak üzere iki farklı uygulama üzerinde yukarıda verilen finansal varlıkları kullanacağız.

Amaç

Çalışmanın uygulama aşamasında XUMAL, XUHIZ, XUSIN ve XUTEK endeksleri ile oluşturulan, riskli varlıklardan meydana gelen birinci portföy ve DİBS (91 günlük), XU100, AU ve EUR ile oluşturulan riskli ve risksiz varlıklardan meydana gelen ikinci portföyün 03/01/2005-31/12/2012 dönemine ait Çok Amaçlı Portföy Analizi yapılmıştır. Bu kapsamda varlıkların ilgili dönemde borsanın işleme açık olduğu her güne ait kapanış fiyatları (2.seans kapanış fiyatları ve tek seansın yapıldığı resmi günlerde ise 1.seans kapanış fiyatları) kullanılarak getiri serileri oluşturulmuştur. Varlıkların Portföy analizi EXCEL de ÇÖZÜCÜ eklentisi kullanılarak yapılmıştır. Çözücü eklentisinden elde edilen sonuçlar açıklanan teorik bilgiler çerçevesinde yorumlanmıştır.

Yukarıda sözü geçen uygulama sürecinde yapılmış olan incelemeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Bu çalışmada amacımız çok amaçlı portföy seçim modellerinden Ortalama-Varyans-Çarpıklık (MVS) ve Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık (MVSK) modellerinin klasik Ortalama-Varyans (MV) modeline üstünlüğünün riskli ve risksiz finansal varlıklar yardımı ile araştırılmasını sağlamaktır. Her portföyde 4 finansal varlık olup Excel’de 4*16 lık bir bileşik çarpıklık(coskewness) matrisi oluşturulmuştur. Daha çok hisse senedi ya da endeks için çarpıklık matrisinin Excelde oluşturulması hem işlem yükünü arttıracığından hem de amacımız aynı veriler ile modellerin karşılaştırılması olduğundan her portföy için 4 finansal varlık ile çalışmak yeterli olacaktır. Portföylerin MV’ a karşı MVS ve MVSK karşılaştırılması yapıldıktan ve üstünlükleri ispat edildikten sonra daha çok veri ile

çalışmak uygun olacaktır. Bu tez kapsamında üstünlüklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu verilerin günlük fiyat endekslerinden yararlanarak haftalık getirilerinin bulunması, beklenen getirileri, varyans-kovaryans matrisi ve çarpıklık-bileşik çarpıklık (coskewness) matrisi Excel yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra oluşturulan optimal bir portföy içinde yer alacak Finansal varlıkların oransal dağılımının ne olması gerektiği EXCEL’ de ÇÖZÜCÜ eklentisi yardımıyla belirlenecektir.

İkinci aşamada uygulanan Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık modelinin çözümü ise GAMS programında yapılmıştır.

Model olarak birinci bölümde Markowitz’ in Ortalama Varyans Modeli (4. 3) kullanılacak olup bu modelin EXCEL ÇÖZÜCÜ’ de tanımlanması sağlanacaktır.

Tablo 12 : Hücre Tanım Aralıkları ve Kullanılan Formüller

Hücre	Formül
H4	= (C4-C3)/C3 H4:K54 aralığına kopyalanmıştır.
H55	=ORTALAMA(H4:H54) H55:K55 aralığına kopyalanmıştır.
U4	=KOVARYANS(\$H\$4:\$H\$54;H4:H54) U4:X4 aralığına kopyalanmıştır.
U5	=KOVARYANS(\$I\$4:\$I\$54;H4:H54) U5:X5 aralığına kopyalanmıştır.
U6	=KOVARYANS(\$J\$4:\$J\$54;H4:H54) U6:X6 aralığına kopyalanmıştır.
U7	=KOVARYANS(\$K\$4:\$K\$54;H4:H54) U7:X7 aralığına kopyalanmıştır.
AK4	=TOPLA(AG4:AJ4)
AH6	=TOPLA.ÇARPIM(P4:S4;AG4:AJ4)
AK6	=TOPLA.ÇARPIM(D�ARP(AG4:AJ4;U4:X7);AG4:AJ4)
AK7	=KAREK�K(AK6)

Arahk	Tanım
C3:F54	Kapanış Değerleri
H4:K54	Haftalık Getiriler
H55:K55	Ortalama Getiriler
U4:X7	Varyans-Kovaryans Matrisi
AG4:AJ4	Karar Değişkenleri, Varlıkların Portföydeki Payı
AK4	Portföy Payları Toplamı
AH6	Portföy Getirisi
AH7	Hedeflenen Getiri
AK6	Portföy Varyansı
AK7	Portföy Standart Sapması

Üzücü eklentisi Excel ortamında Veri-üzücü yordamını izleyerek çalıştırdıktan sonra gerekli değerleri ve kısıtlamaları girmek gerekmektedir.

Tablo 13: Excel Çözücü ortamında Riskli Finansal Varlıkların Oransal Dağılımlarının Bulunması(MV)

Tablo 14: Standart Portföy Optimizasyon Modelinin Çözümü(MV)

	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1			PORTFÖY-MV			
2			ÇÖZÜM ÇIKTI			
3	2005					Toplam
4	Portföy	0,00%	52,85%	0,00%	47,15%	100,00%
5						
6	Portföy Getirisi		1,2%	Portföy Varyansı		0,000904
7	Hedeflenen Getiri		1,2%	Standart Sapma		0,030064
8	Etkin sınır düzeltilmesi için; portföy getirisi >= Hedef getirisi					

6.2. Klasik MVO Yöntemi İle Elde Edilen Optimizasyon Sonuçları

Bu bölümde öncelikle optimizasyon yapılabilmesi için gerekli olan 2005-2012 yıllarına ait beklenen getiriler ve varyans-kovaryans matrisleri hesaplanmıştır.

**BEKLENEN GETİRİLER
(A PORTFÖYÜ)**

2005 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0058	0,0118	0,0084	0,0123
0,58%	1,18%	0,84%	1,23%

2006 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0042	0,0000	0,0002	-0,0045
0,42%	0,00%	0,02%	-0,45%

2007 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0091	0,0074	0,0057	0,0008
0,91%	0,74%	0,57%	0,08%

2008 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
-0,0078	-0,0135	-0,0129	-0,0137
-0,78%	-1,35%	-1,29%	-1,37%

**VARYANS-COVARYANS MATRİSLERİ
(A PORTFÖYÜ)**

2005 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,00062	0,00056	0,00048	0,00035
XUMAL	0,00056	0,00107	0,00075	0,00057
XUSIN	0,00048	0,00075	0,00071	0,00059
XUTEK	0,00035	0,00057	0,00059	0,00144

2006 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0007	0,0008	0,0006	0,0008
XUMAL	0,0008	0,0015	0,0009	0,0012
XUSIN	0,0006	0,0009	0,0008	0,0010
XUTEK	0,0008	0,0012	0,0010	0,0015

2007 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,00064	0,00074	0,00040	0,00046
XUMAL	0,00074	0,00139	0,00073	0,00079
XUSIN	0,00040	0,00073	0,00051	0,00056
XUTEK	0,00046	0,00079	0,00056	0,00080

2008 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0013	0,0017	0,0012	0,0013
XUMAL	0,0017	0,0039	0,0024	0,0026
XUSIN	0,0012	0,0024	0,0020	0,0019
XUTEK	0,0013	0,0026	0,0019	0,0025

**BEKLENEN GETİRİLER
(A PORTFÖYÜ)**

2009 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0098	0,0153	0,0298	0,0218
0,98%	1,53%	2,98%	2,18%

2010 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0039	0,0053	0,0068	0,0060
0,39%	0,53%	0,68%	0,60%

2011 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
-0,0041	-0,0061	-0,0010	0,0047
-0,41%	-0,61%	-0,10%	0,22%

2012 yılı Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0073	0,0096	0,0057	0,0068
0,73%	0,96%	0,57%	0,68%

**VARYANS-COVARYANS MATRİSLERİ
(A PORTFÖYÜ)**

2009 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0006	0,0007	0,0008	0,0004
XUMAL	0,0007	0,0019	-0,0003	0,0010
XUSIN	0,0008	-0,0003	0,0352	-0,0005
XUTEK	0,0004	0,0010	-0,0005	0,0016

2010 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0005	0,0004	0,0004	0,0005
XUMAL	0,0004	0,0008	0,0005	0,0005
XUSIN	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005
XUTEK	0,0005	0,0005	0,0005	0,0008

2011 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0005	0,0007	0,0006	0,0005
XUMAL	0,0007	0,0012	0,0009	0,0008
XUSIN	0,0006	0,0009	0,0009	0,0008
XUTEK	0,0005	0,0008	0,0008	0,0010

2012 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000
XUMAL	0,0002	0,0006	0,0003	0,0002
XUSIN	0,0002	0,0003	0,0003	0,0001
XUTEK	0,0000	0,0002	0,0001	0,0012

A PORTFÖYÜ MODELLER

2005

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000589x_1^2 + 0,001454x_1x_2 + 0,001596x_1x_3 + 0,000812x_1x_4 + \\
 & 0,001911x_2^2 - 0,00054x_2x_3 + 0,001976x_2x_4 + 0,035162x_3^2 - \\
 & 0,00104x_3x_4 + 0,001606x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,009797x_1 + 0,015298x_2 + 0,029782x_3 + 0,021831x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2009

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000617x_1^2 + 0,001126x_1x_2 + 0,000962x_1x_3 + 0,000706x_1x_4 + \\
 & 0,001071x_2^2 + 0,001504x_2x_3 + 0,00114x_2x_4 + 0,000706x_3^2 + \\
 & 0,001174x_3x_4 + 0,001441x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,00576x_1 + 0,01176x_2 + 0,008386x_3 + 0,012269x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2006

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000726x_1^2 + 0,001554x_1x_2 + 0,001264x_1x_3 + 0,001542x_1x_4 + \\
 & 0,001458x_2^2 + 0,001834x_2x_3 + 0,002352x_2x_4 + 0,000829x_3^2 + \\
 & 0,001938x_3x_4 + 0,001464x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,004257x_1 + 0,000225x_2 + 0,000408x_3 - 0,00421x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2010

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000499x_1^2 + 0,000888x_1x_2 + 0,000762x_1x_3 + 0,00094x_1x_4 + \\
 & 0,000765x_2^2 + 0,000932x_2x_3 + 0,00109x_2x_4 + 0,000439x_3^2 + \\
 & 0,000928x_3x_4 + 0,000841x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,004005x_1 + 0,005485x_2 + 0,007265x_3 + 0,006328x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2007

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000642x_1^2 + 0,00147x_1x_2 + 0,000792x_1x_3 + 0,000916x_1x_4 + \\
 & 0,001392x_2^2 + 0,001464x_2x_3 + 0,00159x_2x_4 + 0,000514x_3^2 + \\
 & 0,001126x_3x_4 + 0,0008x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,009098x_1 + 0,007373x_2 + 0,005695x_3 + 0,000823x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2011

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,000509x_1^2 + 0,001358x_1x_2 + 0,001112x_1x_3 + 0,001018x_1x_4 + \\
 & 0,001236x_2^2 + 0,001738x_2x_3 + 0,00161x_2x_4 + 0,000894x_3^2 + \\
 & 0,001544x_3x_4 + 0,001042x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & -0,00406x_1 - 0,00607x_2 - 0,001x_3 + 0,002236x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2008

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,001344x_1^2 + 0,003392x_1x_2 + 0,00246x_1x_3 + 0,002542x_1x_4 + \\
 & 0,003906x_2^2 + 0,004794x_2x_3 + 0,005156x_2x_4 + 0,001961x_3^2 + \\
 & 0,003812x_3x_4 + 0,00247x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & -0,00778x_1 + 0,01346x_2 - 0,01295x_3 - 0,01371x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

2012

$$\begin{aligned}
 \text{Min.} \quad & 0,0002x_1^2 + 0,0004x_1x_2 + 0,0004x_1x_3 + 0,000028x_1x_4 + \\
 & 0,0006x_2^2 + 0,0006x_2x_3 + 0,0004x_2x_4 + 0,0003x_3^2 + \\
 & 0,0002x_3x_4 + 0,0012x_4^2 \\
 \text{s.t.} \quad & 0,0073x_1 + 0,0096x_2 + 0,0057x_3 + 0,0068x_4 \geq R^* \\
 & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\
 & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0
 \end{aligned}$$

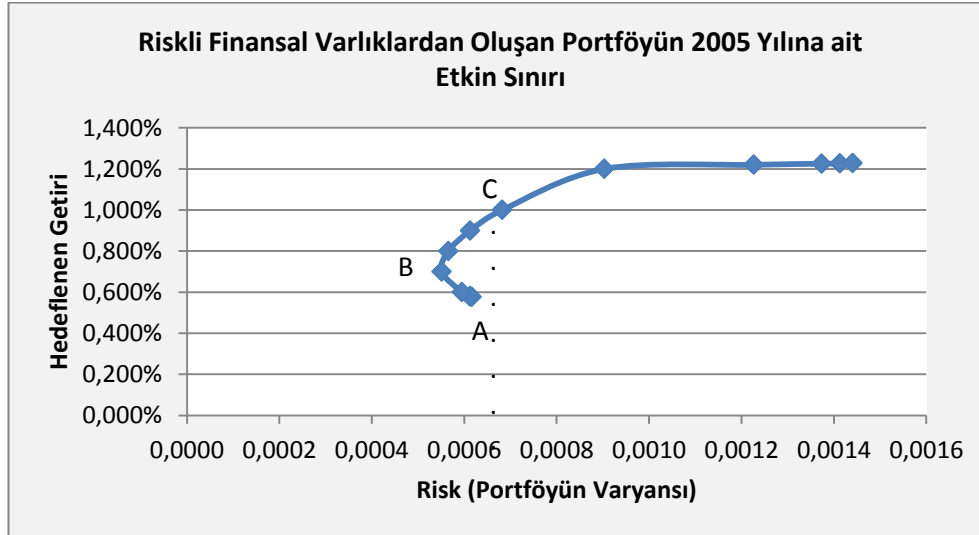
6.2.1. Riskli Finansal Varlık(A) Portföy Optimizasyonu

Bu bölümde elde edilen çıktı sonuçları şu şekilde bulunmuştur; Öncelikle XUHIZ, XUMAL, XUSIN, XUTEK Endekslerine ait haftalık getiri verilerimizin beklenen getiri ve varyanslar hesaplandıktan sonra ilgili formüller Tablo 14 de ilgili hücrelere girilir. Çözücü tablomuzda hedef değerini yatırımcı belirler. Yatırımcı portföyünden hedeflediği getiriyi ilgili hücreye (AH7) girer ve hedeflenen her bir getiri değeri için program çalıştırılır. Portföyümüzün beklenen getirisinin, hedeflenen getiri değerine eşit ya da ondan büyük olması istenir. Bu optimizasyon işlemi, yani belirli amaç ve kısıtlarımız altında portföye hangi varlıktan hangi oranda alınması gerektiği EXCEL' de ÇÖZÜCÜ eklentisi ile bulunur. Aşağıda 2005-2012 yıllarına ait her bir hedef değeri için optimal sonuçları içeren tablolar oluşturulmuştur ve yatırımcı bu çözüm ile her biri hedeflenen o getiri düzeyi için etkin olan portföyleri elde etmiştir. Hedeflenen getiri düzeyleri ve bu getiri düzeylerinde elde edilen etkin portföylerin varyansları, beklenen getiri-varyans grafiğinde gösterilmiş ve bu etkin portföyleri birleştiren 'etkin sınır eğrisi' tüm yıllar için ayrı ayrı ve son olarak 8 yılın verileri birlikte ele alınarak aşağıdaki gibi çizilmiştir.

Tablo 15: A Portföyü 2005 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000617	0,576%	1	0	0	0
0,000614	0,579%	0,989	0,000	0,011	0,000
0,000612	0,580%	0,985	0,000	0,015	0,000
0,000595	0,60%	0,909	0,000	0,091	0,000
0,000551	0,70%	0,678	0,000	0,221	0,101
0,000566	0,80%	0,494	0,038	0,267	0,202
0,000613	0,90%	0,399	0,199	0,147	0,255
0,000682	1,00%	0,304	0,359	0,028	0,309
0,000903	1,20%	0,000	0,530	0,000	0,470
0,001227	1,22%	0,000	0,138	0,000	0,862
0,001374	1,225%	0,000	0,040	0,000	0,960
0,001413	1,226%	0,000	0,016	0,000	0,984
0,001441	1,229%	0,000	0,000	0,000	1,000

2005A-MV		ÇÖZÜCÜ			Toplam
Portföy	49,39%	3,75%	26,67%	20,19%	100,00%
Portföy Getirisi	1%	Portföy Varyansı		0,000566	
Hedeflenen Getiri	0,8%	Standart Sapma		0,023787	



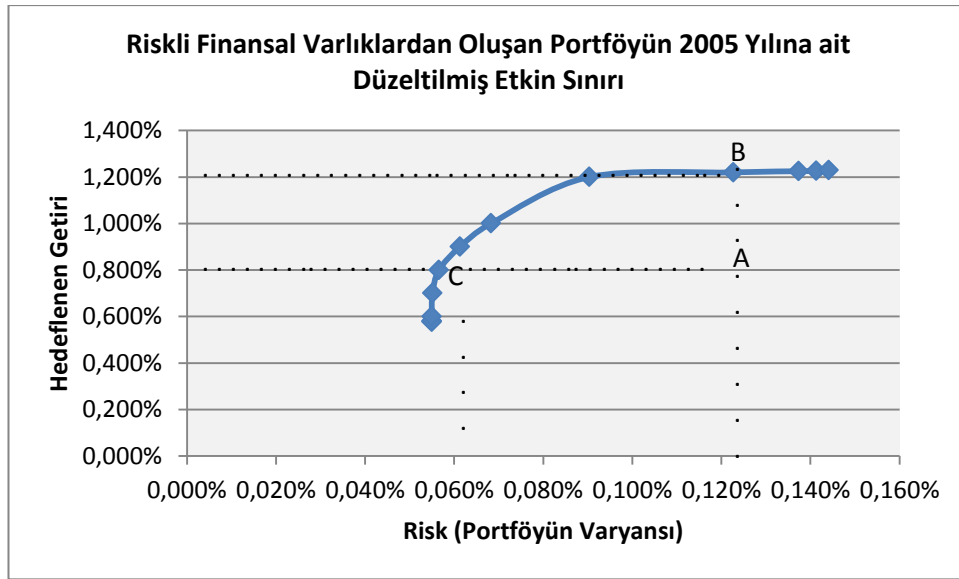
Şekil 7: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Etkinlik Sınırı

Tabloda görüldüğü gibi hedeflenen getiri düzeyi azaldıkça portföyün varyansı da azalmaktadır. Ancak % 0,70 ‘in altında portföy varyansı tekrar artmaktadır. Bunun nedeni etkin sınır düzeltilmesi yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum şekilde etkin sınırın A noktasından C noktasına kadar olan bölümünde de açıkça görülmektedir. Yatırımcı C noktasında ki bir portföyü her zaman A noktasındaki bir portföye tercih edecektir. Çünkü C portföyü aynı getiri düzeyinde daha fazla getiri sağlamaktadır. İstenmeyen bu sapmayı ortadan kaldırmak için çözücü girişimizde

‘ Portföy beklenen getiri=Portföy hedeflenen getiri ‘ yerine

‘ Portföy beklenen getiri $\geq$ Portföy hedeflenen getiri ‘ alınmalıdır.

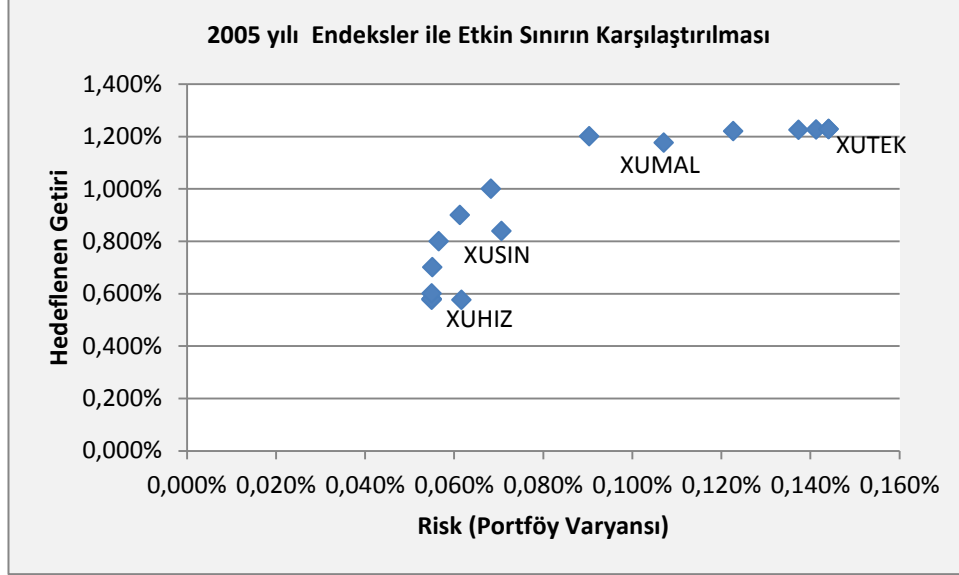
Buna göre grafiğimizi tekrar çizersek;



Şekil 8: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Düzeltilmiş Etkinlik Sınırı

Bu şekilde görülmektedir ki etkin sınırimız üzerindeki tüm portföyler eğrinin altında kalan portföylere baskındır. Şekilde B portföyü aynı risk seviyesinde olan ama etkin sınır üzerinde olmayan A portföyüne kıyasla daha fazla getiri getirmektedir ve C portföyü ile A portföyü aynı getiri düzeyinde iken daha az risk ile

gerçekleşmektedir. Dolayısı ile etkin sınır üzerindeki portföyler diğerlerine baskındır.



Şekil 9: Endeksler İle Etkin Sınırın Karşılaştırılması

Tablodan görüldüğü üzere çeşitlendirme sonucunda yatırımın etkinliği artmıştır. Etkin sınır üzerindeki portföyler tek tek endekslerin ele alındığı duruma göre daha verimlidir.

Bu bölümde diğer yıllar için benzer olarak etkin portföyler bulunmuştur. Yapılan işlem tek amaçlı portföy optimizasyonudur. Model olarak Markowitz' in standart Ortalama-Varyans modeli (4. 3) kullanılmıştır. Yani getiri hedefi modele bir kısıt olarak eklenmiş, amaç fonksiyonu da riskin minimize edilmesi şeklinde düzenlenmiştir. Uygulama aşamamızın ilerleyen bölümünde çarpık da modele eklenecektir. Ancak Çarpıklığı, beklenen getiri gibi bir kısıt olarak modele eklemeyeceğiz. Çok amaçlı model (4.27) kullanılacak olup aynı anda çarpıklık, risk ve getiri hedefleri amaç fonksiyonunda yer alacaktır.

Bu bölümdeki MV yöntemi ile çözülen Riskli Finansal varlıkların diğer yıllarına ait uygulama sonuçları ile Riskli-Risksiz Finansal varlıkların EXCEL uygulama sonuçları Ortalama-Varyans Çarpıklık (MVS) portföy optimizasyon sonuçları ile karşılaştırmak amacıyla bir sonraki bölümde yer almaktadır.

6.3. MVS Yöntemi İle Elde Edilen Optimizasyon Sonuçları (EXCEL)

6.3.1. Riski Finansal Varlık(A) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları

Bu bölümde çözücü çıktı tablomuza çarpıklığın formülünü (6. 1) de içerecek biçimde yeni bir hücre eklenir ve aynı zamanda çok amaçlı problemin amaç fonksiyonunun (6. 2) formülünü de içeren bir başka hücre daha eklenir. Yapılan analiz sonucunda Çok Amaçlı Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli ile klasik Ortalama Varyans sonuçları karşılaştırılacaktır. Çok amaçlı modelin kullanılması ile aynı getiri düzeyinin daha düşük bir riskle ya da aynı risk oranının daha yüksek bir getiri ile karşılanıp karşılanmadığını tespit etmeye çalışacağız.

Bu bölümde aşağıdaki portföy çarpıklık formülü kullanılmıştır (Pindoriya, Singh ve Singh 2010, 1315);

$$s^3(r_p) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N w_{pi} w_{pj} w_{pk} s_{ijk} = w_p^T \Lambda(w_p \otimes w_p)$$

$$s^3(r_p) = \sum_{i=1}^N w_{pi}^3 s_i^3 + 3 \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N w_{pi}^2 w_{pj} s_{iij} + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j \\ k \neq i}}^N w_{pi} w_{pj} w_{pk} s_{ijk} \quad (6. 1)$$

O halde N=4 için formülü açarsak ;

$$s^3(r_p) = \left[\begin{array}{l} [w_{p1}^3 s_1^3 + w_{p2}^3 s_2^3 + w_{p3}^3 s_3^3 + w_{p4}^3 s_4^3] + 3 \left[\begin{array}{l} w_{p1}^2 w_{p2} s_{112} + w_{p1}^2 w_{p3} s_{113} + w_{p1}^2 w_{p4} s_{114} + w_{p2}^2 w_{p1} s_{221} \\ w_{p2}^2 w_{p3} s_{223} + w_{p2}^2 w_{p4} s_{224} + w_{p3}^2 w_{p1} s_{331} + w_{p3}^2 w_{p2} s_{332} \\ w_{p3}^2 w_{p4} s_{334} + w_{p4}^2 w_{p1} s_{441} + w_{p4}^2 w_{p2} s_{442} + w_{p4}^2 w_{p3} s_{443} \end{array} \right] \\ + \left[\begin{array}{l} +w_{p1} w_{p2} w_{p3} s_{123} + w_{p1} w_{p3} w_{p2} s_{132} + w_{p1} w_{p2} w_{p4} s_{124} + w_{p1} w_{p3} w_{p4} s_{134} \\ +w_{p1} w_{p4} w_{p2} s_{142} + w_{p1} w_{p4} w_{p3} s_{143} + w_{p2} w_{p1} w_{p3} s_{213} + w_{p2} w_{p1} w_{p4} s_{214} \\ +w_{p2} w_{p3} w_{p1} s_{231} + w_{p2} w_{p3} w_{p4} s_{234} + w_{p2} w_{p4} w_{p1} s_{241} + w_{p2} w_{p4} w_{p3} s_{243} \\ +w_{p3} w_{p1} w_{p2} s_{312} + w_{p3} w_{p1} w_{p4} s_{314} + w_{p3} w_{p2} w_{p1} s_{321} + w_{p3} w_{p2} w_{p4} s_{324} \\ +w_{p3} w_{p4} w_{p1} s_{341} + w_{p3} w_{p4} w_{p2} s_{342} + w_{p4} w_{p1} w_{p2} s_{412} + w_{p4} w_{p1} w_{p3} s_{413} \\ +w_{p4} w_{p2} w_{p1} s_{421} + w_{p4} w_{p2} w_{p3} s_{423} + w_{p4} w_{p3} w_{p1} s_{431} + w_{p4} w_{p3} w_{p2} s_{432} \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisimiz ise (Kabatchenko 2008, 29);

$$M = \left[\begin{array}{cccc} \sigma_{111}\sigma_{121}\sigma_{131}\sigma_{141} & \sigma_{112}\sigma_{122}\sigma_{132}\sigma_{142} & \sigma_{113}\sigma_{123}\sigma_{133}\sigma_{143} & \sigma_{114}\sigma_{124}\sigma_{134}\sigma_{144} \\ \sigma_{211}\sigma_{221}\sigma_{231}\sigma_{241} & \sigma_{212}\sigma_{222}\sigma_{232}\sigma_{242} & \sigma_{213}\sigma_{223}\sigma_{233}\sigma_{243} & \sigma_{214}\sigma_{224}\sigma_{234}\sigma_{244} \\ \sigma_{311}\sigma_{321}\sigma_{331}\sigma_{341} & \sigma_{312}\sigma_{322}\sigma_{332}\sigma_{342} & \sigma_{313}\sigma_{323}\sigma_{333}\sigma_{343} & \sigma_{314}\sigma_{324}\sigma_{334}\sigma_{344} \\ \sigma_{411}\sigma_{421}\sigma_{431}\sigma_{441} & \sigma_{412}\sigma_{422}\sigma_{432}\sigma_{442} & \sigma_{413}\sigma_{423}\sigma_{433}\sigma_{443} & \sigma_{414}\sigma_{424}\sigma_{434}\sigma_{444} \end{array} \right]$$

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 m_1

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 m_2

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 m_3

$\underbrace{\hspace{10em}}$
 m_4

$$M = [m_1 \ m_2 \ m_3 \ m_4]$$

Bu matris simetrik bir matris olduğu için tamamının hesaplanmasına gerek yoktur. Matriste yalnızca 20 farklı eleman vardır.

$$\begin{aligned}
&\sigma_{111} \\
&\sigma_{222} \\
&\sigma_{121} = \sigma_{211} = \sigma_{112} \\
&\sigma_{131} = \sigma_{311} = \sigma_{113} \\
&\sigma_{114} = \sigma_{141} = \sigma_{411} \\
&\sigma_{221} = \sigma_{122} = \sigma_{212} \\
&\sigma_{133} = \sigma_{331} = \sigma_{313} \\
&\sigma_{144} = \sigma_{441} = \sigma_{414} \\
&\sigma_{123} = \sigma_{231} = \sigma_{321} = \sigma_{132} = \sigma_{312} = \sigma_{213} \\
&\sigma_{124} = \sigma_{214} = \sigma_{241} = \sigma_{421} = \sigma_{142} = \sigma_{412} \\
&\sigma_{143} = \sigma_{134} = \sigma_{314} = \sigma_{341} = \sigma_{431} = \sigma_{413} \\
&\sigma_{342} = \sigma_{432} = \sigma_{423} = \sigma_{234} = \sigma_{324} = \sigma_{243} \\
&\sigma_{442} = \sigma_{244} = \sigma_{424} \\
&\sigma_{443} = \sigma_{344} = \sigma_{434} \\
&\sigma_{232} = \sigma_{322} = \sigma_{223} \\
&\sigma_{233} = \sigma_{332} = \sigma_{323} \\
&\sigma_{242} = \sigma_{224} = \sigma_{422} \\
&\sigma_{343} = \sigma_{433} = \sigma_{334} \\
&\sigma_{333} \\
&\sigma_{444}
\end{aligned}$$

2005 yılı Çarpıklık Matrisi;

$$m_1 = \begin{bmatrix} -0,000012223 & -0,000015478 & -0,000014761 & -0,000018049 \\ -0,000015478 & -0,000020525 & -0,000019190 & -0,000025859 \\ -0,000014761 & -0,000019190 & -0,000018024 & -0,000027262 \\ -0,000018049 & -0,000025859 & -0,000027262 & -0,000037830 \end{bmatrix}$$

$$m_2 = \begin{bmatrix} -0,000015478 & -0,000020525 & -0,000019190 & -0,000025859 \\ -0,000020525 & -0,000031811 & -0,000027306 & -0,000034578 \\ -0,000019190 & -0,000027306 & -0,000024988 & -0,000033811 \\ -0,000025859 & -0,000034578 & -0,000033811 & -0,000046349 \end{bmatrix}$$

$$m_3 = \begin{bmatrix} -0,000014761 & -0,000019190 & -0,000018024 & -0,000027262 \\ -0,000019190 & -0,000027306 & -0,000024988 & -0,000033811 \\ -0,000018024 & -0,000024988 & -0,000022778 & -0,000035298 \\ -0,000027262 & -0,000033811 & -0,000035298 & -0,000043866 \end{bmatrix}$$

$$m_4 = \begin{bmatrix} -0,000018049 & -0,000025859 & -0,000027262 & -0,000037830 \\ -0,000025859 & -0,000034578 & -0,000033811 & -0,000046349 \\ -0,000027262 & -0,000033811 & -0,000035298 & -0,000043866 \\ -0,000037830 & -0,000046349 & -0,000043866 & -0,000031774 \end{bmatrix}$$

Diğer yıllara ait ayrı ayrı ve tüm yılların bileşik çarpıklık-bileşik çarpıklık matrisleri ekte yer almaktadır.

$M = [m_1 \ m_2 \ m_3 \ m_4]$ biçimindedir.

O halde modelimiz;

$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 1$ o.ü. eşit düzeyde ağırlık verilerek;

$$\begin{aligned} \text{minimize } f(w_p) &= [-\beta_1 [E(r_p)] + \beta_2 [\sigma^2(r_p)] - \beta_3 [s^3(r_p)]] \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^N w_{pi} &= 1, \quad w_{pi} \geq 0 \end{aligned} \quad (6.2)$$

Biçimindedir.

Aşağıda verilen MVS tablosunda MV’ de verilen hücrelere ek olarak CG5 ve CG6 hücreleri eklenmiştir.

Amaç fonksiyonun bulunduğu hücreye “ = -CB5+CE5-CG5 ” (6.2) amaç fonksiyonu formülü, portföy çarpıklığının bulunduğu hücreye ise (6. 1) formülü yukarıda 4 finansal varlık için açılımını yaptığımız şekliyle girilir.

Tablo 16: *MVS Portföy Optimizasyon Modelinin Çözümü*

	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG
1					ÇÖZÜCÜ-MVS				
2		2005 A mvs		x1	x2	x3	x4	Toplam	
3		Portföy						0,00%	
4									
5		Portföy Getirisi		0,00%	Portföy Varyansı		#DEĞER!	Portföy çarpıklığı	0
6					Standart Sapma		#DEĞER!	Amaç Fonk	#DEĞER!
7									

Tablo 17: *Excel Çözücü ortamında Riskli Finansal Varlıkların Oransal Dağılımlarının Bulunması(MVS)*

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarla:

Hedef: ☐ En Büyük ☒ En Küçük ☐ Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

☒ Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin:

Çözüm Yöntemi
Düzgün doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin. Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzgün olmayan Çözücü problemleri için Açılım altyapısını seçin.

Ekle
Değiştir
Sil
Tümünü Sıfırla
Yükle/Kaydet

Seçenekler

Yardım Çöz Kapat

Çözücü parametreleri yukarıdaki tablodaki gibi (6.2) çok amaçlı fonksiyonunu tanımayacak biçimde girilir. Bu işlemler her yıl için yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

2005 Yılı Riskli Varlık (A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

ÇÖZÜCÜ					
2005 A MVS	XUHIZ	XUSIN	XUMAL	XUTEK	Toplam
Portföy	0,00%	45,12%	0,00%	54,88%	100,00%
Portföy Getirisi	1,20393891695342%	Portföy Varyansı	0,0934589790656448%	Portföy çarpıklığı	-3,9E-05
		Standart Sapma	0,03057	Amaç Fonk	-1%

2005 yılına ait çıktı sonuçlarını incelediğimizde yatırımın %45,12' ini XUSIN endeksine , %54,88'ni XUTEK endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda %1,2 lik bir portföy getirisi, 0,00093 lük bir risk karşılığında ve -3,9E-05 çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

Sonuçları Klasik Ortalama-Varyans sonuçları ile karşılaştırmak için Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini (1,203939%) elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır.

ÇÖZÜCÜ					
2005A-MV	XUHIZ	XUSIN	XUMAL	XUTEK	Toplam
Portföy	0,00%	45,12%	0,00%	54,88%	100,00%
Portföy Getirisi	1,2039389169545%	Portföy Varyansı			0,0934589790667153%
Hedeflenen Getiri	1,20393891695342%	Standart Sapma			0,030571

Çözücü giriş işleminde istenilen portföy getiri değerini elde etmek için “Portföy Getirisi=Hedeflenen Getiri” biçiminde formülize edilmiştir. ” ≥” ifadesi

kullanılmamıştır. Çözücünün verdiği 1,08E-14 ‘lık bir getiri artışı ile ortalama varyans metodu 1,07E-14 daha yüksek bir risk vermiştir

Aynı risk düzeyinde MVS ile MV’nin getiri farkını incelersek; MV= 0,0934589790656448% < MVS= 1,12849553911001% ‘lık daha düşük bir getiri elde edilmiştir. Dolayısı ile MVS aynı risk düzeyinde daha yüksek getiri vermektedir. O halde MVS’nin üstünlüğü izlenmiştir.

Eşit risk düzeyi için getiri değerini verecek Çözücü girişleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 18: Aynı Risk Düzeyi için EXCEL Çözücü Giriş

Çözücü Parametreleri

Hedef Ayarla:

Hedef: ☒ En Büyük ☐ En Küçük ☐ Değeri:

Değişken Hücreleri Değiştirerek:

Kısıtlamalara Bağlıdır:

☒ Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap

Çözme Yöntemi Seçin:

Çözüm Yöntemi

Düzgün doğrusal olmayan Çözücü Problemleri için GRG Doğrusal Olmayan altyapısını seçin. Doğrusal Çözücü Problemleri için Basit LP altyapısını seçin ve düzgün olmayan Çözücü problemleri için Ağırlım altyapısını seçin.

Yardım Çöz Kapat

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
1	PORTFÖY-MV					
2	ÇÖZÜCÜ ÇIKTI					
3	2005					Toplam
4	Portföy	6,23%	83,71%	3,91%	6,14%	100,00%
5						
6	Portföy Getirisi		1%	Portföy Varyansı		0,000934
7	Eşitlenecek Risk		0,1%	Standart Sapma		0,030564

“AL7” hücresine eşitlemek istediğimiz risk değerini yazarız ve Çözücü girişinde “\$AO\$6=\$AL\$7” olarak tanımlarız. Diğer hücrelerdeki formüllerde bir değişiklik yoktur. Ancak hedef hücre artık portföy getirisinin max. olmasıdır.

2006 Yılı Riskli Varlık(A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

Çözücü sonuçlarımız aşağıdaki gibidir;

2006A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,00072552424	0,42267%	-1,95738E-05	-0,35%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2006 yılına ait çıktı sonuçlarını incelediğimizde yatırımın tamamının XUHIZ endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,42267% lik bir portföy getirisi, 0,0007255 lik bir risk karşılığında ve -1,95738E-05 çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,35% oranında elde edilmiştir.

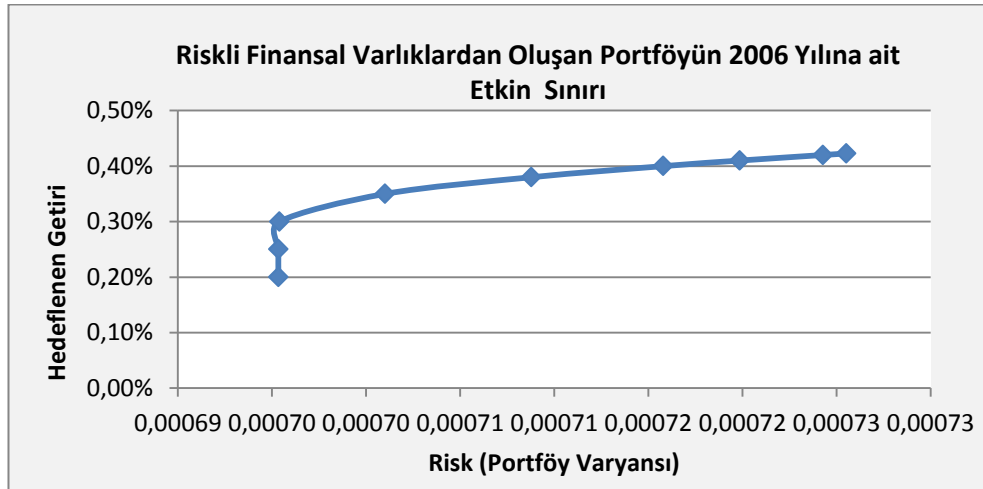
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisi (0,42267%) ini elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır.

2006A-MV	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	TOPLAM
Portföy	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		0,00	Portföy Varyansı		0,000725522
Hedeflenen Getiri		0,4%	Standart Sapma		0,026936

Aynı getiri oranı daha düşük bir riskle elde edilmiştir. Fakat aynı risk düzeyi için getiri oranını incelersek; MVS ‘deki 0,00072552424’lik eşit risk düzeyi için MV 0,00422671421906244 ‘lik getiri vermiştir. Dolayısı ile MVS deki 0,422671844577666% ‘lik getiriden daha düşük getiri vermiştir. MVS’ nin üstünlüğü izlenmiştir.

Tablo 19: A Portföyü 2006 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0006953	0,20%	0,678	0,000	0,322	0,000
0,0006953	0,25%	0,678	0,000	0,322	0,000
0,0006954	0,30%	0,692	0,000	0,308	0,000
0,000701	0,35%	0,817	0,000	0,183	0,000
0,000709	0,38%	0,893	0,000	0,107	0,000
0,000716	0,40%	0,943	0,000	0,057	0,000
0,000720	0,41%	0,968	0,000	0,032	0,000
0,000724	0,420%	0,993	0,000	0,007	0,000
0,000726	0,423%	1,000	0,000	0,000	0,000



Şekil 10: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2006 Yılına ait Etkinlik Sınırı

Riskli finansal varlıklardan oluşan 2006 yılı verilerimiz ile oluşturulan portföyümüzde yine benzer olarak risk düzeyi arttıkça hedeflenen getiri düzeyinde artmaktadır.

2007 Yılı Riskli Varlık(A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

Çözücü sonuçlarımız aşağıdaki gibidir.

2007 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000641659716	0,91%	-2,18982E-06	-1%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2007 yılı optimizasyon sonuçlarımıza göre yatırımın tamamının XUHIZ endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,91% lik bir portföy getirisi , 0,000642 lik bir risk karşılığında ve -2,18982E-06 çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

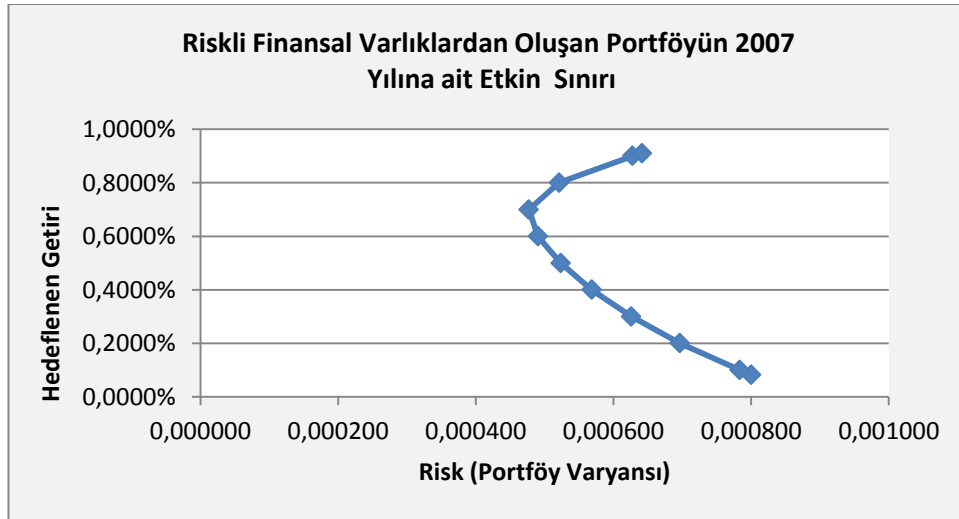
MVS sonucumuzdaki portföy getirisi (0,91%) i elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır.

2007A-MV	Toplam				
Portföy	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		0,9%	Portföy Varyansı		0,00064166099
Hedeflenen Getiri		0,9%	Standart Sapma		0,025331

Aynı getiri düzeyi MVS yönteminde daha düşük bir riskle gerçekleşmiştir. Eşit risk alındığında da MV 0,909765784914862%'lik getiri MVS ise 0,909764875149987% 'lik getiri vermektedir.

Tablo 20: A Portföyü 2007 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000800	0,0823%	0,000	0,000	0,000	1,000
0,000783	0,10%	0,000	0,000	0,036	0,964
0,000697	0,20%	0,000	0,000	0,242	0,758
0,000626	0,30%	0,009	0,000	0,432	0,559
0,000569	0,40%	0,071	0,000	0,532	0,398
0,000523	0,50%	0,133	0,000	0,631	0,236
0,000490	0,60%	0,196	0,000	0,730	0,074
0,000477	0,70%	0,383	0,000	0,617	0,000
0,000521	0,80%	0,677	0,000	0,323	0,000
0,000628	0,90%	0,971	0,000	0,029	0,000
0,000642	0,91%	1,000	0,000	0,000	0,000



Şekil 11: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2007 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2008 Yılı Riskli Varlık(A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

2008 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,001344	-0,78%	4,64621E-06	1%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2008 yılında optimizasyon sonuçlarımıza göre yatırımın tamamının XUHIZ endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Ancak bu yıl için kazanç değil , -0,78% 'lik bir kayıp gerçekleşmiştir, 0,001344' lik bir risk ve 4,64621E-06' lik çarpıklık değeri, 1% oranında bir amaç değeri ile sağlanmıştır. Görüldüğü gibi diğer yıllara göre amaç değerleri (-) iken burada optimizasyon sonucunda minimum değeri +1% çıkmıştır.

-0,78%'lik getiri değeri için MV çalıştırıldığında 0,13442326%'lik risk elde edilmiştir. MVS için risk değeri 0,13442353%'dir. MVS yöntemi daha yüksek bir risk vermiştir. Aynı risk düzeyleri için incelediğimizde ise MV -0,778201%'lik getiri, MVS ise -0,778202% 'lik getiri vermiştir. Dolayısı ile MVS aynı risk düzeyi için daha yüksek getiri vermiştir.

2009 Yılı Riskli Varlık (A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

2009 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,00192552968	2,31%	-4,36666E-05	-2%	0,00%	0,00%	16,39%	83,61%

2009 yılına ait çıktı sonuçlarını incelediğimizde yatırımın 16,39%'nın XUSIN endeksine, 83,61%'nin XUTEK endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 2,31% lik bir portföy getirisi, 0,001926 lik bir risk karşılığında ve -4,36666E-05 çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -2% oranında elde edilmiştir.

Sonuçları Klasik Ortalama-Varyans sonuçları ile karşılaştırmak için Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini (2,31%) elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır.

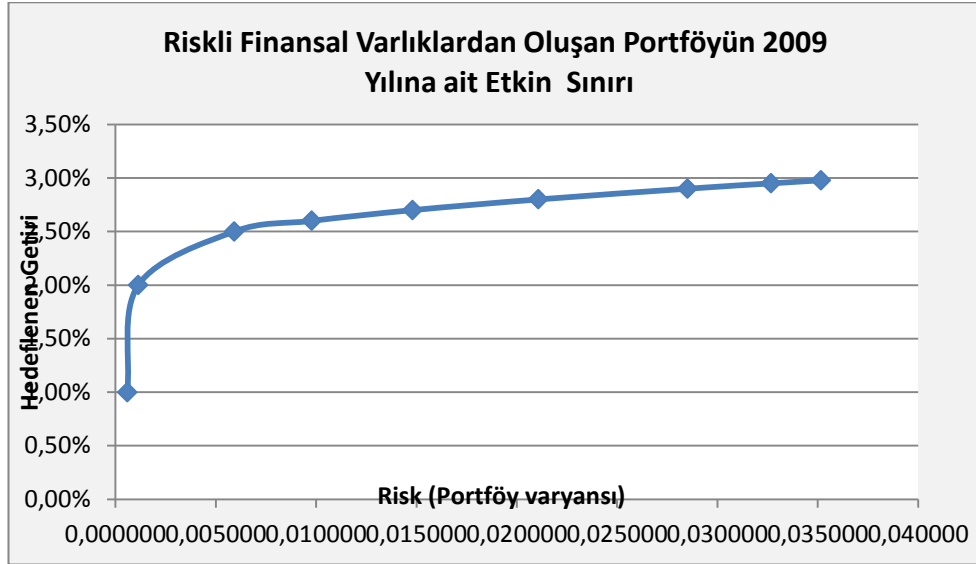
2009A-MV	Toplam				
Portföy	0,00%	0,00%	16,39%	83,61%	1

Portföy Getirisi		2,3%	Portföy Varyansı		0,00192552927
Hedeflenen Getiri		2,3%	Standart Sapma		0,043881

Aynı getiri düzeyi için risk $MV = 0,192552927\% < MVS = 0,192552968\%$ 'dir. Aynı risk düzeyi için getiriler; $MV = 2,3134474\% < MVS = 2,3134475\%$

Tablo 21: A Portföyü 2009 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000583	1,00%	0,983	0,000	0,000	0,017
0,001135	2,00%	0,190	0,000	0,057	0,753
0,005919	2,50%	0,000	0,000	0,399	0,601
0,009773	2,60%	0,000	0,000	0,524	0,476
0,014800	2,70%	0,000	0,000	0,650	0,350
0,021069	2,80%	0,000	0,000	0,776	0,224
0,028511	2,90%	0,000	0,000	0,902	0,098
0,032674	2,95%	0,000	0,000	0,964	0,036
0,035162	2,98%	0,000	0,000	1,000	0,000



Şekil 12: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2009 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2010 Yılı Riskli Varlık (A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

2010 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUSIN	XUMAL	XUTEK
0,0004392	0,68%	-7,96186E-06	-1%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%

2010 yılında yatırımın tamamının XUMAL endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,68% lik bir portföy getirisi, 0,000439 lik bir risk karşılığında ve -7,96186E-06 çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

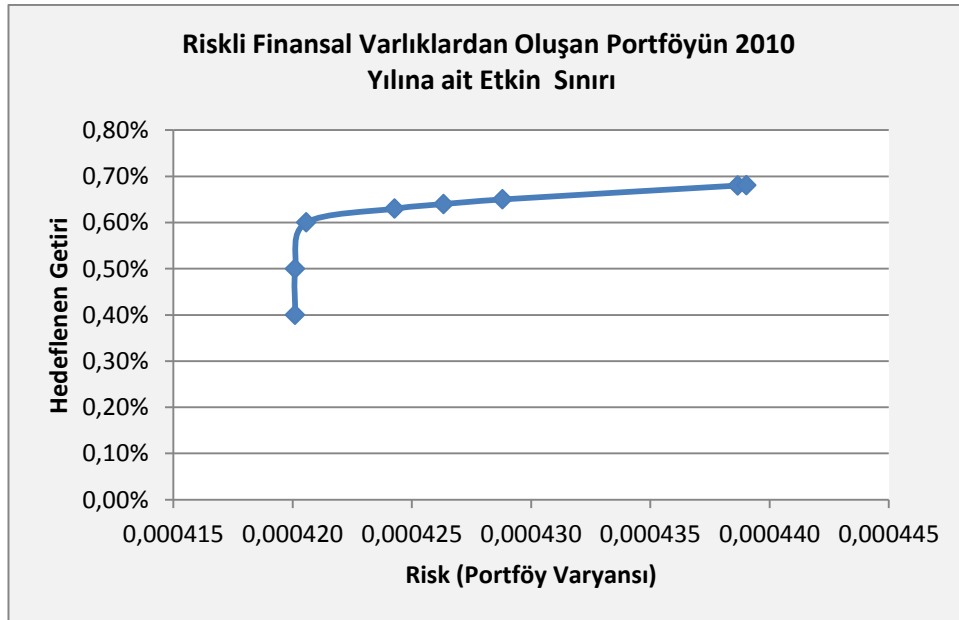
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini 0,68% ‘ i elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2010A-MV	Toplam				
Portföy	0	0	1	0	1
Portföy Getirisi		0,68%	Portföy Varyansı		0,0004392
Hedeflenen Getiri		0,68%	Standart Sapma		0,020958

Aynı getiri düzeyi için eşit risk elde edilmiştir (MV= 0,0439236244021272% = MVS= 0,0439236244021272%). Aynı risk düzeyi için de getiri oranları eşit çıkmıştır (MV= 0,681509772495068% = MVS= 0,681509772495068%).

Tablo 22: A Portföyü 2010 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000420	0,40%	0,330	0,000	0,670	0,000
0,000420	0,50%	0,330	0,000	0,670	0,000
0,000421	0,60%	0,279	0,000	0,721	0,000
0,000424	0,63%	0,176	0,000	0,824	0,000
0,000426	0,64%	0,142	0,000	0,858	0,000
0,000429	0,65%	0,108	0,000	0,892	0,000
0,000439	0,68%	0,005	0,000	0,995	0,000
0,000439	0,681%	0,002	0,000	0,998	0,000



Şekil 13: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2010 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2011 Yılı Riskli Varlık (A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

2011 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,001041542	0,22%	-2,71908E-05	0%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

2011 yılında yatırımın tamamının XUTEK endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,22% lik bir portföy getirisi, 0,001042 lik bir risk karşılığında ve -2,71908E-05 lik çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,12% oranında elde edilmiştir.

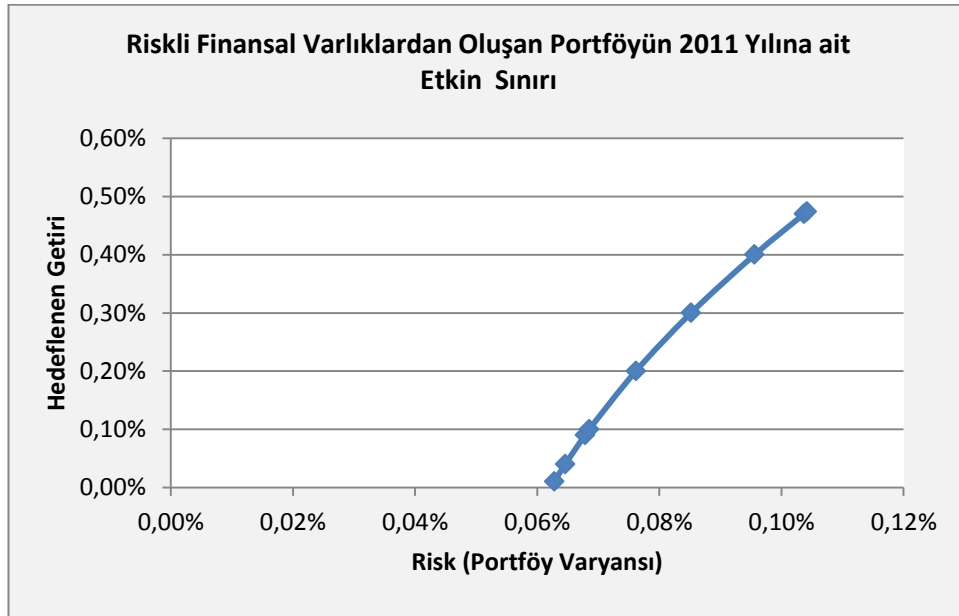
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini 0,22% ‘ i elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz

2011A-MV	Toplam				
Portföy	28,83%	0,00%	0,00%	71,17%	1,000001
Portföy Getirisi		0%	Portföy Varyansı		0,0007786
Hedeflenen Getiri		0,22%	Standart Sapma		0,027904

Daha düşük bir risk ile aynı getiri düzeyi sağlanmıştır.

Tablo 23: A Portföyü 2011 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000628	0,01%	0,53	0,00	0,00	0,47
0,000646	0,04%	0,49	0,00	0,00	0,51
0,000678	0,09%	0,44	0,00	0,00	0,56
0,000685	0,10%	0,42	0,00	0,00	0,58
0,000762	0,20%	0,31	0,00	0,00	0,69
0,000852	0,30%	0,20	0,00	0,00	0,80
0,000956	0,40%	0,08	0,00	0,00	0,92
0,001037	0,47%	0,00	0,00	0,00	1,00
0,001042	0,47%	0,00	0,00	0,00	1,00



Şekil 14: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2011 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2012 Yılı Riskli Varlık(A) MVS-MV Uygulama Sonuçları

2012 A MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000582100							
3	0,96%	2,60207E-06	-1%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%

2012 yılında yatırımın tamamının XUMAL endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,96% lik bir portföy getirisi , 0,000582 lik bir risk karşılığında ve 2,60207E-06 lik çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

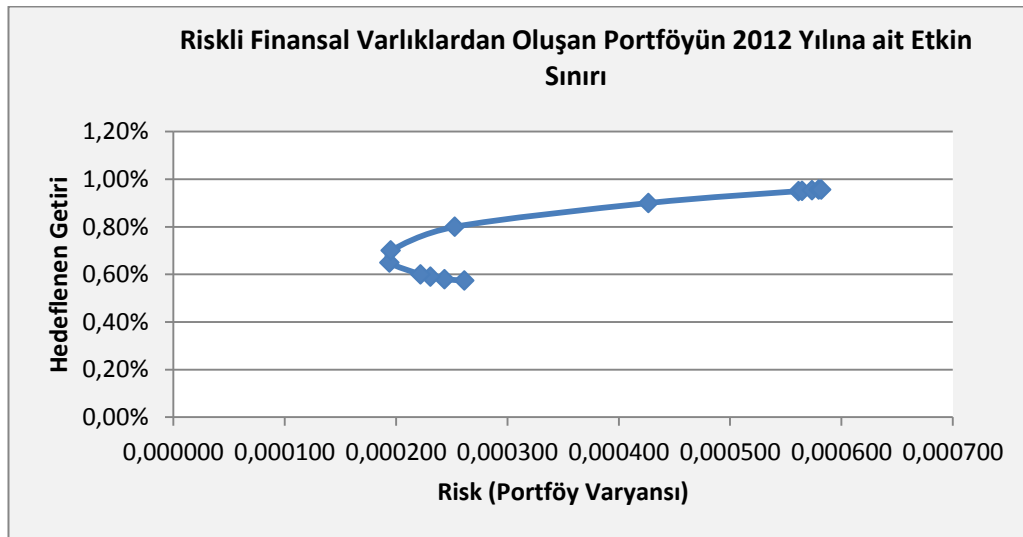
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,96% ‘ i elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2012A-MV	Toplam				
Portföy	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		1%	Portföy Varyansı		0,00058210102
Hedeflenen Getiri		1,0%	Standart Sapma		0,024127

2012 yılında aynı getiri düzeyi için Ortalama Varyans Çarpıklık metodu daha düşük bir riskle aynı getiriye sağlamıştır.

Tablo 24: A Portföyü 2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000262	0,57%	0,000	0,000	1,000	0,000
0,000244	0,58%	0,000	0,000	0,940	0,060
0,000231	0,59%	0,033	0,000	0,860	0,106
0,000222	0,60%	0,095	0,000	0,795	0,110
0,000194	0,65%	0,405	0,000	0,468	0,127
0,000195	0,70%	0,692	0,010	0,155	0,143
0,000253	0,80%	0,566	0,333	0,000	0,100
0,000427	0,90%	0,221	0,756	0,000	0,023
0,000562	0,95%	0,029	0,971	0,000	0,000
0,000565	0,951%	0,025	0,975	0,000	0,000
0,000574	0,954%	0,012	0,988	0,000	0,000
0,000580	0,956%	0,003	0,997	0,000	0,000
0,000582	0,957%	0,000	1,000	0,000	0,000



Şekil 15: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2012 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2005-2012 Yılları Bileşik Riskli Varlık(A) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları

2005-2012 Beklenen Getiri

XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0035	0,0037	0,0053	0,0040
0,35%	0,37%	0,53%	0,40%

2005-2012 Varyans- Kovaryans

COVAR	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	0,000681	0,000782	0,000634	0,000572652
XUMAL	0,000782	0,001624	0,000858	0,00103394
XUSIN	0,000634	0,000858	0,005245	0,000707084
XUTEK	0,000573	0,001034	0,000707	0,001457262

2005-2012 MVS

Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,0008959	0,40%	-1,07773E-05	-0,31%	50,56%	0,00%	20,26%	29,18%

Veri aralığını genişlettiğimizde 2005-2012 yılları arasındaki verilerimiz ile yaptığımız optimizasyon sonucunda yatırımın 50,56%'nin XUHIZ, 20,26% 'nın XUSIN, 29,18% 'nın XUTEK endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,40% 'lık bir portföy getirisi , 0,000896'lık bir risk karşılığında ve -1,07773E-05'lik çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,31% oranında elde edilmiştir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,40%'ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

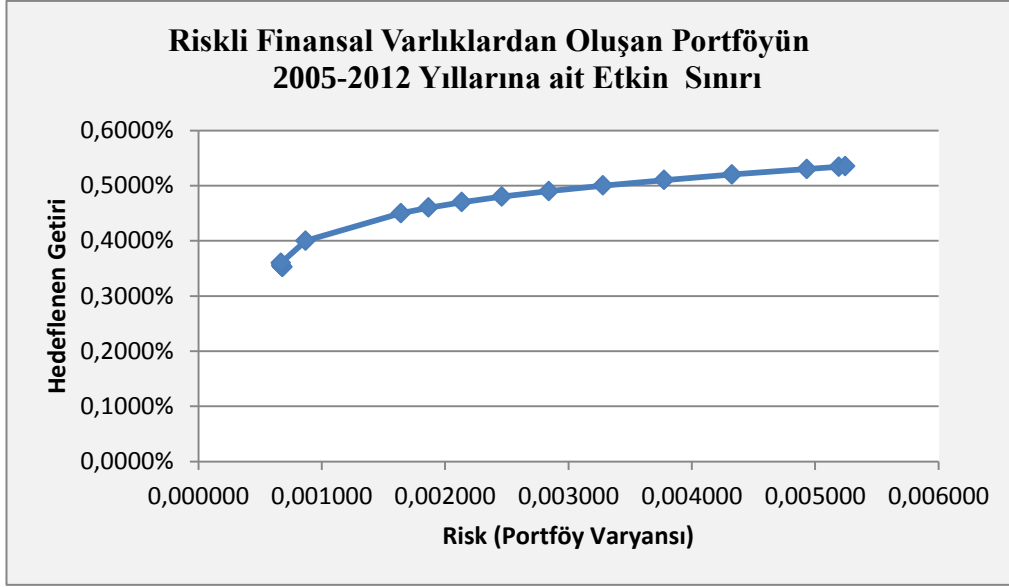
2005-2012					Toplam
Portföy	49,43%	0,00%	19,89%	30,68%	100,00%

Portföy Getirisi	0%	Portföy Varyansı	0,0008956
Hedeflenen Getiri	0,4%	Standart Sapma	0,029927

MV yöntemi aynı getiri düzeyini daha düşük bir riskle sağlamıştır.

Tablo 25: 2005-2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0,000681	0,3525%	1	0	0	0
0,000678	0,353%	0,987	0	0	0,013
0,000672	0,355%	0,945	0	0	0,055
0,000669	0,36%	0,873	0	0,013	0,115
0,000869	0,40%	0,518	0	0,187	0,295
0,001641	0,45%	0,075	0	0,406	0,520
0,001866	0,46%	0	0	0,454	0,546
0,002135	0,47%	0	0	0,527	0,473
0,002460	0,48%	0	0	0,600	0,400
0,002842	0,49%	0	0	0,673	0,327
0,003280	0,50%	0	0	0,746	0,254
0,003774	0,51%	0	0	0,819	0,181
0,004325	0,52%	0	0	0,892	0,108
0,004933	0,53%	0	0	0,965	0,035
0,005191	0,534%	0	0	0,994	0,006
0,005245	0,5349%	0	0	1	0



Şekil 16: Riskli Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005-2012 Yılına ait Etkinlik Sınırı

6.3.2. Riski ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları

Beklenen Getiri ve Varyans-Kovaryans değerleri aşağıdaki gibidir;

BEKLENEN GETİRİLER (B PORTFÖYÜ)

2005 Yılı Beklenen Getiri

DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0002	0,0161	0,0032	-0,0027
0,02%	1,61%	0,32%	-0,27%

2006 Yılı Beklenen Getiri

DİBS	XU100	ALTIN	EUR
-0,0002	0,0003	0,0044	0,0034
-0,02%	0,03%	0,44%	0,34%

2007 yılı Beklenen Getiri

DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0001	0,0075	0,0058	-0,0017
0,01%	0,75%	0,58%	-0,17%

2008 yılı Beklenen Getiri

DİBS	XU100	ALTIN	EUR
-0,00002	-0,0129	0,0009	0,0048
0,00%	-1,29%	0,09%	0,48%

VARYANS-KOVARYANS MATRİSLERİ (B PORTFÖYÜ)

2005 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	2,4E-07	1,2E-05	-1,3E-06	-1,2E-06
XU100	1,2E-05	1,6E-02	2,3E-04	-3,0E-04
ALTIN	-1,3E-06	2,3E-04	2,5E-04	-1,1E-06
EUR	-1,2E-06	-3,0E-04	-1,1E-06	1,3E-04

2006 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	9,5E-07	5,6E-06	4,6E-06	-1,8E-06
XU100	5,6E-06	1,1E-03	3,0E-04	-3,2E-04
ALTIN	4,6E-06	3,0E-04	7,9E-04	-9,1E-05
EUR	-1,8E-06	-3,2E-04	-9,1E-05	3,7E-04

2007 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	2,8E-07	8,4E-06	2,4E-06	-2,5E-06
XU100	8,4E-06	9,9E-04	2,4E-04	-3,2E-04
ALTIN	2,4E-06	2,4E-04	3,2E-04	-8,5E-05
EUR	-2,5E-06	-3,2E-04	-8,5E-05	1,8E-04

2008 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	7,6E-07	1,1E-05	1,3E-05	-5,2E-06
XU100	1,1E-05	2,6E-03	2,4E-04	-6,9E-04
ALTIN	1,3E-05	2,4E-04	1,3E-03	6,8E-05
EUR	-5,2E-06	-6,9E-04	6,8E-05	6,1E-04

**BEKLENEN GETİRİLER
(B PORTFÖYÜ)**

2009 yılı Beklenen Getiri			
DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0004	0,0137	0,0051	0,0003
0,04%	1,37%	0,51%	0,03%

2010 yılı Beklenen Getiri			
DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000045	0,0051	0,0052	-0,0012
0,00%	0,51%	0,52%	-0,12%

2011 yılı Beklenen Getiri			
DİBS	XU100	ALTIN	EUR
-0,0002	-0,0045	0,0023	0,0038
-0,02%	-0,45%	0,23%	0,38%

2012 yılı Beklenen Getiri			
DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0002	0,0103	0,0014	-0,0008
0,02%	1,03%	0,14%	-0,08%

**VARYANS-KOVARYANS
MATRİSLERİ
(B PORTFÖYÜ)**

2009 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi				
COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	5,6E-07	-9,6E-07	-1,1E-06	-1,0E-06
XU100	-9,6E-07	1,2E-03	-1,7E-05	-1,9E-04
ALTIN	-1,1E-06	-1,7E-05	4,7E-04	6,9E-05
EUR	-1,0E-06	-1,9E-04	6,9E-05	1,9E-04

2010 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi				
COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	5,3E-08	-8,6E-08	-1,1E-07	3,4E-07
XU100	-8,6E-08	5,8E-04	1,6E-04	-5,5E-05
ALTIN	-1,1E-07	1,6E-04	2,7E-04	-4,9E-05
EUR	2,1E-06	6,7E-05	-8,7E-05	-4,2E-05

2011 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi				
COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	6,7E-07	2,4E-06	2,7E-06	-1,3E-08
XU100	-5,7E-07	-1,2E-04	8,7E-05	-6,3E-05
ALTIN	2,7E-06	1,8E-05	5,4E-04	-2,4E-05
EUR	-2,8E-08	-3,6E-05	3,2E-05	4,8E-06

2012 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi				
COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	3,6E-07	9,1E-06	2,6E-06	-1,2E-06
XU100	9,1E-06	4,3E-03	-8,7E-05	-1,5E-04
ALTIN	2,6E-06	-8,7E-05	2,4E-04	-4,0E-07
EUR	-1,2E-06	-1,5E-04	-4,0E-07	8,6E-05

2005 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları

2005 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0074351	1,19%	0,001927414	-1%	0,00%	67,71%	32,29%	0,00%

2005 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın 67,71%'nin XU100 endeksine, 32,29% 'ın ALTIN'a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 1,19% 'lık bir portföy getirisi , 0,007435' lık bir risk karşılığında ve 0,001927414' lık bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

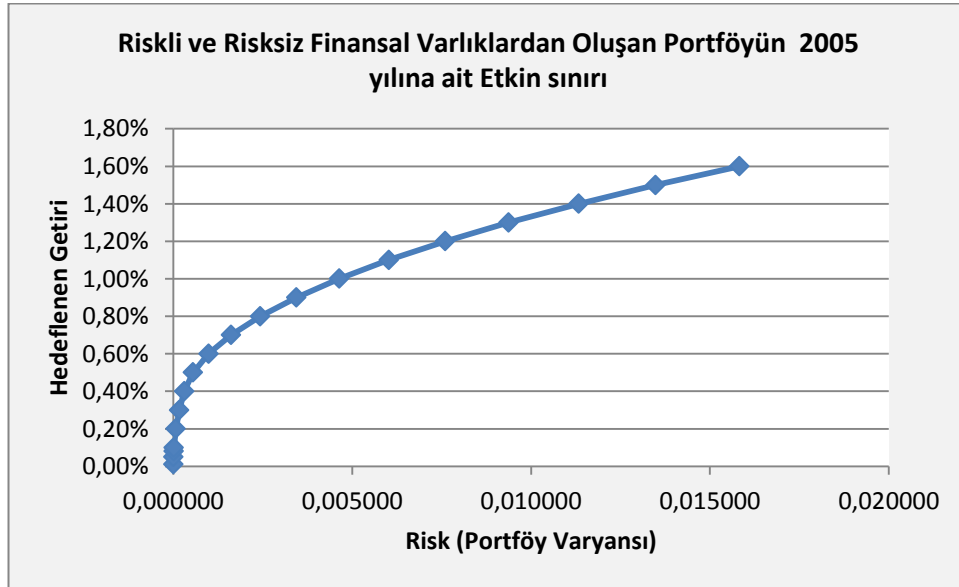
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 1,19%' ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2005B-MV				Toplam	
Portföy	0,00%	67,71%	32,29%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		1%	Portföy Varyansı		0,0074355
Hedeflenen Getiri		1,19%	Standart Sapma		0,08623

Aynı getiri düzeyi MV yönteminde daha yüksek bir riskle elde edilmiştir.

Tablo 26: B portföyü 2005 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000000	0,01%	0,967	0	0,000	0,033
0,000002	0,05%	0,918	0,004	0,078	0
0,000008	0,08%	0,841	0,010	0,150	0
0,000014	0,1%	0,789	0,013	0,197	0
0,000068	0,2%	0,532	0,031	0,437	0
0,000165	0,3%	0,275	0,049	0,677	0
0,000304	0,4%	0,017	0,066	0,917	0
0,000550	0,5%	0	0,140	0,860	0
0,000986	0,6%	0	0,218	0,782	0
0,001612	0,7%	0	0,296	0,704	0
0,002428	0,8%	0	0,374	0,626	0
0,003436	0,9%	0	0,451	0,549	0
0,004635	1,0%	0	0,529	0,471	0
0,006023	1,1%	0	0,607	0,393	0
0,007602	1,2%	0	0,685	0,315	0
0,009373	1,3%	0	0,763	0,237	0
0,011333	1,4%	0	0,841	0,159	0
0,013484	1,5%	0	0,918	0,082	0
0,015822	1,6%	0	0,996	0,004	0



Şekil 17: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2006 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2006 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000422	0,42%	-4,20304E-06	-0,37%	0,00%	0,00%	73,74%	26,26%

2006 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın 73,74%'nın ALTIN'a, 26,26% 'nın EUR'a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,42% 'lık bir portföy getirisi, 0,000422' lık bir risk karşılığında ve -4,20304E-06' lık bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,37% oranında elde edilmiştir.

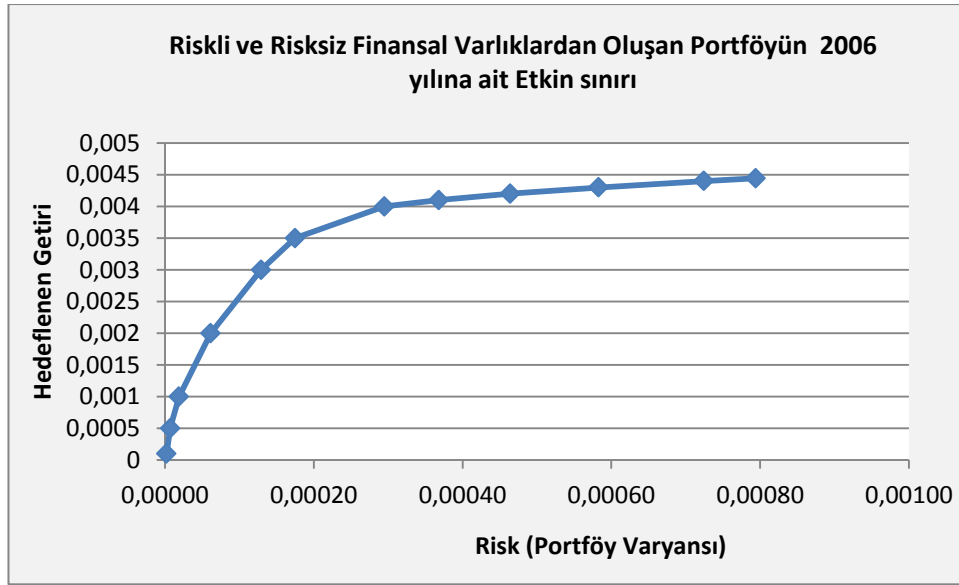
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,42% ' ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2006B-MV				Toplam	
Portföy	0,00%	0,00%	77,64%	22,36%	100,00%
Portföy Getirisi		0,4%	Portföy Varyansı		0,000465
Hedeflenen Getiri		0,42%	Standart Sapma		0,02157

MVS yöntemi, MV yöntemine göre aynı getiriyi daha düşük bir riskle elde etmiştir.

Tablo 27: B portföyü 2006 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00000	0,01%	0,92	0,01	0,02	0,06
0,00001	0,05%	0,80	0,02	0,05	0,12
0,00002	0,10%	0,66	0,04	0,10	0,21
0,00006	0,20%	0,37	0,07	0,18	0,38
0,00013	0,3%	0,09	0,10	0,26	0,55
0,00017	0,35%	0	0,07	0,33	0,60
0,00029	0,40%	0	0	0,59	0,41
0,00037	0,41%	0	0	0,68	0,32
0,00046	0,42%	0	0	0,78	0,22
0,00058	0,43%	0	0	0,87	0,13
0,00072	0,44%	0	0	0,96	0,04
0,00079	0,444%	0	0	1,00	0



Şekil 18: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2006 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2007 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2007 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000991916636480		-1,01391E-05			100,00		
311	0,75%	05	-0,007	0,00%	%	0,00%	0,00%

2007 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın tamamının XU100 endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,75% ‘ lik bir portföy getirisi , 0,000992’ lık bir risk karşılığında ve -1,01391E-05’ lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,007 oranında elde edilmiştir.

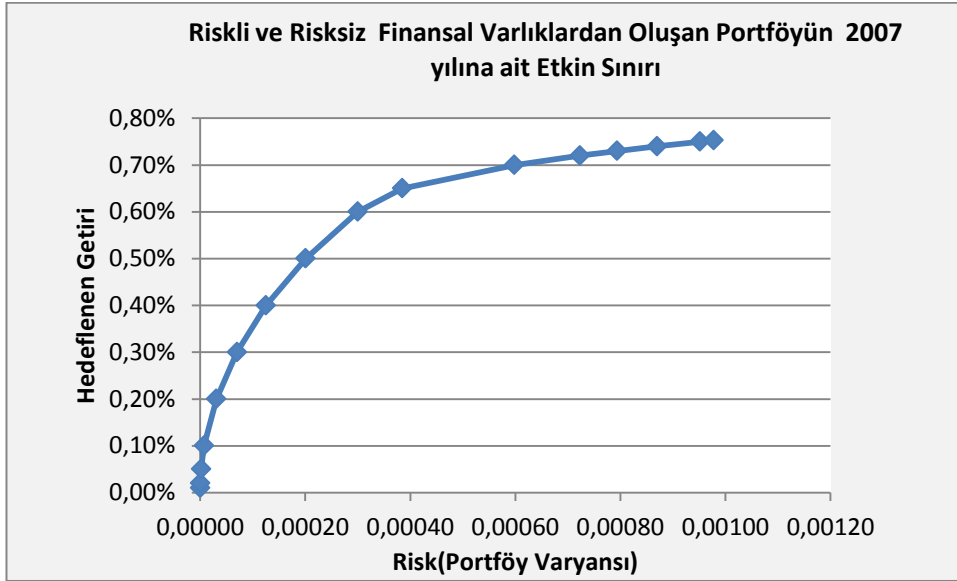
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,75%’ ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2007B-MV					Toplam
Portföy	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		0,8%	Portföy Varyansı		0,000991916636480312
Hedeflenen Getiri		0,8%	Standart Sapma		0,031495

MVS aynı getiriye daha düşük riskle sağlamış olsa da aralarındaki fark önemsizmeyecek kadar azdır.

Tablo 28: B portföyü 2007 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00000	0,01%	0,985	0	0,002	0,013
0,00000	0,02%	0,969	0,001	0,018	0,013
0,00000	0,05%	0,890	0,018	0,056	0,036
0,00001	0,10%	0,759	0,046	0,119	0,075
0,00003	0,20%	0,498	0,103	0,245	0,154
0,00007	0,30%	0,237	0,160	0,372	0,232
0,00013	0,40%	0	0,211	0,499	0,290
0,00020	0,50%	0	0,210	0,633	0,157
0,00030	0,60%	0	0,209	0,767	0,025
0,00038	0,65%	0	0,392	0,608	0
0,00060	0,70%	0	0,682	0,318	0
0,00072	0,72%	0	0,798	0,202	0
0,00079	0,73%	0	0,856	0,144	0
0,00087	0,74%	0	0,915	0,085	0
0,00095	0,75%	0	0,973	0,027	0
0,00098	0,75%	0	0,991	0,009	0



Şekil 19: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2007 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2008 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2008 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000611	0,48%	4,64142E-06	-0,42%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

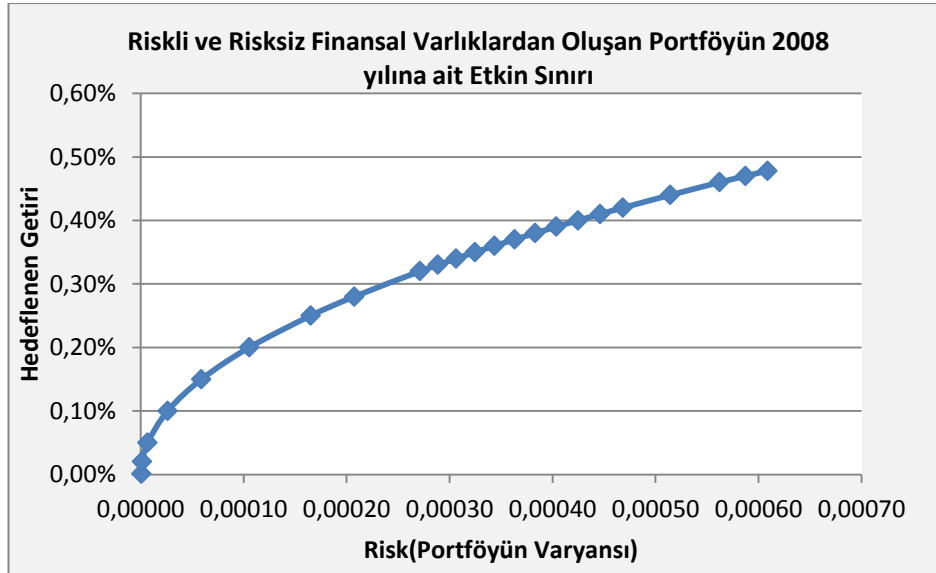
2008 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın tamamının EUR ‘a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,48% ‘ lik bir portföy getirisi, 0,000611’ lik bir risk karşılığında ve 4,64142E-06’ lık bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,42% oranında elde edilmiştir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,48%’ ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

Bu getiri için MV yönteminde uygun bir çözüm bulunamamıştır. 0,478 % ’lik bir getiri 0,000608 bir risk karşılığında sağlanmıştır.

Tablo 29: B portföyü 2008 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00000	0,00%	0,994	0	0	0,006
0,00000	0,02%	0,954	0	0	0,046
0,00001	0,05%	0,892	0	0	0,108
0,00003	0,10%	0,788	0	0	0,212
0,00006	0,15%	0,680	0	0,005	0,315
0,00011	0,20%	0,572	0	0,010	0,418
0,00017	0,25%	0,464	0	0,015	0,521
0,00021	0,28%	0,399	0	0,018	0,583
0,00027	0,32%	0,313	0	0,022	0,665
0,00029	0,33%	0,291	0	0,023	0,686
0,00031	0,34%	0,269	0	0,024	0,706
0,00032	0,35%	0,248	0	0,025	0,727
0,00034	0,36%	0,226	0	0,026	0,748
0,00036	0,37%	0,204	0	0,027	0,768
0,00038	0,38%	0,183	0	0,028	0,789
0,00040	0,39%	0,161	0	0,029	0,809
0,00042	0,40%	0,140	0	0,030	0,830
0,00045	0,41%	0,118	0	0,031	0,851
0,00047	0,42%	0,096	0	0,032	0,871
0,00051	0,44%	0,053	0	0,034	0,912
0,00056	0,46%	0,010	0	0,036	0,954
0,00059	0,47%	0	0	0,023	0,977
0,00061	0,48%	0	0	0,002	0,998



Şekil 20: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2008 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2009 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2009 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0011957	1,37%	-5,37072E-06	-1%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%

2009 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın tamamının XU100 endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 1,37% ‘ lik bir portföy getirisi, 0,001196’ lik bir risk karşılığında ve -5,37072E-06’ lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

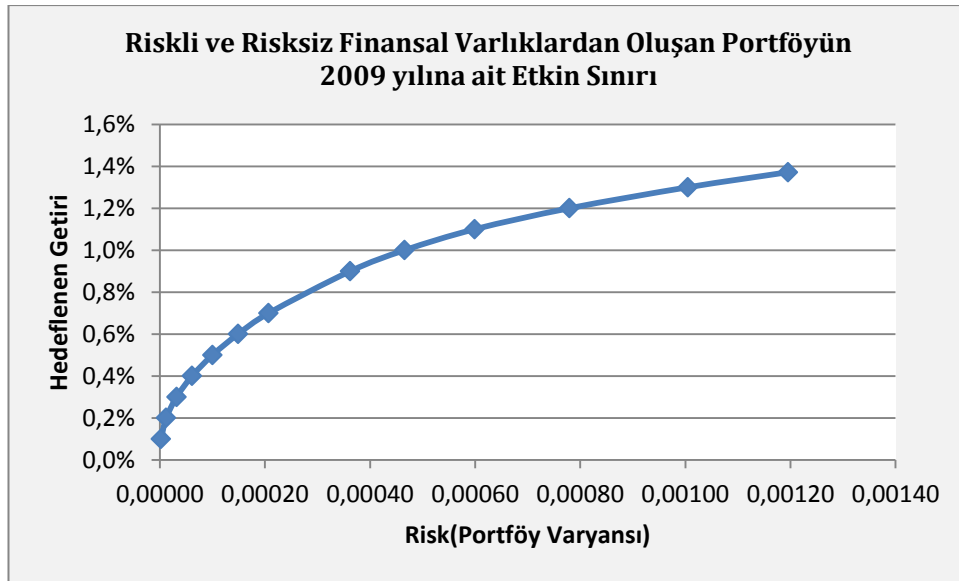
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 1,37%’ ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2009 B-MV					Toplam
Portföy	0,00%	99,77%	0,23%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		1,4%	Portföy Varyansı		0,0011901
Hedeflenen Getiri		1,37%	Standart Sapma		0,034499

Aynı getiri düzeyi daha düşük bir varyansla sağlanmıştır. MVS nin yönteminin etkinliği izlenememiştir.

Tablo 30: B portföyü 2009 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları (MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00000	0,1%	0,907	0,036	0,026	0,031
0,00001	0,2%	0,765	0,096	0,069	0,069
0,00003	0,3%	0,623	0,156	0,113	0,108
0,00006	0,4%	0,481	0,216	0,157	0,146
0,00010	0,5%	0,339	0,276	0,200	0,185
0,00015	0,6%	0,197	0,336	0,244	0,223
0,00021	0,7%	0,055	0,396	0,287	0,262
0,00036	0,9%	0	0,512	0,379	0,109
0,00047	1,0%	0	0,570	0,425	0,004
0,00060	1,1%	0	0,684	0,316	0
0,00078	1,2%	0	0,800	0,200	0
0,00100	1,3%	0	0,916	0,084	0
0,00120	1,372%	0	1,000	0	0



Şekil 21: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2009 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2010 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2010 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000248	0,5164%	-8,54525E-07	-0,5%	0,00%	16,06%	83,94%	0,00%

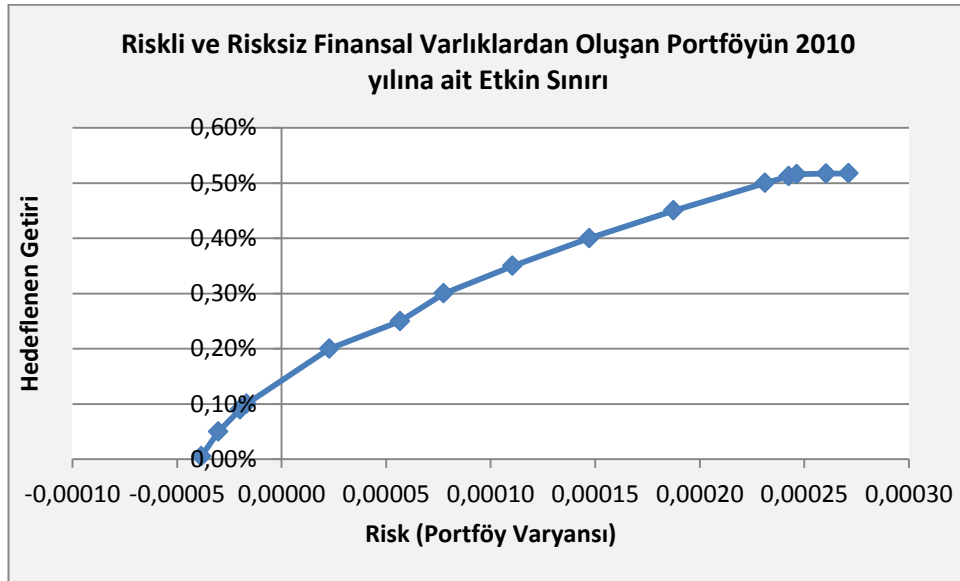
2010 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın 16,06% 'lık kısmının XU100 endeksine yapılması, 83,94%'lık kısmının ALTIN'a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,52% 'lık bir portföy getirisi, 0,000248'lik bir risk karşılığında ve -8,54525E-07'lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,5% oranında elde edilmiştir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,5164 %'ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

Ancak MV yönteminde bu getiri için uygun çözüm bulunamamıştır. 0,516 %'lik bir getiri 0,000246 varyans ile sağlanmıştır.

Tablo 31: B portföyü 2010 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
-0,00004	0,01%	0	0	0,194	0,806
-0,00003	0,05%	0	0	0,265	0,735
-0,00002	0,09%	0	0	0,328	0,672
-0,00002	0,10%	0	0	0,343	0,657
0,00002	0,20%	0	0,036	0,465	0,499
0,00006	0,25%	0,52	0,1	0,379	0,000
0,00008	0,30%	0	0,091	0,568	0,341
0,00011	0,35%	0	0,118	0,619	0,262
0,00015	0,40%	0	0,146	0,671	0,183
0,00019	0,45%	0	0,173	0,722	0,104
0,00023	0,50%	0,032	0,203	0,766	0
0,00024	0,51%	0,008	0,208	0,784	0
0,00025	0,52%	0	0,209	0,790	0
0,00026	0,52%	0	0,053	0,947	0
0,00027	0,52%	0	0	1,000	0



Şekil 22: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2010 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2011 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2011 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000195	0,38%	2,61097E-07	-0,37%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

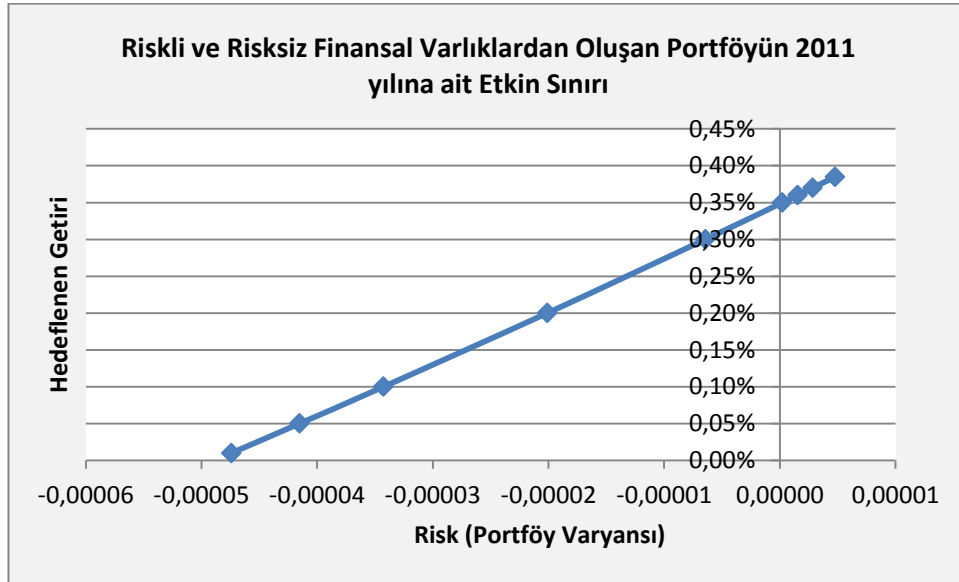
2011 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın tamamının EUR'a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,38% ' lik bir portföy getirisi, 0,000195' lik bir risk karşılığında ve 2,61097E-07' lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,37% oranında elde edilmiştir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,38%' ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz. Aynı getiri düzeyi daha düşük risk ile gerçekleşmiştir.

2011B-MV					Toplam
Portföy	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Portföy Getirisi		0%	Portföy Varyansı		4,77E-06
Hedeflenen Getiri		0,38%	Standart Sapma		0,002184

Tablo 32: *B portföyü 2011 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları*

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
-0,00005	0,01%	0	0,45	0	0,55
-0,00004	0,05%	0	0,40	0	0,60
-0,00003	0,10%	0	0,34	0	0,66
-0,00002	0,20%	0	0,22	0	0,78
-0,00001	0,30%	0	0,10	0	0,90
0,00000	0,35%	0	0,04	0	0,96
0,00000	0,36%	0	0,03	0	0,97
0,00000	0,37%	0	0,02	0	0,98
0,00000	0,38%	0	0	0	1,00



Şekil 23: *Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2011 Yılına ait Etkinlik Sınırı*

2012 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları:

2012 B MVS							
Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,004266	1,03%	0,00017997	-1%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%

2012 yılı B portföyü optimizasyonu sonucunda yatırımın tamamının XU100 endeksine yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 1,03% ‘ lik bir portföy getirisi, 0,004266’ lik bir risk karşılığında ve 0,00017997’ lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -1% oranında elde edilmiştir.

Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 1,03%’ ı elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2012B-MV					Toplam
Portföy	98,23%	0,00%	0,00%	1,77%	1
Portföy Getirisi		0%	Portföy Varyansı		3,2992E-07
Hedeflenen Getiri		1,03%	Standart Sapma		0,000574387

Aynı getiri düzeyi daha düşük risk ile gerçekleşmiştir.

Tablo 33: B portföyü 2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,0000	0,04%	0,958	0,014	0,028	0
0,0000	0,05%	0,931	0,022	0,046	0
0,0000	0,07%	0,879	0,038	0,083	0
0,0000	0,08%	0,853	0,046	0,102	0
0,0000	0,10%	0,800	0,061	0,138	0
0,0001	0,20%	0,538	0,140	0,322	0
0,0002	0,30%	0,276	0,218	0,506	0
0,0005	0,40%	0,013	0,297	0,690	0
0,0007	0,50%	0,000	0,407	0,593	0
0,0012	0,60%	0,000	0,518	0,482	0
0,0017	0,70%	0,000	0,629	0,371	0
0,0023	0,80%	0,000	0,741	0,259	0
0,0031	0,90%	0,000	0,852	0,148	0
0,0040	1,00%	0,000	0,964	0,036	0
0,0043	1,03%	0,000	0,999	0,001	0



Şekil 24: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2012 Yılına ait Etkinlik Sınırı

2005-2012 Yılı Riskli ve Risksiz Finansal Varlık (B) MVS-MV Portföy Optimizasyon Sonuçları

2005-2012 yılı Beklenen Getiri

DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00007	0,00447	0,00354	0,00073
0,01%	0,45%	0,35%	0,07%

2005-2012 yılı Varyans--Kovaryans Matrisi

COVAR	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	5,2E-07	7,2E-06	2,9E-06	-1,9E-06
XU100	7,2E-06	3,5E-03	1,4E-04	-2,9E-04
ALTIN	2,9E-06	1,4E-04	5,2E-04	-1,6E-05
EUR	-1,9E-06	-2,9E-04	-1,6E-05	2,4E-04

2005-2012 B MVS

Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,000560469980	0,38%	8,06836E-06	-0,32%	0,00%	24,33%	75,67%	0,00%

Tüm yıllar birlikte dikkate alındığında B portföyünün optimizasyonu sonucunda yatırımın 24,33% 'ünün XU100 endeksine, 75,67%'nın ALTIN'a yapılması ile optimal sonuca ulaşılmıştır. Bu durumda 0,38 % ' lik bir portföy getirisi, 0,00056' lik bir risk karşılığında ve 8,06836E-06' lik bir çarpıklık değeri ile karşılanmıştır. Minimize edilen amaç fonksiyonumuz ise -0,32 % oranında elde edilmiştir.

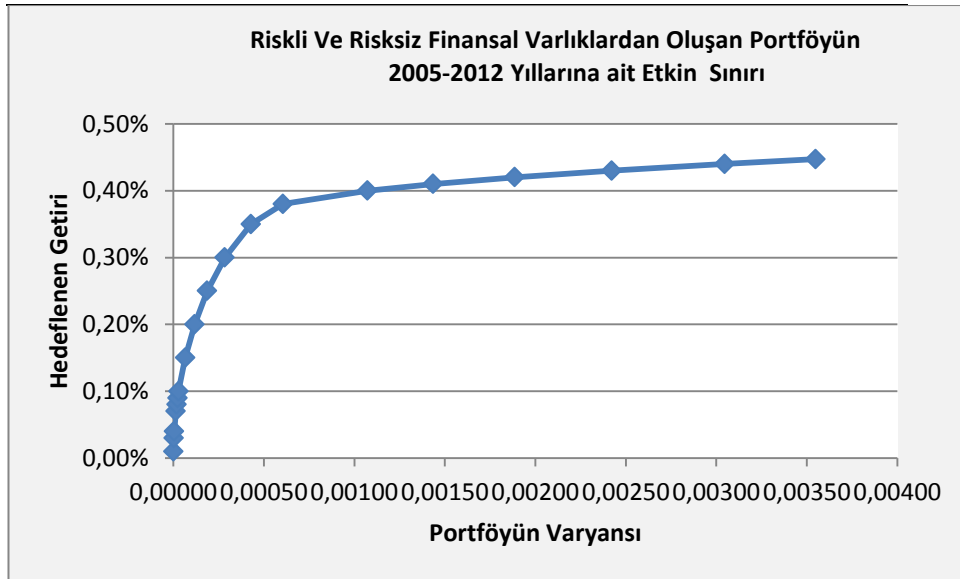
Ortalama Varyans Çarpıklık Çözücü çıktımızdaki portföy getirisini yani 0,38 %' i elde etmek için Ortalama-Varyans metodu kullanılarak program tekrar çalıştırılır. Böylece iki modeli karşılaştırabiliriz.

2005-2012B MVS	DİBS	XU100	ALTIN	EUR	Toplam
Portföy	0,00%	24,33%	75,67%	0,00%	100,00%
Portföy Getirisi		0,38%	Portföy Varyansı		0,000560469979
Hedeflenen Getiri		0,38%	Standart Sapma		0,023674

Aynı getiri düzeyi daha düşük bir riskle karşılanmıştır.

Tablo 34: B portföyü 2005-2012 yılı Farklı Beklenen Getiri Düzeyleri İçin Portföy Ağırlıkları(MV)

Varyans	Hedef Getiri	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
0,00000	0,01%	0,980	0,001	0,004	0,015
0,00000	0,03%	0,900	0,010	0,045	0,046
0,00000	0,04%	0,860	0,014	0,065	0,061
0,00001	0,07%	0,739	0,027	0,126	0,107
0,00002	0,08%	0,699	0,032	0,146	0,123
0,00002	0,09%	0,660	0,036	0,167	0,138
0,00003	0,10%	0,619	0,040	0,187	0,153
0,00007	0,15%	0,419	0,062	0,288	0,230
0,00012	0,20%	0,218	0,085	0,390	0,307
0,00019	0,25%	0,018	0,107	0,492	0,384
0,00028	0,30%	0	0,124	0,643	0,233
0,00043	0,35%	0	0,140	0,799	0,060
0,00061	0,38%	0	0,280	0,720	0
0,00107	0,40%	0	0,495	0,505	0
0,00144	0,41%	0	0,602	0,398	0
0,00189	0,42%	0	0,709	0,291	0
0,00242	0,43%	0	0,816	0,184	0
0,00305	0,44%	0	0,923	0,077	0
0,00355	0,45%	0	1,000	0,000	0



Şekil 25: Riskli ve Risksiz Finansal Varlıklardan Oluşan Portföyün 2005-2012 Yılına ait Etkinlik Sınırı

6.3.3. Riskli Finansal Varlık(A) MVS Portföy Optimizasyon Sonuçları Karşılaştırması

Tablo 35: *A Portföyü Yıllar İtibari İle MVS Çözücü Sonuçları*

YILLAR	Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	Ağırlık			
					XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
2005	0,000934590	1,204%	-0,000038659	-0,011	0	0,451	0	0,549
2006	0,000725524	0,423%	-0,000019574	-0,003	1	0	0	0
2007	0,000641660	0,910%	-0,000002190	-0,008	1	0	0	0
2008	0,001344235	-0,778%	0,000004646	0,009	1	0	0	0
2009	0,001925530	2,313%	-0,000043667	-0,021	0	0	0,164	0,836
2010	0,000439236	0,682%	-0,000007962	-0,006	0	0	1	0
2011	0,001041542	0,224%	-0,000027191	-0,001	0	0	0	1
2012	0,000582100	0,957%	0,000002602	-0,009	0	1	0	0
2005-2012	0,000895912	0,403%	-0,000010777	-0,003	0,506	0	0,203	0,292

Yıllar itibari ile bir kıyaslama yapıldığında MVS yöntemi ile yapılan analiz sonucunda, 2009 yılında 16,39% oranında XUSIN endeksine ve 83,61% XUTEK endeksine yatırım yapıldığında, sadece bu endeksleri kullanan bir yatırımcı için en verimli bir yıl olmuştur. Amaç fonksiyonu -0,021 ile en minimumdur. Portföy getirisi 2,313% değerinde olacaktır. Oysaki bir önceki yılın verilerini kullanarak analiz yaptığımızda portföyün getirisi -0,778% ile bir kayıp olduğu gözükmemektedir. Beklenen getirileri negatif olan 2008 yılı bizim için doğru bir analiz verisi oluşturmamaktadır. Diğer yıllarda da pozitif bir portföy getirisi vardır. 2005- 2012 yıllarını birlikte ele aldığımızda diğer yılların ortalama bir getirisini sağladığımızı ve yine portföy getirimizin pozitif olduğunu görmekteyiz.

Çarpıklık değerinin de maksimum olması beklenmektedir.2008 yılında pozitif ve maksimum bir çarpıklık gözlene de portföyün getirisi negatif olmuştur.

6.3.4. Riskli ve Risksiz Finansal Varlık(B) MVS Portföy Optimizasyon

Sonuçları Karşılaştırması

Tablo 36: *B Portföyü Yıllar İtibari İle MVS Çözücü Sonuçları*

Yıllar	Varyans	Portföy Getiri	Çarpıklık	Amaç Fonk	Ağırlık			
					DİBS	XU100	ALTIN	EUR
2005	0,007435118	1,190%	0,001927414	-0,006	0	0,677	0,323	0
2006	0,000421705	0,416%	-0,000004203	-0,004	0	0	0,737	0,263
2007	0,000991917	0,755%	-0,000010139	-0,007	0	1	0	0
2008	0,000611424	0,479%	0,000004641	-0,004	0	0	0	1,000
2009	0,001195704	1,372%	-0,000005371	-0,013	0	1	0	0
2010	0,000248044	0,516%	-0,000000855	-0,005	0	0,161	0,839	0
2011	0,000195384	0,385%	0,000000261	-0,004	0	0	0	1,000
2012	0,004265681	1,033%	0,000179970	-0,006	0	1	0	0
2005-2012	0,000560470	0,377%	0,000008068	-0,003	0	0,243	0,757	0

Tablo da yine 2009 yılında yatırımın tamamının XU100 endeksine yapılması sonucunda en verimli yıl olmuştur. Amaç fonksiyonu -0,013 ile en minimumdur. Portföy getirisi 1,372 % 'dir. 2009 yılı her iki portföy (A,B) için en yüksek getiriyi sağlasa da tamamı riskli Finansal varlıklardan oluşan A portföyü B portföyüne göre daha verimlidir. 2008 yılında ise B portföyü daha korunaklıdır. A portföyü negatif bir getiri sağlarken B portföyünün getirisi pozitifdir. Benzer olarak 2011 ve 2012 yıllarında da B portföyü daha verimlidir. Tüm yıllar birlikte incelendiğinde ise pozitif bir getiri sağlasa da A portföyü daha verimlidir. Diğer yıllar için de A Portföyü ile daha yüksek bir portföy getirisi sağlanmıştır. 2005 yılında B portföyü en yüksek pozitif çarpıklık değerine ve diğer yıllara göre ikinci en yüksek portföy getirisine sahiptir.

6.4. Ortalama Varyans Çarpıklık Basıklık (MVSK) Portföy Optimizasyon GAMS Sonuçları

6.4.1. Riskli Finansal Varlık(A) MVSK Portföy Optimizasyon GAMS Sonuçları

Bu bölümde ana amacımız dört moment çatısı altında hem portföydeki varlıkların kombinasyonu hem de portföylerin getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri üzerinde yatırımcıların tercihinin etkisini göstermek olacaktır. Polinomsal hedef programlama(PGP) yaklaşımının yürütülmesinde izlenen tüm süreç bu bölümde sunulmuştur (Aracıoğlu, Demircan ve Soyuer 2011, 13).

Önceki tanımlarda belirttiğimiz gibi analizimiz iki amaca bağlıdır:

- i) Dört momentli uzayda Portföy seçim problemi için Polinomsal Hedef programlamanın formülünü göstermek
- ii) Farklı yatırım stratejileri ile yatırımcılar için portföy seçiminin nasıl değiştiğini kanıtlamak

Tarihsel veriler beklenen getiri, kovaryans ve merkezi momentlerin tahmininde kullanılırlar.

Bu çalışmada yapılan deneysel deneyler iki ana safhada özetlenebilir:

İlk olarak normallik test sonuçları Tablo 36’ da verildi ve tanımlayıcı istatistikler hesaplandı Tablo 37’de sunuldu. Tablo 38’ de varyans-kovaryans matrisi, Tablo 39 ‘da çarpıklık-bileşik çarpıklık matrisi, Tablo 40’ da basıklık-bileşik basıklık matrisi, Tablo 41’ de hisse senetleri biraz ön bilgi sağlamak için değişimlerinin katsayılarına dayandırılarak sınıflandırıldı. İkinci olarak Tablo 42’ de gösterildiği gibi istenilen seviyeler (P2)-(P5) ü çözerek bulunmuştur. Daha sonra PGP yaklaşımı ile (P6)

çözülerek optimal amaç değerleri ve onlar arasındaki takas Tablo 43’de gösterilmiştir. Son olarak Tablo 44 ‘de MV ve MVS 1 içeren verilen yatırımcının farklı tercihleri için portföyün içermesi gereken hisse senetlerinin optimal ağırlıkları sunulmuştur. Tüm hesaplamalar GAMS programında hesaplanmıştır (Kemalbay 2008, 50).

Getiri Dağılımlarının Normallik Testi

İlk analizler için hisse senetlerimizin getiri oranlarının tanımlayıcı istatistiklerini listeler. Jarque-Bera testi kullanılarak getiri dağılımlarının normallik sonuçları sunulmuştur. Test sonuçları getiri dağılımlarının normal dağılım göstermediğini doğruladığı için, bu da çarpıklık ve basıklığı içeren portföy oluşturmanın ispatıdır.

Aşağıda Eviews programı kullanılarak getiri dağılımının normallik testi yapılmıştır.

Tablo 37: Getiri Dağılımının Normallik Testi (A)

<i>No</i>	<i>Index</i>	<i>J-B Statistic</i>	<i>p-Value</i>
1	XUHIZ	27,01154	0,000001
2	XUMAL	40,73027	0
3	XUSIN	902,4075	0
4	XUTEK	153,8259	0

Tabloda belirtilen J-B * Jarque-Bera istatistiğini verir:

Jarque Bera testini kullanarak getiri dağılımlarının normallik sonuçları son sütunda verilmiştir. Test sonuçları getiri dağılımlarının normal olmadığını desteklemektedir. Dolayısı ile bu da çarpıklık ve basıklığı kullanarak portföyü oluşturmanın gerektiğinin ispatıdır.

$$JB = \frac{n}{6} \left(\frac{\text{çarpıklık}^2}{4} + \frac{(\text{basıklık}-3)^2}{4} \right),$$

H_0 : $JB = 0$ (normal dağılım vardır)

H_a : $JB \neq 0$

Eğer p değeri 0,05 den daha az ise normalliğin sıfır hipotezi %5 önem düzeyini sağlayamaz.

Çalışmamızda standart portföy seçim varsayımları kullanılmıştır; yatırım stratejilerinin mükemmel bölünebilmesi, işlem maliyetleri ve vergilerin olmaması ve kusursuz Pazar. Açığa satışa izin verilmemiştir ve portföy ağırlıkları pozitif ve toplamı bir olmalıdır (Taylan ve Tatlıdil 2010).

Analizi yapılan varlıkların dağılımsal özellikleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Varlık getirilerinin bireysel dağılım özelliklerine ek olarak varlık getirilerinin kovaryans, bileşik çarpıklık (coskewness) ve bileşik basıklık (cokurtosis) değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 38: *A Portföyü Tanımlayıcı İstatistikler*

<i>No</i>	<i>Index</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Deviation</i>	<i>Skewness</i>	<i>Rel Skew.</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Rel.Kurto.</i>
1	XUHIZ	0,004	6,697E-04	0,026	-9,090E-06	-0,524	1,691E-06	3,77
2	XUMAL	0,004	0,002	0,045	-1,716E-05	-0,192	1,156E-05	2,89
3	XUSIN	0,005	0,005	0,071	4,008E-04	1,133	2,699E-04	10,80
4	XUTEK	0,004	0,001	0,032	-1,567E-05	-0,496	1,244E-05	12,44

Tablo 39: Varlık Getirilerinin Varyans Kovaryans Matrisi (A)

	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
XUHIZ	6,697E-04	7,693E-04	6,245E-04	5,637E-04
XUMAL	7,693E-04	2,000E-03	8,456E-04	1,000E-03
XUSIN	6,245E-04	8,456E-04	5,000E-03	6,971E-04
XUTEK	5,637E-04	1,000E-03	6,971E-04	1,000E-03

Tablo 40: Varlık Getirilerinin ‘Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık’ Matrisi(A)

Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık ii j Matris

		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
		sii1	sii2	sii3	sii4
XUHIZ	s11j	-9,090E-06	-1,319E-05	-1,369E-05	-1,587E-05
XUMAL	s22j	-1,692E-05	-1,716E-05	-3,250E-05	-2,610E-05
XUSIN	s33j	1,103E-05	-5,425E-08	4,008E-04	4,650E-05
XUTEK	s44j	-2,474E-05	-3,419E-05	-3,593E-05	-1,567E-05

Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık ij j Matris

		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
		si11	si22	si33	si44
XUHIZ	s1jj	-9,090E-06	-1,692E-05	1,103E-05	-2,474E-05
XUMAL	s2jj	-1,319E-05	-1,716E-05	-5,425E-08	-3,419E-05
XUSIN	s3jj	-1,369E-05	-3,250E-05	4,008E-04	-3,593E-05
XUTEK	s4jj	-1,587E-05	-2,610E-05	4,650E-05	-1,567E-05

Tablo 41: Varlık Getirilerinin ‘Basıklık-Bileşik Basıklık’ Matrisi (A)**Basıklık-Bileşik Basıklık iiij Matris**

		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
		kiii1	kiii2	kiii3	kiii4
XUHIZ	k111j	1,691E-06	2,049E-06	1,656E-06	1,689E-06
XUMAL	k222j	5,000E-06	1,156E-05	6,312E-06	8,482E-06
XUSIN	k333j	1,430E-05	1,132E-05	2,699E-04	1,235E-05
XUTEK	k444j	4,086E-06	7,577E-06	4,536E-06	1,244E-05

Basıklık-Bileşik Basıklık ijij Matris

		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
		ki111	ki222	ki333	ki444
XUHIZ	k1jjj	1,691E-06	5,000E-06	1,430E-05	4,086E-06
XUMAL	k2jjj	2,049E-06	1,156E-05	1,132E-05	7,577E-06
XUSIN	k3jjj	1,656E-06	6,312E-06	2,699E-04	4,536E-06
XUTEK	k4jjj	1,689E-06	8,482E-06	1,235E-05	1,244E-05

Basıklık-Bileşik Basıklık iijj Matris

		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
		kii11	kii22	kii33	kii44
XUHIZ	k11jj	1,691E-06	3,031E-06	4,675E-06	2,565E-06
XUMAL	k22jj	3,031E-06	1,156E-05	1,213E-05	7,784E-06
XUSIN	k33jj	4,675E-06	1,213E-05	2,699E-04	1,110E-05
XUTEK	k44jj	2,565E-06	7,784E-06	1,110E-05	1,244E-05

Tablo 42: Varlıkların Değişim Katsayılarının Hesaplanması (A)

No	Index	Mean	Std.Dev.	C.V.*	Rank
1	XUHIZ	0,004	0,025879	0,155	4
2	XUMAL	0,004	0,044721	0,089	2
3	XUSIN	0,005	0,070711	0,071	1
4	XUTEK	0,004	0,031623	0,126	3

*C.V. :Değişim Katsayısı: Ortalama/Standart sapma

Tablo 41, ortalamayı, standart sapmayı ve her bir varlığın getiri oranının değişim katsayısını listeler. Değişim katsayısı birim getiri başına riskini gösterir. Değişim katsayısının sıralanması optimal portföydeki potansiyel adayları içermesi bakımından biraz öncül bilgi sağlayabilir.

Eğer biz değişim katsayısını risk ölçütü olarak alırsak, bu varlık getirilerinin dağılımının doğru olan riskini tamamen yakalamak için başarısız olabilir. Bu durumda yüksek momentlerin rolü önemli olur. Çünkü doğru olan risk ölçüsü çok boyutlu bir konsepte olmalıdır.

P1 modelini dört alt probleme bölerek ve her birisini bireysel olarak çözdüğümüzde Optimal skorlar elde edilecektir. Bireysel amaçların optimal çözümü ile PGP metodunu kullanarak P1 modelini çözeriz.

Tablo 43: *PGP Portföy Optimizasyon Skorunun Optimal Çözüm Kümesi(istenilen düzeyler)-A*

	M^*	V^*	S^*	K^*
Objective	0,005	6,580E-04	-1,560E-05	1,690E-06

İstenilen düzeyler her alt problemin lineer ve lineer olmayan programlamayı kullanarak çözülmesiyle hesaplanmıştır. Bu istenilen seviyelerin (P6) da yerini almasıyla problemimizi istenilen algoritma ile çözebiliriz. Önerilen yaklaşımın $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ yatırımcı tercihlerindeki değişime duyarlılığını doğrulamak için sırasıyla (1,1,0,0), (1,1,1,0), (1,1,1,1) yani ortalama-varyans, ortalama-varyans-çarpıklık, ortalama-varyans-çarpıklık-basıklık durumlarını da içeren 12 farklı tercih düzeyi araştırılmıştır. Hem portföydeki varlıkların kombinasyonları hem de portföylerin getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri üzerinde tercihlerin etkisini analiz etmek için,

tercihlerin farklı seviyeleri kullanılmıştır. Buna göre araştırmamızda kullanılacak tüm yatırımcı tercihleri (1,1,1,1), (1,1,1,0), (1,1,0,0), (2,3,3,1), (3,1,2,3), (1,2,3,2), (1,3,1,3), (1,1,1,3), (1,3,1,1), (3,1,3,1), (3,1,2,1), (3,1,1,0) biçimindedir. (1,1,1,1) getirilerin ortalama varyans çarpıklık ve basıklığının eşit öneme sahip olduğunu belirtir. (1,3,1,1), (1,1,1,3), (1,3,1,3) risk kontrolü üzerinde daha fazla önem verirken (3,1,1,0) , (3,1,2,1), (3,1,3,1) yatırımcının risk seviyesini dikkate almaksızın daha fazla getiriye istekli olduğunu belirtir.

Aşağıdaki tabloda farklı yatırımcı tercihlerine bağlı olarak optimal portföy için varlık dağılımı ve ilk dört moment sunulmuştur.

Tablo 44: *Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün İlk Dört Momenti ve Optimal Amaç değerleri (A)*

Portföy	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
λ_1	3	3	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1
λ_2	1	1	1	3	1	3	2	1	3	1	1	1
λ_3	1	2	3	1	1	1	3	2	3	0	1	1
λ_4	0	1	1	1	3	3	2	3	1	0	0	1
Mean	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Variance	0,001	0,001	9,18E-04	9,66E-04	0,001	0,001	0,001	0,001	9,96E-04	9,88E-04	0,001	0,001
Skewness	-2,062E-05	6,292E-06	1,989E-05	-1,442E-05	1,131E-06	-1,134E-06	-2,431E-05	6,825E-06	-1,592E-05	-2,05E-05	1,05E-05	-2,82E-06
Kurtosis	6,277E-06	1,110E-05	3,505E-06	4,038E-06	6,795E-06	8,091E-06	5,269E-06	1,072E-05	4,496E-06	4,23E-06	9,65E-06	8,56E-06
Obj	-0,246	0,412	-1,331	0,472	0,226	0,105	0,432	0,082	-1,436	2,2790	-0,029	0,599
Std.Dev.	0,032	0,032	0,030	0,031	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,031	0,032	0,032
Rel.Skew.	-0,652	0,199	-0,715	-0,480	0,036	-0,036	-0,769	0,216	-0,506	-0,659	0,332	-0,089
Rel.Kurto.	6,277	11,095	4,155	4,326	6,795	8,091	5,269	10,716	4,532	4,335	9,653	8,556

Tablo da yatırımcının tercihleri $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ 'ün farklı kombinasyonlarına karşılık gelen Optimal değişkenler ve amaç değerleri gösterilmiştir. Test sonuçlarımız, yatırımcı tercihlerinin hem portföyün varlık dağıtımını hem de varlık getirilerinin tanımlayıcı istatistiklerini etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

J, K ve L portföylerinde sırasıyla Ortalama-Varyans, Ortalama-Varyans-Çarpıklık ve Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık durumları eşit tercih düzeyi verilerek incelenmiştir. J portföyü Markowitz' in Ortalama-Varyans portföyüdür. Bu portföyü yatırımcının varyans için daha yüksek bir tercih değeri verdiği F portföyü ile karşılaştırdığımızda her momentin daha yüksek bir sonuç verdiğini görmekteyiz.

Yatırımcı her birim getirideki hedeflenen riske göre amaç fonksiyonları için tercihlerini kararlaştırır. (P6)'nin belirttiği üzere daha küçük bir amaç değeri daha iyi bir çözümdür. Ayrıca yatırımcı en iyi portföyü en küçük amaç fonksiyonuna göre seçebilir. Bu durumda Ortalama Varyans (1,1,0,0) metoduyla en yüksek amaç değeri (2,2790) elde edilmiş olup tercih edilmeyecektir. Aynı zamanda eğer yatırımcı yine Ortalama Varyans Çarpıklık etkin portföy K yı seçerse o zaman en yüksek uç olayın olasılığına maruz kalır. Bu durumdan sakınmak için basıklık risk ölçüsü olarak ihmal edilemez. Diğer taraftan portföy B ve H'de minimum basıklık elde edilmiştir. Fakat bu portföylerin amaç değerleri diğerlerine göre yüksektir. En düşük çarpıklık , Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık eşit ağırlık yöntemi kullanıldığı durumda gerçekleşmiştir.

Dört moment arasındaki takasta sonuç olarak ,diğer üç moment istatistiğinden en az birisi kötüleşmektedir. Ancak görülmektedir ki çarpıklık ve basıklığın yatırımcının portföy kararında modele katılması optimal portföyün oluşmasında önemli değişikliğe neden olmaktadır.

Aşağıdaki tabloda ise portföyde yer alması gereken varlıkların optimal ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 45: Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün Ağırlıkları(A)

Portfolio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
λ_1	3	3	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1
λ_2	1	1	1	3	1	3	2	1	3	1	1	1
λ_3	1	2	3	1	1	1	3	2	3	0	1	1
λ_4	0	1	1	1	3	3	2	3	1	0	0	1
XUHIZ	—	0,892	—	0,554	0,646	0,573	0,888	0,89	—	0,835	—	0,632
XUMAL	0,453	—	0,453	0,141	0,101	0,139	—	—	0,453	—	0,451	0,100
XUSIN	—	0,016	—	0,057	0,051	0,063	0,023	0,015	—	0,031	—	0,047
XUTEK	0,547	0,092	0,55	0,248	0,202	0,226	0,089	0,09	0,547	0,134	0,549	0,221

Tablodan görülmektedir ki tüm varlıklara en az bir portföyde yatırım yapılmıştır.

XUHIZ en düşük sıralama (Rank:4) değerine sahip olsa da dört durum dışında baskın bileşenler içermektedir. XUSIN ise en yüksek sıralama değerine (Rank:1) sahip olsa da portföyde içerdiği bileşenler diğerlerine göre baskın değildir. Bu daha yüksek momentlerin önemini bize gösterir.

En düşük tercih edilen varlık %1,5 ile XUSIN endeksidir.

XUHIZ endeksi ortalama Varyans etkin sınırında %83,5 ile en baskın bileşendir.

6.4.2. Riskli ve Risksiz Finansal Varlık(B) MVSİ Portföy Optimizasyon GAMS Sonuçları

Analizi yapılan varlıkların dağılımsal özellikleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Varlık getirilerinin bireysel dağılım özelliklerine ek olarak varlık getirilerinin kovaryans, köarpıklık (coskewness) ve bileşik basıklık (cokurtosis) değeri hesaplanmıştır.

Tablo 46: *B Portföyü Tanımlayıcı İstatistikler*

No	Index	Mean	Variance	Std.Dev.	Skewness	Rel Skew.	Kurtosis	Rel.Kurto.
1	DİBS	7,193E-05	5,224E-07	0,001	-4,588E-10	-1,215	3,619E-12	13,26
2	XU100	0,004	0,004	0,063	8,474E-04	3,350	7,823E-04	48,89
3	ALTIN	0,004	5,211E-04	0,023	-3,462E-06	-0,291	1,447E-06	5,33
4	EUR	7,345E-04	2,360E-04	0,015	3,637E-06	1,003	4,159E-07	7,47

Aşağıda Eviews programında normal dağılımın test edilmesi gerçekteştir.

Tablo 47: *Getiri Dağılımının Normallik Testi (B)*

No	Index	J-B Statistic	p-Value
1	DİBS	1881,455	0
2	XU100	60234,86	0
3	ALTIN	97,6166	0
4	EUR	405,7719	0

Jarque Bera testini kullanarak getiri dağılımlarının normallik sonuçları son sütunda verilmiştir. Test sonuçları getiri dağılımlarının normal olmadığını desteklemektedir. Dolayısı ile bu da köarpıklık ve basıklığı kullanarak portföyü oluşturmanın gerektiğinin ispatıdır.

Tablo 48: Varlık Getirilerinin Varyans Kovaryans Matrisi(B)

	DİBS	XU100	ALTIN	EUR
DİBS	5,224E-07	7,229E-06	2,874E-06	-1,929E-06
XU100	7,229E-06	0,004	1,412E-04	-2,899E-04
ALTIN	2,874E-06	1,412E-04	5,211E-04	-1,596E-05
EUR	-1,929E-06	-2,899E-04	-1,596E-05	2,360E-04

Tablo 49: Varlık Getirilerinin ‘Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık’ Matrisi(B)

Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık iij Matris

		DİBS	XU100	ALTIN	EUR
		sii1	sii2	sii3	sii4
DİBS	s11j	-4,588E-10	-7,290E-09	-1,577E-09	3,029E-09
XU100	s22j	6,028E-07	8,474E-04	-4,001E-06	-2,307E-05
ALTIN	s33j	-8,673E-08	-5,036E-06	-3,462E-06	2,475E-06
EUR	s44j	-5,638E-08	-3,448E-06	-1,977E-06	3,637E-06

Çarpıklık-Bileşik Çarpıklık ijj Matris

		DİBS	XU100	ALTIN	EUR
		si11	si22	si33	si44
DİBS	s1jj	-4,588E-10	6,028E-07	-8,673E-08	-5,638E-08
XU100	s2jj	-7,290E-09	8,474E-04	-5,036E-06	-3,448E-06
ALTIN	s3jj	-1,577E-09	-4,001E-06	-3,462E-06	-1,977E-06
EUR	s4jj	3,029E-09	-2,307E-05	2,475E-06	3,637E-06

Tablo 50: Varlık Getirilerinin ‘Basıklık-Bileşik Basıklık’ Matrisi(B)

Basıklık-Bileşik Basıklık iiij Matris

		DİBS	XU100	ALTIN	EUR
		kiii1	kiii2	kiii3	kiii4
DİBS	k111j	3,619E-12	2,208E-11	9,980E-12	-1,043E-11
XU100	k222j	4,627E-07	7,823E-04	8,972E-06	-1,896E-05
ALTIN	k333j	1,165E-08	5,604E-07	1,447E-06	-1,287E-07
EUR	k444j	-4,598E-09	-4,702E-07	-1,266E-07	4,159E-07

Basıklık-Bileşik Basıklık ijij Matris

		DİBS	XU100	ALTIN	EUR
		ki111	ki222	ki333	ki444
DİBS	k1jjj	3,619E-12	4,627E-07	1,165E-08	-4,598E-09
XU100	k2jjj	2,208E-11	7,823E-04	5,604E-07	-4,702E-07
ALTIN	k3jjj	9,980E-12	8,972E-06	1,447E-06	-1,266E-07
EUR	k4jjj	-1,043E-11	-1,896E-05	-1,287E-07	4,159E-07

Basıklık-Bileşik Basıklık iijj Matris

		DİBS	XU100	ALTIN	EUR
		kii11	kii22	kii33	kii44
DİBS	k11jj	3,619E-12	1,496E-09	5,326E-10	3,384E-10
XU100	k22jj	1,496E-09	7,823E-04	1,461E-06	1,458E-06
ALTIN	k33jj	5,326E-10	1,461E-06	1,447E-06	2,686E-07
EUR	k44jj	3,384E-10	1,458E-06	2,686E-07	4,159E-07

Tablo 51: Varlıkların Değişim Katsayılarının Hesaplanması (B)

<i>No</i>	<i>Index</i>	<i>Mean</i>	<i>Std.Dev.</i>	<i>C.V.*</i>	<i>Rank</i>
1	DİBS	7,193E-05	0,001	0,100	3
2	XU100	0,004	0,063	0,063	2
3	ALTIN	0,004	0,023	0,175	4
4	EUR	7,345E-04	0,015	0,048	1

*C.V. :Değişim Katsayısı: Ortalama/Standart sapma

P1 modelini dört alt probleme bölerek ve her birisini bireysel olarak çözdüğümüzde Optimal skorlar elde edilecektir. Bireysel amaçların optimal çözümü ile ,PGP metodunu kullanarak P1 modelini çözeriz.

Tablo 52: PGP Portföy Optimizasyon Skorunun Optimal Çözüm Kümesi (B)

	<i>M*</i>	<i>V*</i>	<i>S*</i>	<i>K*</i>
Objective	0,004	4,974E-07	8,474E-04	1,275E-08

Bir önceki Riskli Finansal Varlıklar için yapılan uygulama aşamasındaki tercih düzeyleri ile aynı düzeyler kullanılmıştır. istenilen seviyelerin (P6)' da yerini almasıyla problem çözülecektir. Yine 12 farklı tercih düzeyi için araştırma Riskli ve Risksiz Finansal Varlıkları içerecek şekilde B portföyü üzerinden yapılmıştır.

Hem portföydeki varlıkların bileşimi hem de hem de portföy getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri üzerinde tercihlerimizin etkisini analiz etmek için, tercihlerimizin farklı seviyeleri belirlenmiştir. Deneyimizde seviyeler benzer şekilde (1,1,1,1), (1,1,1,0), (1,1,0,0), (2,3,3,1), (3,1,2,3), (1,2,3,2), (1,3,1,3), (1,1,1,3), (1,3,1,1), (3,1,3,1), (3,1,2,1), (3,1,1,0) olarak alınmıştır.

Yatırımcıların tercihlerine bağlı olarak ve daha yüksek momentleri içermesi durumuna göre oluşan optimal portföyler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 53: Farklı Yatırımcı Tercihleri ile Optimal Portföyün İlk Dört Momenti ve Optimal Amaç Değerleri (B)

Portfolio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
λ_1	3	3	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1
λ_2	1	1	1	3	1	3	2	1	3	1	1	1
λ_3	1	2	3	1	1	1	3	2	3	0	1	1
λ_4	0	1	1	1	3	3	2	3	1	0	0	1
Mean	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Variance	4,345E-04	3,861E-04	1,481E-04	1,032E-04	1,937E-04	1,351E-04	4,211E-04	3,916E-04	1,060E-04	4,307E-04	2,131E-04	1,913E-04
Skewness	2,968E-05	1,839E-05	4,528E-06	1,402E-06	5,094E-06	9,127E-07	3,002E-05	1,910E-05	1,152E-06	3,211E-05	4,844E-06	3,605E-06
Kurtosis	1,069E-05	6,543E-06	1,051E-06	3,461E-07	1,367E-06	4,008E-07	1,050E-05	6,727E-06	3,269E-07	1,108E-05	1,441E-06	1,175E-06
Obj	3,135	30,134	30,133	0,975	30,300	22902,197	808,333	30,134	0,948	31,300	3,182	30,301
Std.Dev.	0,021	0,020	0,012	0,010	0,014	0,012	0,021	0,020	0,010	0,021	0,015	0,014
Rel.Skew.	3,276	2,424	2,512	1,337	1,889	0,581	3,474	2,465	1,055	3,592	1,557	1,363
Rel.Kurto.	56,635	43,886	47,903	32,484	36,421	21,956	59,193	43,874	29,078	59,719	31,732	32,133

Farklı yatırımcı tercihlerine karşılık gelen Optimal değişkenler ve amaç değerleri gösterilmiştir.

J, K ve L portföylerinde sırasıyla MV, MVS ve MVSK durumları eşit tercih düzeyi verilerek incelenmiştir. Daha küçük bir amaç değeri daha iyi bir çözümdür. Yatırımcı en iyi portföyü en küçük amaç fonksiyonuna göre seçebilir. Bu durumda

(2,3,3,1) tercih düzeyinde en düşük amaç değeri (0,948) ile optimizasyon sağlanmıştır

A ve K portföylerini karşılaştıracak olursak diğer değişkenler sabit (ceteris paribus) olmak üzere; daha yüksek bir beklenen getiri tercihi, bu değer için daha yüksek bir sonuç verirken(0,03>0,02) daha düşük bir çarpıklık değeri vermiştir. Yani yatırımcının tercihinde beklenen getiri artarken, diğer değişkenler sabit olmak üzere daha düşük bir çarpıklığa katlanmak zorundadır.

Dört moment arasındaki takasta sonuç olarak, diğer üç moment istatistiğinden en az birisi kötüleşmektedir. Ancak görülmektedir ki çarpıklık ve basıklığın yatırımcının portföy kararında modele katılması optimal portföyün oluşmasında önemli değişikliğe neden olmaktadır.

Aşağıdaki tabloda ise portföyde yer alması gereken varlıkların optimal ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 54:Farklı Tercihler ile Optimal Portföyün Varlık Dağılımı

Portfolio	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
λ_1	3	3	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1
λ_2	1	1	1	3	1	3	2	1	3	1	1	1
λ_3	1	2	3	1	1	1	3	2	3	0	1	1
λ_4	0	1	1	1	3	3	2	3	1	0	0	1
DİBS	0,968	0,888	0,888	0,977	0,888	0,888	0,888	0,888	0,975	0,888	0,969	0,888
XU100	0,002	0,065	0,065	0,001	0,065	0,065	0,065	0,065	0,001	0,065	0,002	0,065
ALTIN	0,006	8,06E-18	—	0,006	—	—	—	8,06E-18	0,007	—	0,006	—
EUR	0,023	0,048	0,048	0,016	0,048	0,047	0,047	0,048	0,017	0,048	0,023	0,048

Tablodan görülmektedir ki tüm varlıklara en az bir portföyde yatırım yapılmıştır.

DIBS(Rank:3), XU100(Rank:2) ve EUR(Rank:1)'a göre daha düşük sıralama değerine sahip olsa da bunlara göre daha baskın bileşenler içermektedir. EUR ise en yüksek sıralama değerine (Rank:1) sahip olsa da portföyde içerdiği bileşenler DIBS kadar baskın değildir.

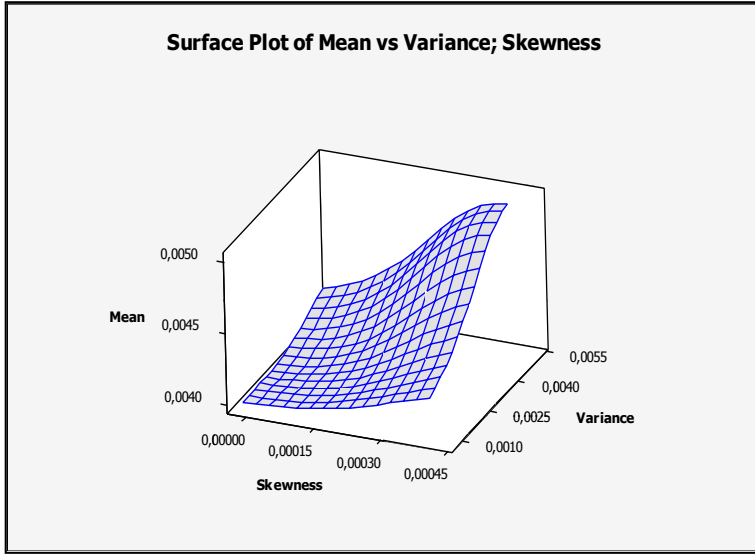
En düşük tercih edilen varlık 8,06E-18 ile ALTIN dır.

DIBS endeksi ortalama Varyans etkin sınırında (1,3,1,1) için %97,7 ile en baskın bileşendir. Risksiz varlık portföyü daha korunaklı yapmıştır.

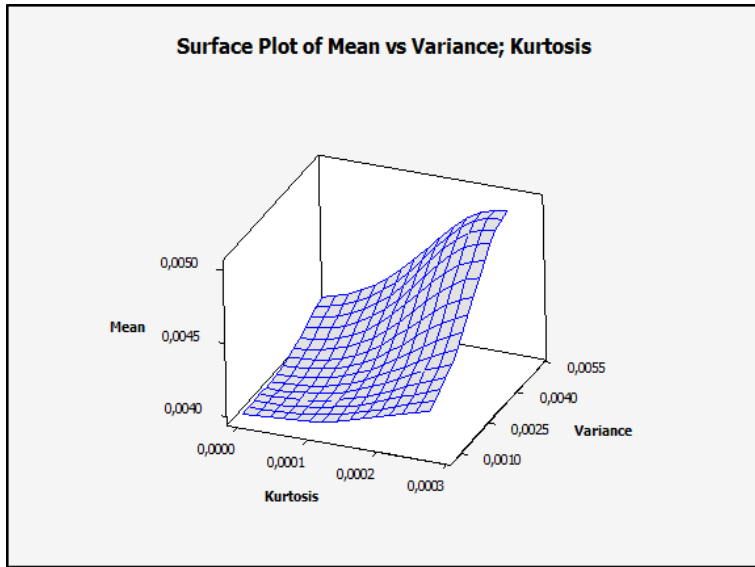
Test sonuçlarımız, yatırımcı tercihlerinin hem portföyün varlık dağıtımını hem de varlık getirilerinin tanımlayıcı istatistiklerini etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak görülmektedir ki beklenen getiri, varyans, çarpıklık ve basıklık portföy seçim probleminde çelişen amaçlardır. Bu da dört moment arasında takasın sonucunda diğer üç moment istatistiğinin en az birisi kötüleşmesine yol açar. Sonuç olarak yatırımcının portföy kararında çarpıklık ve basıklığın içerilmesi, dört moment üzerinde yatırımcı tercihlerinin farklı kombinasyonları oldukça farklı moment özellikleri ile optimal portföye yol açtığı için optimal portföyün oluşumunda büyük değişime sebep olduğunu gösteren güçlü ispatlar vardır.

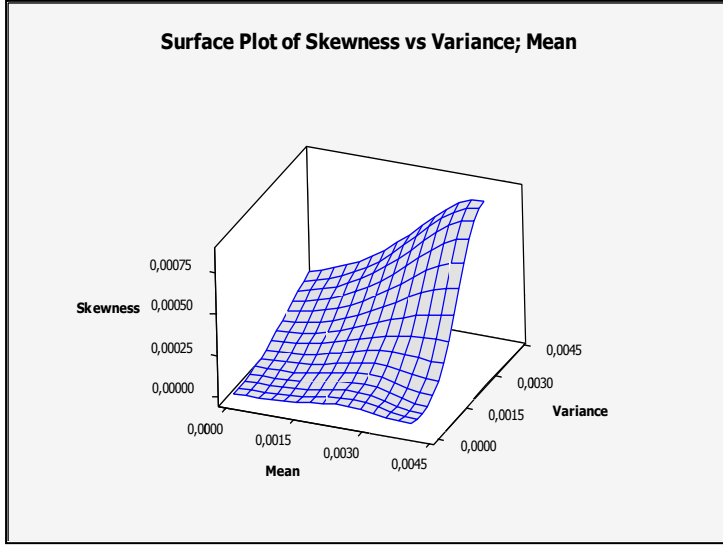
Benzer olarak yatırımcıların tercihleri portföyle alakalı dört momenti etkilemektedir. Belirli bir momente daha fazla önem vermek , yani bu moment için daha yüksek bir tercih parametresi olduğunda ,optimal portföyde bu momentin daha olumlu bir istatistiği elde edilir. Bu dört moment arasındaki takasın sonucu olarak diğer üç moment istatistiğinin en az birisinin kötüleşmesidir. Örneğin yapılan bir tercihte (1,1,3,0) portföyün çarpıklığının($\lambda_3 = 3$) iyileşmesi, portföyün basıklığının ($\lambda_4 = 0$) aynı anda iyileşmesi gerekliliği ile sınırlanmaz (Lai, Yu ve Wang 2006)



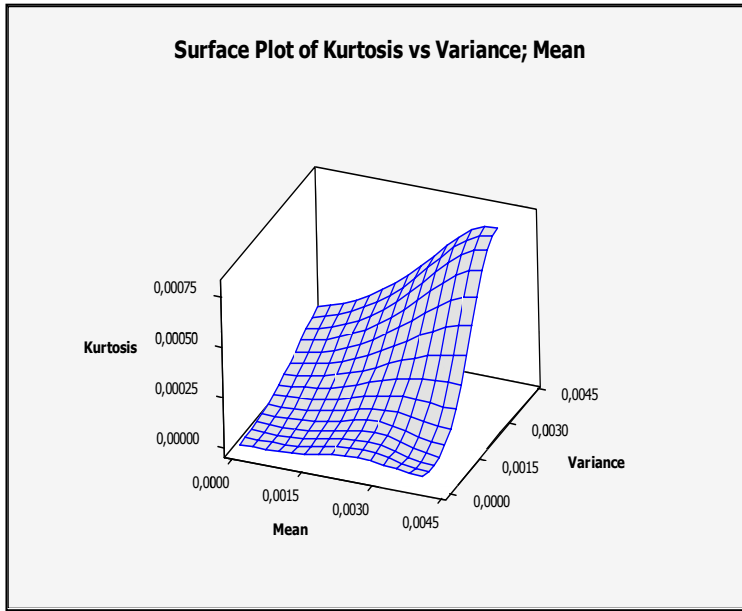
Şekil 26: *A portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Yüzeyi*



Şekil 27: *A Portföyü Ortalama Varyans Basıklık Yüzeyi*



Şekil 28: *B portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Yüzeyi*



Şekil 29: *B Portföy Ortalama Varyans Basıklık Yüzeyi*

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yatırımcılar risk ve getiri tercihleri arasındaki istenilen takası elde etmek için potansiyel varlık kümeleri arasından, sermayelerinin tahsisini gerçekleştirirler. Portföye alınacak yatırım enstrümanlarının ne olacağı, en iyi yatırım kombinasyonunun ne olduğu yatırımcının cevabını aradığı sorudur. Verilen teorik bilgiler ve uygulama aşaması ile bu yatırımcının bu sorularının cevabı bulunmaya çalışılmıştır. Şimdiye kadar yapılan analizlerin çoğunda tek amaçlı bir yol izlemiştir. Ancak bizim yaptığımız analizlerde görülmüştür ki çok amaçlı bir yol daha verimli portföylerin oluşturulmasını sağlamaktadır.

Çalışmamızda Uygulama aşamasının ilk bölümünde Çok amaçlı Ortalama Varyans Çarpıklık metodunun tek amaçlı Ortalama-Varyans metoduna göre üstün olup olmadığı EXCEL’de ÇÖZÜCÜ yardımıyla araştırılmıştır. Bunun için klasik ağırlıklandırma metodu kullanılarak tek amaçlı problem çok amaçlı bir yapıya dönüşmüştür. Yapılan ağırlıklandırma da $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 1$ olacak biçimde eşit ağırlık verilerek gerçekleştirilmiştir. Ancak yatırımcının eşit düzeyde bir tercih ile portföyünü optimize etmesinin, yatırımcıyı etkili bir sonuca ulaştırmadığı izlenmiştir. Çok amaçlı bir uzayda çarpıklığın da modele katılmasının gücünden ve portföy verimliliğine etkisinden yararlanılamamıştır. Bu göz önüne alınarak ağırlıklandırma metodunun farklı tercih düzeylerine göre çeşitlendirilmesi gerektiği öngörülmüştür. Bu amaçla Yatırımcının farklı tercih düzeylerini dikkate alabilen ve EXCEL den çok daha pratik bir şekilde hesaplayabileceğimiz ve basıklığı da modelimize kolaylıkla ekleyebilmemizi sağlayan PGP yöntemi kullanılmıştır. Böylece çalışmamızda Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık çerçevesi altında çelişen ve yarışan amaçların

farklı tercih düzeyleri ile optimize edilmesi sonucunda yatırımcının önsel bilgisini de alan çok amaçlı yöntemin verimliliği gözlemlenmiştir. Dört moment üzerindeki yatırımcı tercihlerinin farklı kombinasyonları oldukça farklı moment özellikleri ile optimal portföylerin oluşmasına yol açtığından dolayı yatırımcının portföy kararında çarpıklık ve basıklığında içermesi, optimal portföyün oluşturulmasında büyük bir değişikliğe sebep olmaktadır. Bu nedenle yüksek momentler portföy seçiminde ihmal edilemezler.

Sonuç Olarak, çok amaçlı portföy optimizasyon yönteminin gelişen bir piyasa konumundaki Türk Sermaye Piyasası üzerinde anlamlı sonuçlar verebildiği değerlendirilmektedir.

ÖZET

Mekanik, kimya, telekomünikasyon, çevre, ulaşım vb. endüstrideki birçok sektör, optimize edilmesi gereken büyük boyutlu kompleks problemlerle ilgilidir. Bu optimizasyon problemleri nadiren tek amaçlıdır. Tersine çoğunlukla aynı anda tatmin edilmesi gereken birkaç çelişen kriter ya da amaçların olduğu problemlerdir. Çok amaçlı optimizasyon bu çeşit problemlerin çözümü üzerine odaklanmış bir alandır. Tezimizin amacı, çarpıklık ve basıklık gibi yüksek getiri momentleri için yatırımcının tercihlerini göz önüne alan bir çok amaçlı portföy seçim modeli önermek ve önerilen bu yaklaşımın çözümü ile oluşturulan farklı Risk algısındaki portföylerin seçimini kolaylaştırmaktır. Oluşturulacak bu PGP modeli, verilerimiz üzerinde test edilecektir.

Anahtar Kelimeler : Portföy Eniyileme, Ortalama-Varyans (MV), Ortalama Mutlak Sapma (MAD), Ortalama-Varyans-Çarpıklık (MVS), Ortalama-Varyans-Çarpıklık-Basıklık(MVSK) modelleri, PGP (Polinomsal Hedef Programlama), GAMS (Genel Cebirsel Modelleme Sistemi)

ABSTRACT

Many sectors of industry (mechanical, chemistry, telecommunication, environment, transport, etc.) are concerned with complex problems of large dimensions that must be optimized. These optimization problems are seldom single-objective; on the contrary, they frequently have several contradictory criteria or objectives that must be satisfied simultaneously. Multi-objective optimization is a discipline centered on the resolution of these kinds of problems. The aim of this study is to propose a portfolio selection model which takes into account the investors preferences for higher return moments such as skewness and kurtosis. For this propose the PGP (polynomial goal programming) model will be tested on our stocks.

Keywords: Portfolio Optimization; Mean-Variance (MV), Mean Absolute Deviation (MAD), Mean-Variance-Skewness (MVS), Mean-Variance-Skewness-Kurtosis (MVSK) Portfolio Models, PGP (Polinomial Goal Programming), GAMS(The General Algebraic Modeling System)

EKLER

EK. 1: 2005 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2004/12
2005

hafta	KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİR %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
0	13687,2840	35181,1520	20618,3480	7452,1720									
1	14201,8940	35528,7800	20763,5860	7597,3560	1	0,037597671	0,009881086	0,007044114	0,019482105	3,76%	0,99%	0,70%	1,95%
2	14650,9960	37709,1880	21497,9260	7826,4920	2	0,031622684	0,061370191	0,035366723	0,030159966	3,16%	6,14%	3,54%	3,02%
3	14936,0240	38721,7020	22018,9060	7966,9020	3	0,019454514	0,026850591	0,024233966	0,017940349	1,95%	2,69%	2,42%	1,79%
4	14458,9600	39829,0220	22548,0760	8400,3800	4	-0,031940495	0,028596883	0,024032529	0,054409857	-3,19%	2,86%	2,40%	5,44%
5	14335,1300	41209,6520	22993,9820	8468,7660	5	-0,008564240	0,034663919	0,019775789	0,008140822	-0,86%	3,47%	1,98%	0,81%
6	14077,6860	40864,5340	22954,1900	8346,7080	6	-0,017958958	-0,008374689	-0,001730540	-0,014412726	-1,80%	-0,84%	-0,17%	-1,44%
7	14066,4000	39508,2780	22638,1960	8810,8520	7	-0,000801694	-0,033189073	-0,013766288	0,055608031	-0,08%	-3,32%	-1,38%	5,56%
8	14245,6820	40752,9300	22778,5080	9197,1020	8	0,012745407	0,031503575	0,006198020	0,043837985	1,27%	3,15%	0,62%	4,38%
9	14310,8740	40361,1560	22954,2360	9985,7240	9	0,004576264	-0,009613395	0,007714640	0,085746793	0,46%	-0,96%	0,77%	8,57%
10	14027,5620	39628,1500	23074,6120	10738,4580	10	-0,019796974	-0,018161175	0,005244174	0,075381014	-1,98%	-1,82%	0,52%	7,54%
11	13087,2860	36059,8880	21322,1180	9798,7160	11	-0,067030607	-0,090043618	-0,075949013	-0,087511820	-6,70%	-9,00%	-7,59%	-8,75%
12	13629,2460	35539,9720	21120,7720	9965,0120	12	0,041411183	-0,014418126	-0,009443058	0,016971203	4,14%	-1,44%	-0,94%	1,70%
13	13839,1460	36516,0120	21384,4220	10142,0480	13	0,015400705	0,027463162	0,012482972	0,017765759	1,54%	2,75%	1,25%	1,78%
14	13772,9880	37273,7020	21228,8800	9820,8540	14	-0,004780497	0,020749528	-0,007273613	-0,031669541	-0,48%	2,07%	-0,73%	-3,17%
15	13079,9640	35511,1540	19654,6200	8757,7320	15	-0,050317622	-0,047286637	-0,074156526	-0,108251482	-5,03%	-4,73%	-7,42%	-10,83%
16	13522,7780	35817,6020	19756,6100	8528,9760	16	0,033854375	0,008629627	0,005189111	-0,026120461	3,39%	0,86%	0,52%	-2,61%
17	13260,1800	34970,3820	19268,4920	8270,3160	17	-0,019418939	-0,023653733	-0,024706567	-0,030327205	-1,94%	-2,37%	-2,47%	-3,03%
18	13732,2640	36648,7720	19578,7200	8486,8760	18	0,035601628	0,047994614	0,016100274	0,026185215	3,56%	4,80%	1,61%	2,62%
19	13953,6620	36928,8460	19740,5140	8767,2980	19	0,016122469	0,007642111	0,008263768	0,033041840	1,61%	0,76%	0,83%	3,30%
20	13903,5340	36135,6360	19828,7900	8764,4560	20	-0,003592462	-0,021479415	0,004471819	-0,000324159	-0,36%	-2,15%	0,45%	-0,03%
21	13807,0340	36445,1360	19879,6920	8536,0460	21	-0,006940681	0,008564952	0,002567075	-0,026060944	-0,69%	0,86%	0,26%	-2,61%
22	13985,3220	38222,2680	20459,9800	8670,6780	22	0,012912838	0,048761843	0,029189989	0,015772174	1,29%	4,88%	2,92%	1,58%
23	14119,6560	38010,9980	20852,0220	8688,6980	23	0,009605356	-0,005527406	0,019161407	0,002078269	0,96%	-0,55%	1,92%	0,21%

24	14258,7440	39406,5060	21533,2620	9301,4560	24	0,009850665	0,036713269	0,032670213	0,070523570	0,99%	3,67%	3,27%	7,05%
25	13991,8460	39840,1260	21918,7220	9512,1600	25	-0,018718198	0,011003767	0,017900678	0,022652798	-1,87%	1,10%	1,79%	2,27%
26	14037,6920	41051,4900	22118,0700	9682,0140	26	0,003276623	0,030405627	0,009094873	0,017856512	0,33%	3,04%	0,91%	1,79%
27	14115,9940	41712,8980	22362,2940	9882,9900	27	0,005577982	0,016111669	0,011041831	0,020757665	0,56%	1,61%	1,10%	2,08%
28	14517,5260	42999,2500	22764,2720	10238,6360	28	0,028445181	0,030838231	0,017975705	0,035985668	2,84%	3,08%	1,80%	3,60%
29	14821,1060	43925,7400	23016,7140	10260,2000	29	0,020911276	0,021546655	0,011089395	0,002106140	2,09%	2,15%	1,11%	0,21%
30	14852,9860	44753,8920	23640,8080	10262,4560	30	0,002150987	0,018853456	0,027114818	0,000219879	0,22%	1,89%	2,71%	0,02%
31	14979,6460	45335,1580	23822,5660	10375,1740	31	0,008527578	0,012988055	0,007688316	0,010983531	0,85%	1,30%	0,77%	1,10%
32	14406,9240	42742,5740	22804,1380	9903,4260	32	-0,038233347	-0,057187051	-0,042750558	-0,045468924	-3,82%	-5,72%	-4,28%	-4,55%
33	14803,7860	43421,1900	23106,3700	9946,3820	33	0,027546616	0,015876816	0,013253384	0,004337489	2,75%	1,59%	1,33%	0,43%
34	15247,6960	46373,2440	24273,6860	9999,8260	34	0,029986248	0,067986483	0,050519229	0,005373210	3,00%	6,80%	5,05%	0,54%
35	15596,6920	48303,0980	25022,8220	9960,8560	35	0,022888442	0,041615678	0,030862062	-0,003897068	2,29%	4,16%	3,09%	-0,39%
36	16179,7440	49092,1240	26395,8040	9830,0120	36	0,037383055	0,016334894	0,054869191	-0,013135819	3,74%	1,63%	5,49%	-1,31%
37	16495,2860	50478,8860	27036,4420	9978,2580	37	0,019502286	0,028248156	0,024270448	0,015080958	1,95%	2,82%	2,43%	1,51%
38	15836,5140	50721,6820	26676,0760	10102,8060	38	-0,039936986	0,004809853	-0,013328899	0,012481938	-3,99%	0,48%	-1,33%	1,25%
39	16093,1360	52925,9080	27095,1440	9862,2240	39	0,016204450	0,043457273	0,015709507	-0,023813384	1,62%	4,35%	1,57%	-2,38%
40	16180,8940	51173,7380	26307,8460	9781,1440	40	0,005453132	-0,033106092	-0,029056793	-0,008221269	0,55%	-3,31%	-2,91%	-0,82%
41	15730,3500	47865,4980	25207,6440	9385,2360	41	-0,027844197	-0,064647222	-0,041820300	-0,040476656	-2,78%	-6,46%	-4,18%	-4,05%
42	15609,5000	48380,8020	24942,2420	9392,5060	42	-0,007682601	0,010765667	-0,010528632	0,000774621	-0,77%	1,08%	-1,05%	0,08%
43	16035,9460	50138,2860	25549,1300	9534,5140	43	0,027319645	0,036326062	0,024331734	0,015119288	2,73%	3,63%	2,43%	1,51%
44	16701,7600	52854,7720	26514,9640	9817,5200	44	0,041520095	0,054179874	0,037803009	0,029682268	4,15%	5,42%	3,78%	2,97%
45	16982,2340	54412,5060	27238,6240	10614,3180	45	0,016793080	0,029471965	0,027292513	0,081160823	1,68%	2,95%	2,73%	8,12%
46	17552,5200	56736,8620	27820,1320	10897,8380	46	0,033581330	0,042717312	0,021348655	0,026711090	3,36%	4,27%	2,13%	2,67%
47	18103,7980	60056,5880	29316,9580	11206,0660	47	0,031407342	0,058510920	0,053803699	0,028283408	3,14%	5,85%	5,38%	2,83%
48	18284,0700	59489,4720	29895,9720	11414,9020	48	0,009957690	-0,009443027	0,019750139	0,018635978	1,00%	-0,94%	1,98%	1,86%
49	17744,3120	58977,8300	29652,1680	12165,0180	49	-0,029520670	-0,008600547	-0,008155079	0,065713749	-2,95%	-0,86%	-0,82%	6,57%
50	17827,0140	60273,1620	30362,0160	12416,3640	50	0,004660761	0,021963033	0,023939160	0,020661375	0,47%	2,20%	2,39%	2,07%
51	18058,6875	62146,4875	30999,7725	13382,3750	51	0,012995642	0,031080591	0,021005078	0,077801440	1,30%	3,11%	2,10%	7,78%
				Beklenen Getiri		0,005760118	0,011759729	0,008386356	0,012269281	0,58%	1,18%	0,84%	1,23%

EK. 2: 2006 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerler

2006

hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
1	18319,8480	65919,7960	31205,0960	13776,6020	1	0,014461765	0,060716360	0,006623387	0,029458672	1,45%	6,07%	0,66%	2,95%
2	18457,1740	71896,8040	31556,3460	14203,9560	2	0,007496023	0,090670912	0,011256174	0,031020276	0,75%	9,07%	1,13%	3,10%
3	19078,4700	74017,8620	32676,6900	14793,6740	3	0,033661491	0,029501423	0,035502970	0,041517870	3,37%	2,95%	3,55%	4,15%
4	19816,0140	72297,2120	33560,7220	15089,4100	4	0,038658446	-0,023246416	0,027053903	0,019990707	3,87%	-2,32%	2,71%	2,00%
5	20481,1020	71512,6660	33527,9660	15898,7220	5	0,033563158	-0,010851677	-0,000976022	0,053634436	3,36%	-1,09%	-0,10%	5,36%
6	20467,7260	72412,0100	33240,8280	15773,8240	6	-0,000653090	0,012576010	-0,008564134	-0,007855852	-0,07%	1,26%	-0,86%	-0,79%
7	21330,4660	75796,8260	34441,0780	16159,6800	7	0,042151238	0,046743848	0,036107705	0,024461792	4,22%	4,67%	3,61%	2,45%
8	21468,4780	76538,3900	35061,9060	16294,7260	8	0,006470182	0,009783576	0,018025800	0,008356972	0,65%	0,98%	1,80%	0,84%
9	20580,0340	70001,2380	32791,3440	15164,1160	9	-0,041383651	-0,085410106	-0,064758659	-0,069385027	-4,14%	-8,54%	-6,48%	-6,94%
10	20681,8800	70909,7400	32627,0260	14915,8960	10	0,004948777	0,012978370	-0,005011018	-0,016368907	0,49%	1,30%	-0,50%	-1,64%
11	20891,8560	70888,3340	33408,2580	15626,1620	11	0,010152655	-0,000301877	0,023944321	0,047618058	1,02%	-0,03%	2,39%	4,76%
12	19927,0560	67957,9500	32785,9980	15360,1460	12	-0,046180674	-0,041338029	-0,018625934	-0,017023758	-4,62%	-4,13%	-1,86%	-1,70%
13	20173,5340	70791,9740	33622,3320	15798,0840	13	0,012369012	0,041702612	0,025508877	0,028511318	1,24%	4,17%	2,55%	2,85%
14	19715,8040	67656,9300	33211,2040	15309,8520	14	-0,022689629	-0,044285303	-0,012227825	-0,030904507	-2,27%	-4,43%	-1,22%	-3,09%
15	20033,0700	69156,7200	33866,1840	14990,1740	15	0,016091964	0,022167574	0,019721658	-0,020880541	1,61%	2,22%	1,97%	-2,09%
16	20722,4280	71237,0140	34413,5600	15371,5780	16	0,034411001	0,030080866	0,016162908	0,025443601	3,44%	3,01%	1,62%	2,54%
17	20826,1220	70504,5460	34357,1860	15281,0700	17	0,005003950	-0,010282127	-0,001638133	-0,005888010	0,50%	-1,03%	-0,16%	-0,59%
18	21013,0500	68886,4840	34522,8060	15136,8520	18	0,008975651	-0,022949754	0,004820534	-0,009437690	0,90%	-2,29%	0,48%	-0,94%
19	19368,9160	62753,3700	30892,7360	13157,0840	19	-0,078243473	-0,089032182	-0,105149912	-0,130791264	-7,82%	-8,90%	-10,51%	-13,08%
20	18284,8020	59151,8220	29824,5940	12221,0400	20	-0,055971847	-0,057392105	-0,034575830	-0,071143728	-5,60%	-5,74%	-3,46%	-7,11%
21	18757,0340	60458,7560	30504,3120	12172,8720	21	0,025826476	0,022094569	0,022790520	-0,003941399	2,58%	2,21%	2,28%	-0,39%
22	18147,9500	55639,6100	28994,1100	11308,0780	22	-0,032472298	-0,079709645	-0,049507820	-0,071042725	-3,25%	-7,97%	-4,95%	-7,10%
23	17851,9640	51795,7160	27055,5540	10062,2900	23	-0,016309611	-0,069085567	-0,066860338	-0,110167970	-1,63%	-6,91%	-6,69%	-11,02%
24	18335,8700	51620,9640	26760,3840	9779,1860	24	0,027106597	-0,003373870	-0,010909775	-0,028135146	2,71%	-0,34%	-1,09%	-2,81%
25	18673,9380	52361,0540	27298,7200	9634,7080	25	0,018437522	0,014337005	0,020116901	-0,014774031	1,84%	1,43%	2,01%	-1,48%
26	19289,3040	55394,5060	28441,6540	10325,0140	26	0,032953199	0,057933364	0,041867677	0,071647838	3,30%	5,79%	4,19%	7,16%

27	18335,2120	53559,3200	27448,5600	10150,1920	27	-0,049462230	-0,033129387	-0,034916886	-0,016931890	-4,95%	-3,31%	-3,49%	-1,69%
28	18388,7120	53131,9180	27414,6480	10162,5920	28	0,002917883	-0,007979974	-0,001235475	0,001221652	0,29%	-0,80%	-0,12%	0,12%
29	19015,8880	55653,8600	28536,2660	10518,0720	29	0,034106576	0,047465668	0,040913091	0,034979265	3,41%	4,75%	4,09%	3,50%
30	18887,4680	55223,4920	28650,5280	10419,9020	30	-0,006753300	-0,007732941	0,004004098	-0,009333460	-0,68%	-0,77%	0,40%	-0,93%
31	19677,6060	58077,9000	29241,6620	10859,1980	31	0,041833982	0,051688292	0,020632569	0,042159322	4,18%	5,17%	2,06%	4,22%
32	19978,1200	58820,4300	29575,4480	10813,8600	32	0,015271878	0,012785070	0,011414741	-0,004175078	1,53%	1,28%	1,14%	-0,42%
33	19650,7120	57740,3980	28876,3920	10701,4940	33	-0,016388329	-0,018361511	-0,023636362	-0,010390924	-1,64%	-1,84%	-2,36%	-1,04%
34	20124,5560	59111,7940	29130,8900	10790,9780	34	0,024113325	0,023751066	0,008813359	0,008361823	2,41%	2,38%	0,88%	0,84%
35	20507,7680	58932,1880	29107,6220	10756,0040	35	0,019042010	-0,003038412	-0,000798740	-0,003241041	1,90%	-0,30%	-0,08%	-0,32%
36	21000,2720	59773,7180	29323,5360	10758,6220	36	0,024015485	0,014279633	0,007417782	0,000243399	2,40%	1,43%	0,74%	0,02%
37	20929,2260	58153,4020	28459,9260	10484,2720	37	-0,003383099	-0,027107499	-0,029451087	-0,025500478	-0,34%	-2,71%	-2,95%	-2,55%
38	21377,3380	58039,0620	28167,8380	10285,8100	38	0,021410825	-0,001966179	-0,010263133	-0,018929497	2,14%	-0,20%	-1,03%	-1,89%
39	21479,6900	57794,5020	28175,3420	10381,3220	39	0,004787874	-0,004213714	0,000266403	0,009285802	0,48%	-0,42%	0,03%	0,93%
40	21917,0540	60358,8080	29053,3820	10620,6640	40	0,020361746	0,044369376	0,031163419	0,023055060	2,04%	4,44%	3,12%	2,31%
41	22267,3220	63641,3580	30047,7160	11011,1740	41	0,015981527	0,054383943	0,034224380	0,036768888	1,60%	5,44%	3,42%	3,68%
42	22219,8700	63252,8400	30342,8220	11176,2240	42	-0,002131015	-0,006104804	0,009821246	0,014989319	-0,21%	-0,61%	0,98%	1,50%
43	22088,8500	62459,3760	30736,8420	11427,9520	43	-0,005896524	-0,012544322	0,012985608	0,022523529	-0,59%	-1,25%	1,30%	2,25%
44	21571,9960	61148,4400	30705,0520	11157,7260	44	-0,023398864	-0,020988618	-0,001034264	-0,023646057	-2,34%	-2,10%	-0,10%	-2,36%
45	20827,0800	59163,5900	30080,2800	10630,8940	45	-0,034531621	-0,032459536	-0,020347531	-0,047216790	-3,45%	-3,25%	-2,03%	-4,72%
46	20596,4120	59272,8780	29861,9300	10503,1640	46	-0,011075388	0,001847217	-0,007258908	-0,012014982	-1,11%	0,18%	-0,73%	-1,20%
47	21037,9400	60187,1180	30304,9620	10538,9400	47	0,021437132	0,015424255	0,014836014	0,003406212	2,14%	1,54%	1,48%	0,34%
48	21538,7180	61321,8980	31083,2600	10490,0600	48	0,023803566	0,018854201	0,025682197	-0,004638038	2,38%	1,89%	2,57%	-0,46%
49	21582,8260	60898,3660	31022,8960	10424,7740	49	0,002047847	-0,006906701	-0,001942010	-0,006223606	0,20%	-0,69%	-0,19%	-0,62%
50	21893,3940	59884,2180	30725,8700	10263,9160	50	0,014389589	-0,016653123	-0,009574412	-0,015430358	1,44%	-1,67%	-0,96%	-1,54%
Beklenen Getiri						0,004226714	-0,000006203	0,000248281	-0,004535139	0,42%	0,00%	0,02%	-0,45%

EK. 3: 2007 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2007	hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
	1	21575,9220	57845,1200	30103,7160	9940,4620	1	-0,014500812	-0,034050674	-0,020248540	-0,031513703	-1,45%	-3,41%	-2,02%	-3,15%
	2	22170,1060	59412,1420	30220,2920	9849,6060	2	0,027539217	0,027089960	0,003872479	-0,009140018	2,75%	2,71%	0,39%	-0,91%
	3	23198,9980	63516,2880	31642,7180	10494,6360	3	0,046408980	0,069079246	0,047068572	0,065487899	4,64%	6,91%	4,71%	6,55%
	4	23383,4880	64095,8740	32403,5140	10847,7480	4	0,007952499	0,009124998	0,024043320	0,033646903	0,80%	0,91%	2,40%	3,36%
	5	23665,8760	65426,7460	33412,7580	11201,1560	5	0,012076385	0,020763770	0,031146128	0,032578928	1,21%	2,08%	3,11%	3,26%
	6	23481,0300	64620,6960	33931,0500	11483,9740	6	-0,007810655	-0,012319885	0,015511799	0,025249001	-0,78%	-1,23%	1,55%	2,52%
	7	23510,7680	67214,8740	34745,2480	11599,1060	7	0,001266469	0,040144693	0,023995662	0,010025449	0,13%	4,01%	2,40%	1,00%
	8	23133,8980	65367,1540	34668,6100	11058,5840	8	-0,016029676	-0,027489749	-0,002205712	-0,046600316	-1,60%	-2,75%	-0,22%	-4,66%
	9	22191,0520	60739,8420	32693,2440	10156,9160	9	-0,040756037	-0,070789559	-0,056978517	-0,081535575	-4,08%	-7,08%	-5,70%	-8,15%
	10	22782,4420	62996,2940	33716,7360	10368,1860	10	0,026649931	0,037149455	0,031305918	0,020800605	2,66%	3,71%	3,13%	2,08%
	11	22543,1680	63649,0040	33954,3420	10350,6300	11	-0,010502562	0,010361086	0,007047123	-0,001693257	-1,05%	1,04%	0,70%	-0,17%
	12	23059,3000	66007,6740	34761,0400	10541,8840	12	0,022895274	0,037057453	0,023758316	0,018477523	2,29%	3,71%	2,38%	1,85%
	13	23363,3020	66907,7920	35608,0740	10736,5240	13	0,013183488	0,013636566	0,024367338	0,018463493	1,32%	1,36%	2,44%	1,85%
	14	24264,6220	70402,3540	36211,8300	11029,9960	14	0,038578451	0,052229522	0,016955593	0,027333986	3,86%	5,22%	1,70%	2,73%
	15	24216,6660	70979,9880	36496,2280	10983,6840	15	-0,001976375	0,008204754	0,007853732	-0,004198732	-0,20%	0,82%	0,79%	-0,42%
	16	24874,0860	73150,4800	36984,6540	10929,2420	16	0,027147420	0,030578929	0,013382917	-0,004956625	2,71%	3,06%	1,34%	-0,50%
	17	24186,1360	68328,4140	35887,6060	10204,0360	17	-0,027657298	-0,065919814	-0,029662249	-0,066354647	-2,77%	-6,59%	-2,97%	-6,64%
	18	24144,4780	67280,6120	36755,8860	10461,6220	18	-0,001722392	-0,015334792	0,024194425	0,025243541	-0,17%	-1,53%	2,42%	2,52%
	19	24266,0840	67431,6340	37454,2900	10730,3860	19	0,005036597	0,002244659	0,019001147	0,025690471	0,50%	0,22%	1,90%	2,57%
	20	25232,6440	68605,7380	38203,3040	11025,8340	20	0,039831726	0,017411768	0,019998083	0,027533772	3,98%	1,74%	2,00%	2,75%
	21	25668,2880	69177,5840	38419,0420	10940,2500	21	0,017265095	0,008335250	0,005647103	-0,007762134	1,73%	0,83%	0,56%	-0,78%
	22	25834,9780	68636,6200	37340,1180	10713,0040	22	0,006494005	-0,007819932	-0,028083053	-0,020771555	0,65%	-0,78%	-2,81%	-2,08%
	23	25086,9080	66199,3260	36646,6220	10252,7280	23	-0,028955705	-0,035510111	-0,018572411	-0,042964233	-2,90%	-3,55%	-1,86%	-4,30%
	24	25992,1040	68419,2740	37638,3040	10457,6340	24	0,036082406	0,033534299	0,027060666	0,019985510	3,61%	3,35%	2,71%	2,00%
	25	26341,3320	67332,9760	37380,2960	10310,2100	25	0,013435927	-0,015877076	-0,006854932	-0,014097261	1,34%	-1,59%	-0,69%	-1,41%

26	27824,9840	72571,8880	38551,8480	10662,6420	26	0,056324107	0,077806037	0,031341432	0,034182815	5,63%	7,78%	3,13%	3,42%
27	28210,9280	76449,7860	39859,4720	10975,4820	27	0,013870412	0,053435264	0,033918582	0,029339820	1,39%	5,34%	3,39%	2,93%
28	27961,8460	79075,1360	40487,2880	11055,3020	28	-0,008829274	0,034340842	0,015750735	0,007272574	-0,88%	3,43%	1,58%	0,73%
29	28605,5780	83292,5060	41247,7860	11112,7400	29	0,023021799	0,053333705	0,018783624	0,005195516	2,30%	5,33%	1,88%	0,52%
30	27863,8540	78891,8860	40171,0860	11156,4620	30	-0,025929348	-0,052833325	-0,026103219	0,003934403	-2,59%	-5,28%	-2,61%	0,39%
31	28103,2400	76815,2900	39843,6120	11073,9920	31	0,008591274	-0,026322048	-0,008151983	-0,007392128	0,86%	-2,63%	-0,82%	-0,74%
32	26952,0580	72602,2400	38491,7920	10517,7520	32	-0,040962608	-0,054846503	-0,033928149	-0,050229402	-4,10%	-5,48%	-3,39%	-5,02%
33	26208,8640	69813,7440	36976,1140	10047,8280	33	-0,027574666	-0,038407851	-0,039376655	-0,044679129	-2,76%	-3,84%	-3,94%	-4,47%
34	27461,2940	72326,9200	37993,3760	10281,4500	34	0,047786505	0,035998299	0,027511328	0,023250995	4,78%	3,60%	2,75%	2,33%
35	27997,2080	74965,9640	38851,5040	10653,1040	35	0,019515249	0,036487714	0,022586253	0,036148014	1,95%	3,65%	2,26%	3,61%
36	27496,4840	74614,2800	39217,9560	10945,2080	36	-0,017884783	-0,004691249	0,009432119	0,027419614	-1,79%	-0,47%	0,94%	2,74%
37	28501,9240	80150,6540	40473,1480	10986,4640	37	0,036566130	0,074199925	0,032005544	0,003769321	3,66%	7,42%	3,20%	0,38%
38	29347,1540	82028,2600	41503,9820	11188,7840	38	0,029655191	0,023425960	0,025469578	0,018415388	2,97%	2,34%	2,55%	1,84%
39	30302,5160	84021,0380	41701,7820	11277,5080	39	0,032553821	0,024293798	0,004765808	0,007929727	3,26%	2,43%	0,48%	0,79%
40	30915,3900	89440,5640	42270,7480	11558,5080	40	0,020225185	0,064502012	0,013643686	0,024916852	2,02%	6,45%	1,36%	2,49%
41	29884,1800	87301,5360	41587,1620	11347,3740	41	-0,033355879	-0,023915636	-0,016171609	-0,018266544	-3,34%	-2,39%	-1,62%	-1,83%
42	30182,4020	87037,3180	41302,7060	11201,8360	42	0,009979260	-0,003026499	-0,006839995	-0,012825699	1,00%	-0,30%	-0,68%	-1,28%
43	31149,2200	88603,9560	41410,5440	11106,4000	43	0,032032507	0,017999613	0,002610919	-0,008519675	3,20%	1,80%	0,26%	-0,85%
44	31957,2380	83735,0480	40207,3300	10836,0520	44	0,025940232	-0,054951361	-0,029055740	-0,024341641	2,59%	-5,50%	-2,91%	-2,43%
45	32778,3180	82472,1860	39811,9520	10792,7420	45	0,025693084	-0,015081642	-0,009833481	-0,003996843	2,57%	-1,51%	-0,98%	-0,40%
46	32126,9960	78942,5720	38596,9520	10568,3600	46	-0,019870513	-0,042797629	-0,030518473	-0,020790083	-1,99%	-4,28%	-3,05%	-2,08%
47	32836,5400	81726,3020	39174,3560	10607,5800	47	0,022085601	0,035262722	0,014959834	0,003711077	2,21%	3,53%	1,50%	0,37%
48	34904,7340	85581,8200	40073,0960	10692,8560	48	0,062984529	0,047175975	0,022942049	0,008039157	6,30%	4,72%	2,29%	0,80%
49	34176,0220	83198,4600	39734,0420	10493,1380	49	-0,020877168	-0,027848905	-0,008460889	-0,018677704	-2,09%	-2,78%	-0,85%	-1,87%
50	33877,8780	83538,0440	39842,0860	10434,6420	50	-0,008723777	0,004081614	0,002719180	-0,005574691	-0,87%	0,41%	0,27%	-0,56%
51	34190,6000	84088,2200	40513,9550	10484,9500	51	0,009230862	0,006585933	0,016863299	0,004821248	0,92%	0,66%	1,69%	0,48%
				Beklenen Getiri		0,009097649	0,007373364	0,005695464	0,000823177	0,91%	0,74%	0,57%	0,08%

EK. 4: 2008 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2008

hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
1	33473,6920	79847,1720	39518,6260	10116,1080	1	-0,020967985	-0,050435697	-0,024567559	-0,035178232	-2,10%	-5,04%	-2,46%	-3,52%
2	31888,8980	77273,4140	39429,5820	9896,5480	2	-0,047344464	-0,032233552	-0,002253216	-0,021703999	-4,73%	-3,22%	-0,23%	-2,17%
3	30340,2400	70429,4920	35828,2000	9018,2320	3	-0,048564174	-0,088567615	-0,091337058	-0,088749734	-4,86%	-8,86%	-9,13%	-8,87%
4	28840,8200	65918,5020	33232,2140	8073,7500	4	-0,049420176	-0,064049731	-0,072456501	-0,104730284	-4,94%	-6,40%	-7,25%	-10,47%
5	28855,7840	65640,9500	33918,6740	7915,0660	5	0,000518848	-0,004210533	0,020656463	-0,019654312	0,05%	-0,42%	2,07%	-1,97%
6	28567,3240	62070,4400	32786,6180	7704,0000	6	-0,009996609	-0,054394551	-0,033375597	-0,026666360	-1,00%	-5,44%	-3,34%	-2,67%
7	30559,8680	66566,7780	34293,5340	8106,2100	7	0,069749060	0,072439280	0,045961313	0,052207944	6,97%	7,24%	4,60%	5,22%
8	30886,5940	66069,4160	35644,1140	8489,1140	8	0,010691342	-0,007471625	0,039382934	0,047235885	1,07%	-0,75%	3,94%	4,72%
9	31688,4300	62820,0760	35780,1400	8303,7740	9	0,025960648	-0,049180698	0,003816226	-0,021832667	2,60%	-4,92%	0,38%	-2,18%
10	30908,3060	59117,8280	34874,9600	7977,3980	10	-0,024618575	-0,058934153	-0,025298392	-0,039304538	-2,46%	-5,89%	-2,53%	-3,93%
11	30691,7580	58238,0200	34468,1360	8050,1820	11	-0,007006143	-0,014882279	-0,011665218	0,009123777	-0,70%	-1,49%	-1,17%	0,91%
12	29764,5000	56303,8600	33779,4920	7883,1520	12	-0,030211955	-0,033211294	-0,019979148	-0,020748599	-3,02%	-3,32%	-2,00%	-2,07%
13	29824,2880	55145,7080	33745,9840	7852,2280	13	0,002008702	-0,020569673	-0,000991963	-0,003922796	0,20%	-2,06%	-0,10%	-0,39%
14	30397,5580	57050,5820	34561,3480	8094,9620	14	0,019221582	0,034542561	0,024161808	0,030912755	1,92%	3,45%	2,42%	3,09%
15	30035,6180	58504,6820	35107,9240	8289,3700	15	-0,011906878	0,025487908	0,015814661	0,024015925	-1,19%	2,55%	1,58%	2,40%
16	29613,4620	59135,9420	35671,1940	8345,7120	16	-0,014055179	0,010789906	0,016043956	0,006796898	-1,41%	1,08%	1,60%	0,68%
17	29586,5300	61016,4900	36626,3100	8599,2720	17	-0,000909451	0,031800424	0,026775555	0,030382069	-0,09%	3,18%	2,68%	3,04%
18	29855,9640	60154,0320	36843,9860	8723,4760	18	0,009106644	-0,014134835	0,005943159	0,014443548	0,91%	-1,41%	0,59%	1,44%
19	28377,4600	58003,3500	37333,2300	8687,8760	19	-0,049521228	-0,035752915	0,013278802	-0,004080942	-4,95%	-3,58%	1,33%	-0,41%
20	28586,0280	56732,2900	37309,0680	8422,3000	20	0,007349777	-0,021913562	-0,000647198	-0,030568576	0,73%	-2,19%	-0,06%	-3,06%
21	28595,1660	52919,5240	35853,6820	8018,8180	21	0,000319667	-0,067206277	-0,039008908	-0,047906391	0,03%	-6,72%	-3,90%	-4,79%
22	29327,3740	54028,6460	35427,9300	7870,8420	22	0,025606006	0,020958654	-0,011874708	-0,018453593	2,56%	2,10%	-1,19%	-1,85%
23	27994,8120	52077,0900	34603,2760	7469,4020	23	-0,045437481	-0,036120765	-0,023276946	-0,051003438	-4,54%	-3,61%	-2,33%	-5,10%
24	27826,8380	50818,9280	34627,6220	7226,5760	24	-0,006000183	-0,024159606	0,000703575	-0,032509430	-0,60%	-2,42%	0,07%	-3,25%
25	27026,6480	49367,8540	34015,7240	7406,7800	25	-0,028756052	-0,028553810	-0,017670806	0,024936291	-2,88%	-2,86%	-1,77%	2,49%
26	25398,7800	44107,6000	32214,6760	6480,8000	26	-0,060231961	-0,106552211	-0,052947513	-0,125017889	-6,02%	-10,66%	-5,29%	-12,50%

27	25873,0320	46089,3860	32017,1020	6501,1560	27	0,018672235	0,044930715	-0,006133043	0,003140970	1,87%	4,49%	-0,61%	0,31%
28	25264,1160	48870,6580	32738,2040	6504,8780	28	-0,023534776	0,060345174	0,022522401	0,000572514	-2,35%	6,03%	2,25%	0,06%
29	26369,2760	53412,9280	33849,7640	6577,5760	29	0,043744258	0,092944728	0,033952993	0,011175921	4,37%	9,29%	3,40%	1,12%
30	26908,4780	55883,0520	33943,5800	6534,4460	30	0,020448115	0,046245808	0,002771541	-0,006557127	2,04%	4,62%	0,28%	-0,66%
31	27953,2720	60123,4260	36287,5520	7095,9180	31	0,038827688	0,075879428	0,069054944	0,085924958	3,88%	7,59%	6,91%	8,59%
32	28021,4500	58934,6340	34756,6560	7141,9640	32	0,002438999	-0,019772526	-0,042187911	0,006489083	0,24%	-1,98%	-4,22%	0,65%
33	27463,2720	58205,4740	34435,3740	7182,8600	33	-0,019919669	-0,012372351	-0,009243755	0,005726156	-1,99%	-1,24%	-0,92%	0,57%
34	26819,7080	57668,6600	34071,6140	7083,7300	34	-0,023433624	-0,009222741	-0,010563556	-0,013800909	-2,34%	-0,92%	-1,06%	-1,38%
35	26567,6140	57767,7800	33177,4800	6910,5780	35	-0,009399580	0,001718785	-0,026242784	-0,024443619	-0,94%	0,17%	-2,62%	-2,44%
36	26041,3260	57599,3520	31922,7240	6689,8200	36	-0,019809381	-0,002915605	-0,037819509	-0,031944940	-1,98%	-0,29%	-3,78%	-3,19%
37	23855,2200	49104,1080	28162,6420	5770,8180	37	-0,083947569	-0,147488534	-0,117787003	-0,137373203	-8,39%	-14,75%	-11,78%	-13,74%
38	25285,6100	52088,2160	28693,0260	5824,7300	38	0,059961300	0,060771046	0,018832892	0,009342176	6,00%	6,08%	1,88%	0,93%
39	24192,8240	49125,8860	27178,4460	5471,1360	39	-0,043217704	-0,056871404	-0,052785649	-0,060705646	-4,32%	-5,69%	-5,28%	-6,07%
40	22335,4940	42345,4780	23720,5080	4825,3900	40	-0,076771939	-0,138021083	-0,127230895	-0,118027773	-7,68%	-13,80%	-12,72%	-11,80%
41	21832,6880	36890,7080	22395,9480	4631,6020	41	-0,022511524	-0,128815880	-0,055840288	-0,040160070	-2,25%	-12,88%	-5,58%	-4,02%
42	20380,5680	33624,7600	20236,0760	4330,2180	42	-0,066511279	-0,088530369	-0,096440303	-0,065071222	-6,65%	-8,85%	-9,64%	-6,51%
43	21131,0540	39640,4600	22052,0740	4955,7800	43	0,036823606	0,178906853	0,089740620	0,144446320	3,68%	17,89%	8,97%	14,45%
44	21687,0900	36206,5680	20994,2280	4890,3220	44	0,026313690	-0,086625937	-0,047970363	-0,013208415	2,63%	-8,66%	-4,80%	-1,32%
45	19944,0180	33102,2880	19033,4160	4624,9720	45	-0,080373715	-0,085738035	-0,093397671	-0,054260231	-8,04%	-8,57%	-9,34%	-5,43%
46	19586,9100	32274,4120	18080,7400	4594,1120	46	-0,017905519	-0,025009631	-0,050052812	-0,006672473	-1,79%	-2,50%	-5,01%	-0,67%
47	21268,6320	34276,0360	18745,1100	4654,8760	47	0,085859485	0,062018915	0,036744624	0,013226495	8,59%	6,20%	3,67%	1,32%
48	21611,8380	34861,8340	18758,0620	4464,9260	48	0,016136722	0,017090599	0,000690954	-0,040806672	1,61%	1,71%	0,07%	-4,08%
49	21778,1460	37598,2920	19064,1880	4590,6640	49	0,007695227	0,078494379	0,016319703	0,028161273	0,77%	7,85%	1,63%	2,82%
50	21793,7860	37455,9960	19106,0240	4711,3520	50	0,000718151	-0,003784640	0,002194481	0,026289879	0,07%	-0,38%	0,22%	2,63%
51	22169,3000	38054,3200	19781,2600	4858,6200	51	0,017230324	0,015974051	0,035341524	0,031258119	1,72%	1,60%	3,53%	3,13%
				Beklenen Getiri		-0,007782014	-0,013458135	-0,012947866	-0,013710532	-0,78%	-1,35%	-1,29%	-1,37%

EK. 5: 2009 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2009

hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
1	22791,3140	38723,2880	25595,0175	4989,7920	1	0,028057449	0,017579292	0,293902284	0,026997789	2,81%	1,76%	29,39%	2,70%
2	21891,7440	35560,8060	19384,6920	4758,7000	2	-0,039469861	-0,081668736	-0,242638064	-0,046312953	-3,95%	-8,17%	-24,26%	-4,63%
3	22220,5060	34177,8280	18683,6320	4240,0140	3	0,015017625	-0,038890513	-0,036165651	-0,108997415	1,50%	-3,89%	-3,62%	-10,90%
4	23295,9200	35410,4340	24031,2000	4180,5640	4	0,048397368	0,036064492	0,286216727	-0,014021180	4,84%	3,61%	28,62%	-1,40%
5	23227,3600	35267,7760	19182,8680	4168,5580	5	-0,002943005	-0,004028700	-0,201751556	-0,002871861	-0,29%	-0,40%	-20,18%	-0,29%
6	23645,8400	35242,4940	19756,1540	4187,4000	6	0,018016684	-0,000716858	0,029885312	0,004520028	1,80%	-0,07%	2,99%	0,45%
7	23040,5740	32354,0580	23748,5300	4207,4840	7	-0,025597145	-0,081958899	0,202082652	0,004796294	-2,56%	-8,20%	20,21%	0,48%
8	23087,3960	31355,1360	18819,0260	4349,7380	8	0,002032154	-0,030874705	-0,207570911	0,033809754	0,20%	-3,09%	-20,76%	3,38%
9	22179,4060	30919,8520	19180,5440	4301,7300	9	-0,039328385	-0,013882383	0,019210240	-0,011036987	-3,93%	-1,39%	1,92%	-1,10%
10	21809,6080	30446,4220	23789,8000	4290,3700	10	-0,016673034	-0,015311522	0,240308930	-0,002640798	-1,67%	-1,53%	24,03%	-0,26%
11	21488,0080	31787,9560	19004,8700	4289,0340	11	-0,014745795	0,044062123	-0,201133679	-0,000311395	-1,47%	4,41%	-20,11%	-0,03%
12	21689,0960	34654,6020	19586,2340	4562,7520	12	0,009358150	0,090180256	0,030590264	0,063818100	0,94%	9,02%	3,06%	6,38%
13	22404,2660	36150,5280	25064,9700	4649,6780	13	0,032973712	0,043166734	0,279723810	0,019051222	3,30%	4,32%	27,97%	1,91%
14	22563,9080	39104,4000	20363,3400	4689,1520	14	0,007125518	0,081710342	-0,187577723	0,008489620	0,71%	8,17%	-18,76%	0,85%
15	23549,0160	41525,3480	21118,1920	4976,7560	15	0,043658572	0,061909862	0,037069164	0,061333904	4,37%	6,19%	3,71%	6,13%
16	23393,9880	42302,3320	26860,5825	5205,1780	16	-0,006583205	0,018711077	0,271916767	0,045897770	-0,66%	1,87%	27,19%	4,59%
17	24011,9120	45006,0980	22607,2980	5611,6580	17	0,026413795	0,063915294	-0,158346696	0,078091470	2,64%	6,39%	-15,83%	7,81%
18	24906,1160	48728,2240	23977,2240	5759,6280	18	0,037240017	0,082702704	0,060596627	0,026368321	3,72%	8,27%	6,06%	2,64%
19	25434,2920	48794,3380	30610,0525	5885,3180	19	0,021206679	0,001356791	0,276630376	0,021822590	2,12%	0,14%	27,66%	2,18%
20	25641,1760	52595,3500	25419,7620	6156,1060	20	0,008134058	0,077898628	-0,169561633	0,046010768	0,81%	7,79%	-16,96%	4,60%
21	25774,8860	52906,8460	26132,4260	6721,1700	21	0,005214659	0,005922501	0,028035825	0,091789193	0,52%	0,59%	2,80%	9,18%
22	25802,1400	50120,3120	32903,2350	6623,7400	22	0,001057386	-0,052668685	0,259096075	-0,014495988	0,11%	-5,27%	25,91%	-1,45%
23	25699,4220	50795,4680	27079,5460	6771,0000	23	-0,003980988	0,013470706	-0,176994420	0,022232153	-0,40%	1,35%	-17,70%	2,22%
24	26401,2280	51731,5060	27537,7700	6922,2680	24	0,027308241	0,018427589	0,016921406	0,022340570	2,73%	1,84%	1,69%	2,23%
25	27136,3360	54063,0820	34878,7700	7048,3180	25	0,027843705	0,045070716	0,266579320	0,018209350	2,78%	4,51%	26,66%	1,82%
26	27448,0160	55022,6120	27856,7460	7077,8040	26	0,011485707	0,017748341	-0,201326595	0,004183409	1,15%	1,77%	-20,13%	0,42%

27	27021,3400	55478,6500	27474,4300	7016,4700	27	-0,015544876	0,008288192	-0,013724360	-0,008665682	-1,55%	0,83%	-1,37%	-0,87%
28	27403,0020	57254,2360	35372,3275	7103,8220	28	0,014124466	0,032004852	0,287463562	0,012449565	1,41%	3,20%	28,75%	1,24%
29	27409,0540	59756,3660	29239,2020	7319,7480	29	0,000220852	0,043702094	-0,173387671	0,030395750	0,02%	4,37%	-17,34%	3,04%
30	28881,9040	66804,9540	30345,8100	7718,9700	30	0,053735893	0,117955433	0,037846724	0,054540402	5,37%	11,80%	3,78%	5,45%
31	29959,0520	68076,1040	39461,3000	7948,1380	31	0,037294910	0,019027780	0,300387105	0,029688935	3,73%	1,90%	30,04%	2,97%
32	30265,6300	67973,0800	31811,6200	8351,6680	32	0,010233234	-0,001513365	-0,193852711	0,050770382	1,02%	-0,15%	-19,39%	5,08%
33	31318,7040	73253,2680	33198,9120	8720,2460	33	0,034794386	0,077680576	0,043609599	0,044132262	3,48%	7,77%	4,36%	4,41%
34	31248,7100	72652,5420	42566,5650	9116,7900	34	-0,002234895	-0,008200672	0,282167470	0,045473946	-0,22%	-0,82%	28,22%	4,55%
35	30077,7280	69947,1060	33219,6220	9349,8200	35	-0,037472971	-0,037238009	-0,219584150	0,025560532	-3,75%	-3,72%	-21,96%	2,56%
36	31006,7920	69581,1940	33735,8840	9454,9440	36	0,030888769	-0,005231267	0,015540875	0,011243425	3,09%	-0,52%	1,55%	1,12%
37	32210,3740	71672,9800	43785,9350	10023,6080	37	0,038816721	0,030062519	0,297903888	0,060144619	3,88%	3,01%	29,79%	6,01%
38	33132,7220	72589,4320	35238,1660	10549,4340	38	0,028635122	0,012786576	-0,195217231	0,052458755	2,86%	1,28%	-19,52%	5,25%
39	33101,9440	74438,0740	35186,6040	10957,9760	39	-0,000928931	0,025467096	-0,001463243	0,038726438	-0,09%	2,55%	-0,15%	3,87%
40	33758,6160	78264,2260	45087,3325	11526,8520	40	0,019837868	0,051400470	0,281377779	0,051914332	1,98%	5,14%	28,14%	5,19%
41	34213,8760	77160,4020	36994,3380	11606,8780	41	0,013485742	-0,014103813	-0,179495970	0,006942572	1,35%	-1,41%	-17,95%	0,69%
42	33674,7220	75664,4700	36586,8780	11550,7120	42	-0,015758343	-0,019387302	-0,011014118	-0,004839027	-1,58%	-1,94%	-1,10%	-0,48%
43	32671,6600	70836,3700	42807,5325	10230,0980	43	-0,029786794	-0,063809341	0,170024196	-0,114331826	-2,98%	-6,38%	17,00%	-11,43%
44	33170,2060	73136,4480	35304,2480	11474,7120	44	0,015259280	0,032470297	-0,175279538	0,121661982	1,53%	3,25%	-17,53%	12,17%
45	32537,9700	70254,3920	34263,4400	11550,9820	45	-0,019060358	-0,039406562	-0,029481098	0,006646790	-1,91%	-3,94%	-2,95%	0,66%
46	31879,1900	68240,5540	42072,0000	11445,8880	46	-0,020246500	-0,028664941	0,227897724	-0,009098274	-2,02%	-2,87%	22,79%	-0,91%
47	34173,8040	74273,2520	35749,2960	12063,1520	47	0,071978429	0,088403415	-0,150282944	0,053928887	7,20%	8,84%	-15,03%	5,39%
48	34183,7860	74848,6540	35998,6200	12626,4540	48	0,000292095	0,007747096	0,006974235	0,046696087	0,03%	0,77%	0,70%	4,67%
49	34855,6920	76521,4900	45611,0750	13226,1100	49	0,019655693	0,022349580	0,267022875	0,047492035	1,97%	2,23%	26,70%	4,75%
50	35554,3180	77556,9580	37187,0400	13626,3160	50	0,020043383	0,013531728	-0,184692753	0,030258784	2,00%	1,35%	-18,47%	3,03%
51	35915,9550	78720,4850	37649,3300	14036,6600	51	0,010171395	0,015002226	0,012431482	0,030114082	1,02%	1,50%	1,24%	3,01%
				Beklenen Getiri		0,009797150	0,015298453	0,029781776	0,021830970	0,98%	1,53%	2,98%	2,18%

EK. 6: 2010 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2010	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %				
	hafta	XUHİZ	XUMAL	XUSIN		XUTEK	XUHİZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHİZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
	1	37613,8820	81630,6460	39146,2800	15487,5940	1	0,047275006	0,036968281	0,039760336	0,103367468	4,73%	3,70%	3,98%	10,34%
	2	38067,6780	80627,3100	39742,6860	15589,2640	2	0,012064588	-0,012291168	0,015235317	0,006564609	1,21%	-1,23%	1,52%	0,66%
	3	38504,4640	81420,5600	40697,1500	15496,2120	3	0,011473933	0,009838478	0,024016092	-0,005968980	1,15%	0,98%	2,40%	-0,60%
	4	37912,9020	81156,2200	40414,2900	15267,3120	4	-0,015363465	-0,003246600	-0,006950364	-0,014771352	-1,54%	-0,32%	-0,70%	-1,48%
	5	37283,9700	81227,0420	40441,3320	15260,9440	5	-0,016588865	0,000872663	0,000669120	-0,000417100	-1,66%	0,09%	0,07%	-0,04%
	6	35353,8880	75640,6080	38398,1040	14450,6040	6	-0,051767073	-0,068775544	-0,050523262	-0,053098943	-5,18%	-6,88%	-5,05%	-5,31%
	7	35793,9900	78590,7200	40278,5120	15368,0680	7	0,012448475	0,039001696	0,048971376	0,063489665	1,24%	3,90%	4,90%	6,35%
	8	34233,6080	75440,0160	39389,7180	14645,0520	8	-0,043593408	-0,040090026	-0,022066207	-0,047046642	-4,36%	-4,01%	-2,21%	-4,70%
	9	34620,2960	77644,1080	40457,8180	15046,0440	9	0,011295567	0,029216484	0,027116213	0,027380715	1,13%	2,92%	2,71%	2,74%
	10	35025,0160	79406,4500	40975,9060	15218,3480	10	0,011690252	0,022697691	0,012805634	0,011451781	1,17%	2,27%	1,28%	1,15%
	11	35446,8020	80421,1640	41028,6780	15163,6300	11	0,012042421	0,012778735	0,001287879	-0,003595528	1,20%	1,28%	0,13%	-0,36%
	12	35409,0900	85265,4060	41534,3720	15362,5980	12	-0,001063904	0,060235910	0,012325379	0,013121396	-0,11%	6,02%	1,23%	1,31%
	13	36170,9840	88430,5060	42656,6000	15819,8180	13	0,021516904	0,037120564	0,027019260	0,029761893	2,15%	3,71%	2,70%	2,98%
	14	37051,1320	91447,4160	43154,1340	16057,8220	14	0,024332985	0,034116168	0,011663705	0,015044674	2,43%	3,41%	1,17%	1,50%
	15	37179,8700	91273,8400	43406,7880	16343,6160	15	0,003474604	-0,001898096	0,005854688	0,017797806	0,35%	-0,19%	0,59%	1,78%
	16	37233,9880	90508,6980	43935,7340	16467,4320	16	0,001455573	-0,008382928	0,012185790	0,007575802	0,15%	-0,84%	1,22%	0,76%
	17	37260,4360	89746,6580	44357,2300	16260,6840	17	0,000710319	-0,008419522	0,009593467	-0,012554963	0,07%	-0,84%	0,96%	-1,26%
	18	35744,0600	85392,5300	42220,4500	15374,9140	18	-0,040696679	-0,048515768	-0,048172079	-0,054473108	-4,07%	-4,85%	-4,82%	-5,45%
	19	35566,8100	87953,2060	42597,9900	15247,3440	19	-0,004958866	0,029987119	0,008942112	-0,008297282	-0,50%	3,00%	0,89%	-0,83%
	20	33168,3400	84851,5540	40704,9040	14787,2140	20	-0,067435623	-0,035264798	-0,044440735	-0,030177715	-6,74%	-3,53%	-4,44%	-3,02%
	21	33642,8700	84871,9640	40319,3100	15301,6720	21	0,014306715	0,000240538	-0,009472913	0,034790732	1,43%	0,02%	-0,95%	3,48%
	22	33971,8900	84942,5400	40323,6260	15272,9920	22	0,009779784	0,000831558	0,000107045	-0,001874305	0,98%	0,08%	0,01%	-0,19%
	23	34496,0880	86060,1720	40613,2480	14962,0960	23	0,015430346	0,013157506	0,007182439	-0,020355933	1,54%	1,32%	0,72%	-2,04%
	24	34752,2060	89364,5520	41731,8260	14944,8740	24	0,007424552	0,038396158	0,027542195	-0,001151042	0,74%	3,84%	2,75%	-0,12%
	25	34186,0340	87452,3780	41487,0760	14549,9280	25	-0,016291685	-0,021397455	-0,005864828	-0,026426854	-1,63%	-2,14%	-0,59%	-2,64%
	26	33930,3740	86984,8080	41193,1340	14378,9440	26	-0,007478493	-0,005346567	-0,007085146	-0,011751536	-0,75%	-0,53%	-0,71%	-1,18%

27	34630,7080	90619,1220	42438,7280	14621,8960	27	0,020640327	0,041781020	0,030237903	0,016896373	2,06%	4,18%	3,02%	1,69%
28	34773,1440	91748,5800	42211,5900	14723,6600	28	0,004112997	0,012463793	-0,005352140	0,006959699	0,41%	1,25%	-0,54%	0,70%
29	35498,4420	94710,8980	43113,9300	14824,8360	29	0,020857993	0,032287344	0,021376593	0,006871661	2,09%	3,23%	2,14%	0,69%
30	36643,3620	95198,3420	43633,6520	14923,7260	30	0,032252683	0,005146652	0,012054619	0,006670563	3,23%	0,51%	1,21%	0,67%
31	37262,4680	92509,9420	44302,0660	15035,6020	31	0,016895448	-0,028239988	0,015318773	0,007496519	1,69%	-2,82%	1,53%	0,75%
32	36985,4280	90745,6580	43662,1380	14646,4600	32	-0,007434827	-0,019071291	-0,014444654	-0,025881371	-0,74%	-1,91%	-1,44%	-2,59%
33	37073,4300	91274,5660	43694,7580	14610,3680	33	0,002379370	0,005828466	0,000747100	-0,002464213	0,24%	0,58%	0,07%	-0,25%
34	37775,0860	91813,3240	44166,3020	14825,4420	34	0,018926115	0,005902608	0,010791775	0,014720642	1,89%	0,59%	1,08%	1,47%
35	38316,1560	94327,5520	45055,8520	15247,6320	35	0,014323462	0,027384130	0,020140921	0,028477397	1,43%	2,74%	2,01%	2,85%
36	39514,8380	97896,1300	46762,2960	15541,9620	36	0,031283984	0,037831767	0,037873970	0,019303325	3,13%	3,78%	3,79%	1,93%
37	40098,0420	99731,3180	47594,7660	15690,3720	37	0,014759114	0,018746277	0,017802163	0,009548987	1,48%	1,87%	1,78%	0,95%
38	40265,4680	101455,9440	48576,0360	15847,1420	38	0,004175416	0,017292722	0,020617183	0,009991478	0,42%	1,73%	2,06%	1,00%
39	41513,6940	102784,7640	49572,3360	16072,2920	39	0,030999913	0,013097508	0,020510113	0,014207609	3,10%	1,31%	2,05%	1,42%
40	42531,6680	108922,8980	50647,9260	17116,7160	40	0,024521403	0,059718326	0,021697384	0,064982891	2,45%	5,97%	2,17%	6,50%
41	43618,5600	109834,4840	50636,9260	17640,4760	41	0,025554888	0,008369094	-0,000217186	0,030599328	2,56%	0,84%	-0,02%	3,06%
42	43418,4940	108551,5200	50689,9860	18166,8700	42	-0,004586717	-0,011680885	0,001047852	0,029840124	-0,46%	-1,17%	0,10%	2,98%
43	43763,1860	109161,4400	50596,0360	18244,7440	43	0,007938829	0,005618715	-0,001853423	0,004286594	0,79%	0,56%	-0,19%	0,43%
44	44527,5020	109382,7240	51006,4120	18071,0800	44	0,017464816	0,002027126	0,008110833	-0,009518577	1,75%	0,20%	0,81%	-0,95%
45	42657,1760	103728,8720	49102,0620	17134,3280	45	-0,042003838	-0,051688711	-0,037335502	-0,051837079	-4,20%	-5,17%	-3,73%	-5,18%
46	41712,1260	101860,1280	49074,4900	17135,8940	46	-0,022154537	-0,018015659	-0,000561524	0,000091395	-2,22%	-1,80%	-0,06%	0,01%
47	41710,9320	102906,7980	50731,7960	17977,8440	47	-0,000028625	0,010275561	0,033771232	0,049133707	0,00%	1,03%	3,38%	4,91%
48	41897,4320	99226,1880	50731,8420	18329,2780	48	0,004471250	-0,035766442	0,000000907	0,019548173	0,45%	-3,58%	0,00%	1,95%
49	42392,4380	98907,8360	51006,0900	18388,0880	49	0,011814710	-0,003208347	0,005405836	0,003208528	1,18%	-0,32%	0,54%	0,32%
50	43062,5400	100539,1120	52297,1380	18560,3740	50	0,015807112	0,016492889	0,025311644	0,009369435	1,58%	1,65%	2,53%	0,94%
				<i>Beklenen Getiri</i>		0,003889105	0,005288475	0,006815098	0,006017769	0,39%	0,53%	0,68%	0,60%

EK. 7: 2011 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2011

Hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
1	44010,8460	103302,1920	54621,2940	18834,8400	1	0,022021599	0,027482638	0,044441361	0,014787741	2,20%	2,75%	4,44%	1,48%
2	44092,1560	101413,6560	55282,9660	18794,0380	2	0,001847499	-0,018281664	0,012113810	-0,002166305	0,18%	-1,83%	1,21%	-0,22%
3	43022,8000	97892,1440	55373,1720	19695,9580	3	-0,024252749	-0,034724239	0,001631714	0,047989687	-2,43%	-3,47%	0,16%	4,80%
4	42935,3180	95703,7340	54242,8360	19475,8340	4	-0,002033387	-0,022355318	-0,020413062	-0,011176100	-0,20%	-2,24%	-2,04%	-1,12%
5	42228,6420	96038,4960	52810,7820	19040,6480	5	-0,016459084	0,003497899	-0,026400795	-0,022344922	-1,65%	0,35%	-2,64%	-2,23%
6	42359,3080	96917,2260	53181,5940	20309,2280	6	0,003094251	0,009149768	0,007021521	0,066624833	0,31%	0,91%	0,70%	6,66%
7	42919,5840	97179,7300	53309,6980	21290,8500	7	0,013226751	0,002708538	0,002408803	0,048333792	1,32%	0,27%	0,24%	4,83%
8	40860,6280	93653,6280	51570,5660	20681,2960	8	-0,047972413	-0,036284336	-0,032623182	-0,028629857	-4,80%	-3,63%	-3,26%	-2,86%
9	39133,7280	88106,9780	50607,3080	20796,3040	9	-0,042263178	-0,059225148	-0,018678445	0,005560967	-4,23%	-5,92%	-1,87%	0,56%
10	39666,7220	92488,1640	51435,9220	21141,4680	10	0,013619812	0,049725755	0,016373406	0,016597372	1,36%	4,97%	1,64%	1,66%
11	39741,9960	95555,2260	52767,5640	21228,6100	11	0,001897661	0,033161670	0,025889339	0,004121852	0,19%	3,32%	2,59%	0,41%
12	40735,0140	95221,7320	54211,5720	21494,0080	12	0,024986616	-0,003490066	0,027365447	0,012501902	2,50%	-0,35%	2,74%	1,25%
13	41664,0260	94906,9300	55247,4860	22122,8640	13	0,022806228	-0,003305989	0,019108725	0,029257270	2,28%	-0,33%	1,91%	2,93%
14	43144,2400	102014,2320	56666,4260	23034,8780	14	0,035527388	0,074887071	0,025683341	0,041224952	3,55%	7,49%	2,57%	4,12%
15	42278,9940	101807,9100	57516,1340	23221,3860	15	-0,020054728	-0,002022483	0,014994911	0,008096765	-2,01%	-0,20%	1,50%	0,81%
16	42433,4400	100894,5800	58402,2420	23389,8620	16	0,003653020	-0,008971110	0,015406251	0,007255209	0,37%	-0,90%	1,54%	0,73%
17	42441,7300	101439,5140	60347,5200	24342,6560	17	0,000195365	0,005401024	0,033308276	0,040735341	0,02%	0,54%	3,33%	4,07%
18	42456,1020	102859,6020	61005,4200	25182,8960	18	0,000338629	0,013999357	0,010901856	0,034517187	0,03%	1,40%	1,09%	3,45%
19	41669,5420	97942,0160	58518,3220	25148,6180	19	-0,018526430	-0,047808721	-0,040768476	-0,001361162	-1,85%	-4,78%	-4,08%	-0,14%
20	40837,0740	94225,3200	56688,5220	24180,6900	20	-0,019977853	-0,037947922	-0,031268839	-0,038488318	-2,00%	-3,79%	-3,13%	-3,85%
21	40336,3340	92320,6360	55985,6900	23800,5960	21	-0,012261897	-0,020214142	-0,012398136	-0,015718906	-1,23%	-2,02%	-1,24%	-1,57%
22	39930,0200	92765,4600	55870,5780	23776,2800	22	-0,010073151	0,004818251	-0,002056097	-0,001021655	-1,01%	0,48%	-0,21%	-0,10%
23	40196,7700	94235,3760	56176,8840	23534,8400	23	0,006680437	0,015845510	0,005482420	-0,010154658	0,67%	1,58%	0,55%	-1,02%
24	39571,3740	89797,2000	54363,6760	22743,8820	24	-0,015558365	-0,047096708	-0,032276764	-0,033607962	-1,56%	-4,71%	-3,23%	-3,36%
25	40084,3800	90374,6140	53877,6680	22566,6440	25	0,012964068	0,006430200	-0,008939940	-0,007792777	1,30%	0,64%	-0,89%	-0,78%
26	40796,0060	92870,1100	54972,9100	23311,8340	26	0,017753200	0,027612798	0,020328311	0,033021747	1,78%	2,76%	2,03%	3,30%

27	40454,4160	93315,6560	55538,9840	24292,4000	27	-0,008373124	0,004797518	0,010297326	0,042063014	-0,84%	0,48%	1,03%	4,21%
28	39772,4820	91682,2120	55493,9140	24230,9340	28	-0,016856849	-0,017504501	-0,000811502	-0,002530256	-1,69%	-1,75%	-0,08%	-0,25%
29	38804,1540	89345,7440	53711,4560	23260,5900	29	-0,024346683	-0,025484420	-0,032119883	-0,040045671	-2,43%	-2,55%	-3,21%	-4,00%
30	39027,1820	90634,4500	54304,2460	23065,2620	30	0,005747529	0,014423810	0,011036565	-0,008397379	0,57%	1,44%	1,10%	-0,84%
31	37232,1560	85305,5760	50152,3680	21814,5100	31	-0,045994251	-0,058795237	-0,076455863	-0,054226655	-4,60%	-5,88%	-7,65%	-5,42%
32	34722,8440	75333,2920	45064,5200	19224,4600	32	-0,067396366	-0,116900729	-0,101447812	-0,118730606	-6,74%	-11,69%	-10,14%	-11,87%
33	34820,1440	76984,7920	46980,2520	19254,9420	33	0,002802190	0,021922578	0,042510871	0,001585584	0,28%	2,19%	4,25%	0,16%
34	34874,1260	77576,4880	45859,9380	18964,4660	34	0,001550309	0,007685882	-0,023846488	-0,015085789	0,16%	0,77%	-2,38%	-1,51%
35	36247,2020	80619,5620	47347,3520	19653,2660	35	0,039372342	0,039226756	0,032433842	0,036320559	3,94%	3,92%	3,24%	3,63%
36	36975,0460	82157,1040	48047,4560	20198,5040	36	0,020080005	0,019071575	0,014786550	0,027742870	2,01%	1,91%	1,48%	2,77%
37	37799,7400	87070,5440	49910,2240	21164,2760	37	0,022304070	0,059805419	0,038769337	0,047814036	2,23%	5,98%	3,88%	4,78%
38	37194,4360	85495,1200	48928,3100	21138,9020	38	-0,016013443	-0,018093651	-0,019673604	-0,001198907	-1,60%	-1,81%	-1,97%	-0,12%
39	36645,5600	85841,3140	49810,9440	21292,8400	39	-0,014756938	0,004049284	0,018039331	0,007282214	-1,48%	0,40%	1,80%	0,73%
40	36761,7860	86027,7980	50497,5300	21784,4700	40	0,003171626	0,002172427	0,013783838	0,023088982	0,32%	0,22%	1,38%	2,31%
41	36809,3860	85010,7100	50504,4660	21714,1400	41	0,001294823	-0,011822783	0,000137353	-0,003228447	0,13%	-1,18%	0,01%	-0,32%
42	36363,2100	80766,9760	51085,8000	21856,0120	42	-0,012121256	-0,049919992	0,011510546	0,006533623	-1,21%	-4,99%	1,15%	0,65%
43	36813,2320	79669,0100	51180,1760	21499,7320	43	0,012375750	-0,013594244	0,001847402	-0,016301236	1,24%	-1,36%	0,18%	-1,63%
44	36779,9240	79627,7920	50841,7620	21231,3180	44	-0,000904783	-0,000517366	-0,006612209	-0,012484528	-0,09%	-0,05%	-0,66%	-1,25%
45	35971,5800	76240,4220	49492,9500	20757,5120	45	-0,021977859	-0,042540047	-0,026529608	-0,022316372	-2,20%	-4,25%	-2,65%	-2,23%
46	34308,2620	71805,6160	47172,9380	19724,3640	46	-0,046239782	-0,058168697	-0,046875606	-0,049772246	-4,62%	-5,82%	-4,69%	-4,98%
47	35737,6420	76975,1860	50077,9840	20704,1640	47	0,041662851	0,071993951	0,061582893	0,049674605	4,17%	7,20%	6,16%	4,97%
48	35250,2400	74806,5020	49833,6460	20236,1540	48	-0,013638337	-0,028173807	-0,004879150	-0,022604632	-1,36%	-2,82%	-0,49%	-2,26%
49	34362,0380	71983,6660	47873,9600	20188,4140	49	-0,025197048	-0,037735169	-0,039324556	-0,002359144	-2,52%	-3,77%	-3,93%	-0,24%
50	34886,7760	72210,6100	48696,4660	20500,9980	50	0,015270864	0,003152715	0,017180655	0,015483336	1,53%	0,32%	1,72%	1,55%
51	34530,7300	71384,2433	48541,3567	20245,6700	51	-0,010205758	-0,011443840	-0,003185228	-0,012454418	-1,02%	-1,14%	-0,32%	-1,25%
Beklenen Getiri						-0,004062958	-0,006066665	-0,001004103	0,002235618	-0,41%	-0,61%	-0,10%	0,22%

EK. 8: 2012 Yılı A Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2012

Hafta	HAFTALIK KAPANIŞ				hafta	HAFTALIK GETİRİ				GETİRİ %			
	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK		XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK	XUHIZ	XUMAL	XUSIN	XUTEK
1	34349,9960	71210,8580	48165,4040	20306,2640	1	-0,005234005	-0,002428902	-0,007744997	0,002992936	-0,52%	-0,24%	-0,77%	0,30%
2	34548,7640	69917,6000	48551,8080	19663,5960	2	0,005786551	-0,018160966	0,008022439	-0,031648756	0,58%	-1,82%	0,80%	-3,16%
3	35804,7440	74817,3460	50548,3640	20601,1880	3	0,036353833	0,070078864	0,041122176	0,047681614	3,64%	7,01%	4,11%	4,77%
4	36545,0740	78543,7620	51084,2460	21202,2600	4	0,020676869	0,049806846	0,010601372	0,029176570	2,07%	4,98%	1,06%	2,92%
5	37875,1200	83253,8600	53473,0120	21449,1880	5	0,036394673	0,059967818	0,046761305	0,011646306	3,64%	6,00%	4,68%	1,16%
6	38859,0420	85074,8700	55248,7280	21891,8840	6	0,025978056	0,021872980	0,033207705	0,020639289	2,60%	2,19%	3,32%	2,06%
7	38784,2780	84945,2640	55343,5920	22426,9340	7	-0,001923979	-0,001523435	0,001717035	0,024440564	-0,19%	-0,15%	0,17%	2,44%
8	39266,1100	85450,0940	55537,9220	23097,0480	8	0,012423385	0,005943003	0,003511337	0,029879876	1,24%	0,59%	0,35%	2,99%
9	38969,5820	84892,3880	55265,7780	23590,5480	9	-0,007551754	-0,006526687	-0,004900147	0,021366367	-0,76%	-0,65%	-0,49%	2,14%
10	38712,9120	83746,9040	54720,7980	23460,0400	10	-0,006586419	-0,013493365	-0,009861075	-0,005532216	-0,66%	-1,35%	-0,99%	-0,55%
11	39452,9360	85934,6180	54855,3420	23212,4560	11	0,019115689	0,026122924	0,002458736	-0,010553435	1,91%	2,61%	0,25%	-1,06%
12	40019,7660	88628,7660	55534,4920	24129,5880	12	0,014367245	0,031351137	0,012380745	0,039510339	1,44%	3,14%	1,24%	3,95%
13	40750,8520	88335,0700	55920,5900	24330,7800	13	0,018268123	-0,003313777	0,006952400	0,008337979	1,83%	-0,33%	0,70%	0,83%
14	40314,8780	89262,6860	55620,0700	24701,9580	14	-0,010698525	0,010501107	-0,005374049	0,015255491	-1,07%	1,05%	-0,54%	1,53%
15	39959,2120	86706,4580	53447,2940	25335,1080	15	-0,008822202	-0,028637140	-0,039064604	0,025631571	-0,88%	-2,86%	-3,91%	2,56%
16	39919,9720	85756,0640	53286,2200	29980,6040	16	-0,000982001	-0,010961052	-0,003013698	0,183361997	-0,10%	-1,10%	-0,30%	18,34%
17	40501,0300	84436,3700	54382,3120	29729,5860	17	0,014555571	-0,015388929	0,020569896	-0,008372680	1,46%	-1,54%	2,06%	-0,84%
18	40416,9880	81887,8860	53871,7000	29004,8640	18	-0,002075058	-0,030182302	-0,009389303	-0,024377131	-0,21%	-3,02%	-0,94%	-2,44%
19	39811,0800	80918,8520	53118,9380	28699,7780	19	-0,014991419	-0,011833667	-0,013973236	-0,010518443	-1,50%	-1,18%	-1,40%	-1,05%
20	39042,5860	79522,3240	52093,2640	28838,9840	20	-0,019303521	-0,017258376	-0,019309008	0,004850421	-1,93%	-1,73%	-1,93%	0,49%
21	38610,2560	75978,2560	50506,0220	27979,8360	21	-0,011073293	-0,044566957	-0,030469237	-0,029791202	-1,11%	-4,46%	-3,05%	-2,98%
22	37741,5860	77272,0800	50359,4580	28601,5420	22	-0,022498426	0,017028872	-0,002901911	0,022219787	-2,25%	1,70%	-0,29%	2,22%
23	37642,2880	80578,3740	51711,4840	29740,3560	23	-0,002630997	0,042787693	0,026847509	0,039816525	-0,26%	4,28%	2,68%	3,98%
24	38312,7020	82705,8520	52614,8180	29220,9480	24	0,017810129	0,026402593	0,017468731	-0,017464754	1,78%	2,64%	1,75%	-1,75%
25	39171,6840	85798,6480	52465,4600	28278,5580	25	0,022420293	0,037395129	-0,002838706	-0,032250494	2,24%	3,74%	-0,28%	-3,23%
26	40794,7440	88583,7380	53301,8900	28148,8100	26	0,041434522	0,032460768	0,015942489	-0,004588211	4,14%	3,25%	1,59%	-0,46%

27	41293,4680	89938,1700	53779,7900	28911,5500	27	0,012225202	0,015289849	0,008965911	0,027096705	1,22%	1,53%	0,90%	2,71%
28	41780,1580	89565,3760	53582,2700	28394,2920	28	0,011786126	-0,004145003	-0,003672755	-0,017891050	1,18%	-0,41%	-0,37%	-1,79%
29	42170,5880	87410,7460	53166,8920	26834,1180	29	0,009344867	-0,024056506	-0,007752154	-0,054946748	0,93%	-2,41%	-0,78%	-5,49%
30	43208,2440	90902,0420	54387,5960	26071,1320	30	0,024606154	0,039941268	0,022959853	-0,028433429	2,46%	3,99%	2,30%	-2,84%
31	43701,5880	92523,4120	54675,5520	25537,0280	31	0,011417821	0,017836453	0,005294516	-0,020486414	1,14%	1,78%	0,53%	-2,05%
32	43024,4980	92632,4540	55421,6520	25525,3040	32	-0,015493487	0,001178534	0,013645953	-0,000459098	-1,55%	0,12%	1,36%	-0,05%
33	42618,2580	94420,8940	55587,6440	25473,0400	33	-0,009442063	0,019306840	0,002995075	-0,002047537	-0,94%	1,93%	0,30%	-0,20%
34	42977,0240	95702,0520	56211,0260	26250,3680	34	0,008418129	0,013568586	0,011214399	0,030515714	0,84%	1,36%	1,12%	3,05%
35	43945,7840	97615,2320	56725,6020	26760,3680	35	0,022541347	0,019991003	0,009154361	0,019428299	2,25%	2,00%	0,92%	1,94%
36	44300,1100	97570,4040	58078,2580	26303,6060	36	0,008062798	-0,000459232	0,023845600	-0,017068599	0,81%	-0,05%	2,38%	-1,71%
37	44519,9500	95966,8160	58580,5120	25878,1720	37	0,004962516	-0,016435189	0,008647883	-0,016173980	0,50%	-1,64%	0,86%	-1,62%
38	44334,6620	95566,8640	57594,2120	26055,1340	38	-0,004161909	-0,004167607	-0,016836657	0,006838273	-0,42%	-0,42%	-1,68%	0,68%
39	43870,4240	96469,8120	57127,2580	25893,8360	39	-0,010471220	0,009448338	-0,008107655	-0,006190642	-1,05%	0,94%	-0,81%	-0,62%
40	43803,5020	100034,4380	57401,8120	25690,2820	40	-0,001525447	0,036950689	0,004806007	-0,007861099	-0,15%	3,70%	0,48%	-0,79%
41	44631,9520	103034,6700	58340,9660	25622,5080	41	0,018912871	0,029991991	0,016361051	-0,002638118	1,89%	3,00%	1,64%	-0,26%
42	45088,2060	104620,6340	59112,6620	25660,6660	42	0,010222587	0,015392528	0,013227344	0,001489238	1,02%	1,54%	1,32%	0,15%
43	44803,4700	106384,7780	59291,9820	25500,5420	43	-0,006315088	0,016862295	0,003033529	-0,006240056	-0,63%	1,69%	0,30%	-0,62%
44	44506,0360	106041,8320	59321,3160	25438,7120	44	-0,006638638	-0,003223638	0,000494738	-0,002424654	-0,66%	-0,32%	0,05%	-0,24%
45	44761,1120	103316,4920	59342,6400	24355,0720	45	0,005731268	-0,025700612	0,000359466	-0,042598069	0,57%	-2,57%	0,04%	-4,26%
46	45045,3260	104007,4800	59760,0080	24220,6120	46	0,006349574	0,006688071	0,007033189	-0,005520821	0,63%	0,67%	0,70%	-0,55%
47	46824,3240	108368,7360	61824,4240	24418,7520	47	0,039493509	0,041932138	0,034545109	0,008180636	3,95%	4,19%	3,45%	0,82%
48	48212,2900	112032,3800	63220,0740	25859,6400	48	0,029641987	0,033807204	0,022574412	0,059007438	2,96%	3,38%	2,26%	5,90%
49	48071,5140	112848,8820	63322,7640	26844,9640	49	-0,002919919	0,007288089	0,001624326	0,038102773	-0,29%	0,73%	0,16%	3,81%
50	49023,7920	112792,0940	63595,4460	27265,5360	50	0,019809611	-0,000503222	0,004306224	0,015666700	1,98%	-0,05%	0,43%	1,57%
51	49723,8233	114339,4600	64563,7900	27759,7933	51	0,014279420	0,013718745	0,015226625	0,018127549	1,43%	1,37%	1,52%	1,81%
Beklenen Getiri						0,007295125	0,009567565	0,005738632	0,006768300	0,73%	0,96%	0,57%	0,68%

EK. 9: 2005 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2004/12
2005

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
0	112,0000	24693,3760	439,82	1,835120	0								
1	112,0740	24956,0380	427,22	1,820460	1	0,000660714	0,010636942	-0,028648083	-0,007988578	0,07%	1,06%	-2,86%	-0,80%
2	112,1780	26168,3720	421,37	1,803440	2	0,000927958	0,048578785	-0,013693179	-0,009349285	0,09%	4,86%	-1,37%	-0,93%
3	112,2220	21401,1500	425,75	1,749060	3	0,000392234	-0,182174955	0,010394665	-0,030153484	0,04%	-18,22%	1,04%	-3,02%
4	112,3640	27322,5980	423,80	1,732200	4	0,001265349	0,276688309	-0,004580153	-0,009639463	0,13%	27,67%	-0,46%	-0,96%
5	112,4800	27955,1780	418,09	1,709900	5	0,001032359	0,023152264	-0,013473336	-0,012873802	0,10%	2,32%	-1,35%	-1,29%
6	112,6500	27748,1640	419,88	1,694740	6	0,001511380	-0,007405211	0,004281375	-0,008866016	0,15%	-0,74%	0,43%	-0,89%
7	112,5960	27095,3820	428,20	1,699400	7	-0,000479361	-0,023525232	0,019815185	0,002749684	-0,05%	-2,35%	1,98%	0,27%
8	112,5540	27694,3840	435,27	1,704920	8	-0,000373015	0,022107162	0,016510976	0,003248205	-0,04%	2,21%	1,65%	0,32%
9	112,5880	27587,3480	433,36	1,671080	9	0,000302077	-0,003864899	-0,004388081	-0,019848439	0,03%	-0,39%	-0,44%	-1,98%
10	112,6860	27264,5780	441,31	1,692260	10	0,000870430	-0,011699929	0,018345025	0,012674438	0,09%	-1,17%	1,83%	1,27%
11	112,6740	25002,2140	437,51	1,750620	11	-0,000106491	-0,082978141	-0,008610727	0,034486426	-0,01%	-8,30%	-0,86%	3,45%
12	112,7360	24866,4460	426,15	1,754700	12	0,000550260	-0,005430239	-0,025965121	0,002330603	0,06%	-0,54%	-2,60%	0,23%
13	112,8000	25405,4180	426,92	1,760720	13	0,000567698	0,02167467	0,001806876	0,003430786	0,06%	2,17%	0,18%	0,34%
14	112,8680	25624,5000	427,37	1,733980	14	0,000602837	0,008623436	0,001054062	-0,015186969	0,06%	0,86%	0,11%	-1,52%
15	112,8680	24223,6700	426,42	1,748740	15	0,000000000	-0,054667603	-0,002222898	0,008512209	0,00%	-5,47%	-0,22%	0,85%
16	112,9260	24521,6100	433,90	1,769220	16	0,000513875	0,01229954	0,017541391	0,011711289	0,05%	1,23%	1,75%	1,17%
17	112,9860	23914,4600	432,31	1,772480	17	0,000531321	-0,024759794	-0,003664439	0,001842620	0,05%	-2,48%	-0,37%	0,18%
18	113,0580	24800,2820	428,47	1,739780	18	0,000637247	0,037041271	-0,008882515	-0,018448727	0,06%	3,70%	-0,89%	-1,84%
19	113,0840	24974,0740	422,90	1,736620	19	0,000229970	0,007007662	-0,012999743	-0,001816322	0,02%	0,70%	-1,30%	-0,18%
20	113,0440	24652,0360	419,71	1,730000	20	-0,000353719	-0,012894893	-0,007543154	-0,003812003	-0,04%	-1,29%	-0,75%	-0,38%
21	113,0820	24790,4600	417,67	1,712600	21	0,000336152	0,005615114	-0,004860499	-0,010057803	0,03%	0,56%	-0,49%	-1,01%
22	113,0940	25728,3040	422,53	1,662800	22	0,000106118	0,037830843	0,011635981	-0,029078594	0,01%	3,78%	1,16%	-2,91%
23	113,0240	25794,9040	426,32	1,659700	23	-0,000618954	0,002588589	0,008969777	-0,001864325	-0,06%	0,26%	0,90%	-0,19%
24	112,9900	26668,7760	436,92	1,648440	24	-0,000300821	0,033877699	0,024863952	-0,006784359	-0,03%	3,39%	2,49%	-0,68%
25	112,9740	26920,0080	439,26	1,631380	25	-0,000141605	0,009420455	0,005355672	-0,010349179	-0,01%	0,94%	0,54%	-1,03%
26	113,0120	27487,0660	430,09	1,603980	26	0,000336361	0,021064555	-0,020876019	-0,016795596	0,03%	2,11%	-2,09%	-1,68%

27	113,0300	27818,2320	426,17	1,609720	27	0,000159275	0,012048067	-0,009114371	0,003578598	0,02%	1,20%	-0,91%	0,36%
28	113,0180	28543,9280	422,29	1,602660	28	-0,000106167	0,026087064	-0,009104348	-0,004385856	-0,01%	2,61%	-0,91%	-0,44%
29	113,0340	29069,7960	425,17	1,606420	29	0,000141570	0,018423113	0,006819958	0,002346100	0,01%	1,84%	0,68%	0,23%
30	113,1140	29601,1080	429,89	1,604980	30	0,000707752	0,018277115	0,011101442	-0,000896403	0,07%	1,83%	1,11%	-0,09%
31	113,1080	29875,6140	436,61	1,619660	31	-0,000053044	0,009273504	0,015631906	0,009146531	-0,01%	0,93%	1,56%	0,91%
32	113,1040	28305,3280	442,50	1,651200	32	-0,000035364	-0,052560794	0,013490300	0,019473223	0,00%	-5,26%	1,35%	1,95%
33	113,0900	28794,4260	439,42	1,662980	33	-0,000123780	0,017279362	-0,006960452	0,007134205	-0,01%	1,73%	-0,70%	0,71%
34	113,1340	30541,1320	437,83	1,663440	34	0,000389071	0,060661254	-0,003618406	0,000276612	0,04%	6,07%	-0,36%	0,03%
35	113,1420	31656,7940	444,98	1,660540	35	0,000070713	0,036529818	0,016330539	-0,001743375	0,01%	3,65%	1,63%	-0,17%
36	113,1060	32671,6900	448,50	1,641680	36	-0,000318184	0,032059342	0,007910468	-0,011357751	-0,03%	3,21%	0,79%	-1,14%
37	113,1020	33512,8280	464,75	1,628620	37	-0,000035365	0,025745163	0,036231884	-0,007955265	0,00%	2,57%	3,62%	-0,80%
38	113,0920	33245,3700	464,79	1,617420	38	-0,000088416	-0,007980765	0,000086068	-0,006876988	-0,01%	-0,80%	0,01%	-0,69%
39	113,1580	34308,9960	466,90	1,610280	39	0,000583596	0,031993207	0,004539685	-0,004414438	0,06%	3,20%	0,45%	-0,44%
40	113,2380	33226,5120	471,20	1,623440	40	0,000706976	-0,031551025	0,009209681	0,008172492	0,07%	-3,16%	0,92%	0,82%
41	113,1500	31409,6300	465,12	1,630440	41	-0,000777124	-0,054681695	-0,012903226	0,004311832	-0,08%	-5,47%	-1,29%	0,43%
42	113,1720	31538,4060	465,34	1,627000	42	0,000194432	0,004099889	0,000472996	-0,002109860	0,02%	0,41%	0,05%	-0,21%
43	113,1720	19717,2160	462,32	1,622460	43	0,000000000	-0,37481888	-0,006489878	-0,002790412	0,00%	-37,48%	-0,65%	-0,28%
44	113,2220	34115,0400	468,30	1,595100	44	0,000441805	0,730215868	0,012934764	-0,016863282	0,04%	73,02%	1,29%	-1,69%
45	113,2660	35057,4500	486,75	1,586220	45	0,000388617	0,027624473	0,039397822	-0,005567049	0,04%	2,76%	3,94%	-0,56%
46	113,3220	36344,5160	495,05	1,595820	46	0,000494411	0,036713052	0,017051875	0,006052124	0,05%	3,67%	1,71%	0,61%
47	113,2680	38317,0440	503,72	1,588920	47	-0,000476518	0,054273057	0,017513382	-0,004323796	-0,05%	5,43%	1,75%	-0,43%
48	113,2200	38329,1100	520,88	1,587760	48	-0,000423774	0,000314899	0,034066545	-0,000730056	-0,04%	0,03%	3,41%	-0,07%
49	113,1700	37784,1340	501,88	1,606700	49	-0,000441618	-0,014218332	-0,036476732	0,011928755	-0,04%	-1,42%	-3,65%	1,19%
50	113,1860	38470,2740	505,32	1,600700	50	0,000141380	0,018159474	0,006854228	-0,003734362	0,01%	1,82%	0,69%	-0,37%
51	113,1300	39462,7500	514,35	1,593725	51	-0,000494761	0,025798517	0,017869865	-0,004357469	-0,05%	2,58%	1,79%	-0,44%

EK. 10: 2006 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2006

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	113,1760	41089,2880	524,01	1,597740	1	0,000406612	0,041217046	0,018780986	0,002519255	0,04%	4,12%	1,88%	0,25%
2	113,2640	43687,9100	548,36	1,609160	2	0,000777550	0,063243296	0,046468579	0,007147596	0,08%	6,32%	4,65%	0,71%
3	113,2880	45026,2740	556,51	1,613440	3	0,000211894	0,030634654	0,014862499	0,002659773	0,02%	3,06%	1,49%	0,27%
4	113,2420	44760,2360	561,84	1,602680	4	-0,000406045	-0,005908506	0,009577546	-0,006668981	-0,04%	-0,59%	0,96%	-0,67%
5	113,1820	44448,3300	560,40	1,589560	5	-0,000529839	-0,006968373	-0,002563007	-0,008186288	-0,05%	-0,70%	-0,26%	-0,82%
6	113,1880	44592,6880	546,20	1,580440	6	0,000053012	0,003247771	-0,025339044	-0,005737437	0,01%	0,32%	-2,53%	-0,57%
7	113,2560	46611,4000	552,33	1,568200	7	0,000600770	0,045270023	0,011222995	-0,007744679	0,06%	4,53%	1,12%	-0,77%
8	113,2840	47098,8760	558,26	1,559560	8	0,000247228	0,0104583	0,010736335	-0,005509501	0,02%	1,05%	1,07%	-0,55%
9	113,2660	43522,5120	556,54	1,568500	9	-0,000158893	-0,075933107	-0,003081002	0,005732386	-0,02%	-7,59%	-0,31%	0,57%
10	113,2740	43845,7680	546,20	1,599700	10	0,000070630	0,007427329	-0,018579078	0,019891616	0,01%	0,74%	-1,86%	1,99%
11	113,2820	44191,9340	551,47	1,612580	11	0,000070625	0,007895084	0,009648480	0,008051510	0,01%	0,79%	0,96%	0,81%
12	113,2780	42562,5180	564,56	1,614960	12	-0,000035310	-0,036871344	0,023736559	0,001475896	0,00%	-3,69%	2,37%	0,15%
13	113,3260	44036,5380	584,74	1,622700	13	0,000423736	0,03463188	0,035744651	0,004792688	0,04%	3,46%	3,57%	0,48%
14	113,3820	42525,1860	594,66	1,623220	14	0,000494150	-0,034320409	0,016964805	0,000320454	0,05%	-3,43%	1,70%	0,03%
15	113,3940	43481,3320	613,96	1,632240	15	0,000105837	0,022484229	0,032455521	0,005556856	0,01%	2,25%	3,25%	0,56%
16	113,3700	44601,7780	629,90	1,633340	16	-0,000211651	0,025768438	0,025962603	0,000673921	-0,02%	2,58%	2,60%	0,07%
17	113,3440	44311,1980	661,66	1,652940	17	-0,000229338	-0,006514987	0,050420702	0,011999951	-0,02%	-0,65%	5,04%	1,20%
18	113,3000	43711,8260	695,44	1,681800	18	-0,000388199	-0,013526423	0,051053411	0,017459799	-0,04%	-1,35%	5,11%	1,75%
19	113,2660	39549,3440	701,14	1,812640	19	-0,000300088	-0,095225535	0,008196250	0,077797598	-0,03%	-9,52%	0,82%	7,78%
20	113,2460	37513,7000	647,60	1,942480	20	-0,000176575	-0,051470993	-0,076361354	0,071630329	-0,02%	-5,15%	-7,64%	7,16%
21	113,1720	38327,6160	635,20	1,973500	21	-0,000653445	0,0216965	-0,019147622	0,015969276	-0,07%	2,17%	-1,91%	1,60%
22	112,8860	35729,1080	616,90	1,992180	22	-0,002527127	-0,067797277	-0,028809824	0,009465417	-0,25%	-6,78%	-2,88%	0,95%
23	112,6040	33553,4660	575,71	1,979520	23	-0,002498095	-0,060892704	-0,066769331	-0,006354847	-0,25%	-6,09%	-6,68%	-0,64%
24	112,4360	33535,0500	572,14	2,040100	24	-0,001491954	-0,000548855	-0,006201039	0,030603379	-0,15%	-0,05%	-0,62%	3,06%
25	111,9320	34123,6760	585,80	2,067060	25	-0,004482550	0,017552561	0,023875275	0,013215038	-0,45%	1,76%	2,39%	1,32%

26	111,8920	35983,1220	622,93	1,998520	26	-0,000357360	0,054491374	0,063383407	-0,033158205	-0,04%	5,45%	6,34%	-3,32%
27	112,0800	34663,2760	639,05	1,978380	27	0,001680192	-0,036679586	0,025877707	-0,010077457	0,17%	-3,67%	2,59%	-1,01%
28	112,0040	34486,2480	641,62	1,973700	28	-0,000678087	-0,005107076	0,004021595	-0,002365572	-0,07%	-0,51%	0,40%	-0,24%
29	111,9680	36033,2040	623,24	1,932120	29	-0,000321417	0,044857185	-0,028646239	-0,021067031	-0,03%	4,49%	-2,86%	-2,11%
30	112,0040	35770,8800	641,78	1,902820	30	0,000321520	-0,007280063	0,029747770	-0,015164690	0,03%	-0,73%	2,97%	-1,52%
31	112,0260	37307,5000	644,11	1,873620	31	0,000196422	0,042957288	0,003630528	-0,015345645	0,02%	4,30%	0,36%	-1,53%
32	112,0940	37734,9840	623,56	1,849520	32	0,000607002	0,011458393	-0,031904488	-0,012862800	0,06%	1,15%	-3,19%	-1,29%
33	112,1580	36890,4740	624,93	1,863340	33	0,000570949	-0,022380028	0,002197062	0,007472209	0,06%	-2,24%	0,22%	0,75%
34	112,1400	37583,4340	621,92	1,877500	34	-0,000160488	0,018784253	-0,004816539	0,007599257	-0,02%	1,88%	-0,48%	0,76%
35	112,0760	37463,1740	618,41	1,865320	35	-0,000570715	-0,003199814	-0,005643813	-0,006487350	-0,06%	-0,32%	-0,56%	-0,65%
36	112,1080	37997,6240	586,04	1,866100	36	0,000285521	0,01426601	-0,052343914	0,000418159	0,03%	1,43%	-5,23%	0,04%
37	112,0660	36994,4920	584,93	1,875360	37	-0,000374639	-0,026399861	-0,001894069	0,004962221	-0,04%	-2,64%	-0,19%	0,50%
38	112,1820	36965,2260	596,90	1,905760	38	0,001035104	-0,000791091	0,020463987	0,016210221	0,10%	-0,08%	2,05%	1,62%
39	112,3260	36875,9660	574,70	1,901280	39	0,001283628	-0,002414702	-0,037192159	-0,002350768	0,13%	-0,24%	-3,72%	-0,24%
40	112,1620	38383,6160	578,60	1,863540	40	-0,001460036	0,040884353	0,006786149	-0,019849785	-0,15%	4,09%	0,68%	-1,98%
41	112,1400	40097,1680	594,46	1,836180	41	-0,000196145	0,044642798	0,027410992	-0,014681735	-0,02%	4,46%	2,74%	-1,47%
42	112,1740	40015,2960	613,04	1,839120	42	0,000303192	-0,00204184	0,031255257	0,001601150	0,03%	-0,20%	3,13%	0,16%
43	112,2480	39818,8780	627,31	1,847240	43	0,000659689	-0,004908573	0,023277437	0,004415155	0,07%	-0,49%	2,33%	0,44%
44	112,2100	39208,1020	623,72	1,849600	44	-0,000338536	-0,015338855	-0,005722848	0,001277582	-0,03%	-1,53%	-0,57%	0,13%
45	112,0960	38048,0860	628,50	1,856060	45	-0,001015952	-0,02958613	0,007663695	0,003492647	-0,10%	-2,96%	0,77%	0,35%
46	112,0780	37970,8600	638,20	1,920560	46	-0,000160577	-0,002029695	0,015433572	0,034751032	-0,02%	-0,20%	1,54%	3,48%
47	112,0780	38636,1400	637,86	1,916240	47	0,000000000	0,017520804	-0,000532748	-0,002249344	0,00%	1,75%	-0,05%	-0,22%
48	112,0660	39470,0080	627,90	1,887100	48	-0,000107068	0,021582591	-0,015614712	-0,015206863	-0,01%	2,16%	-1,56%	-1,52%
49	112,0600	39232,6900	619,46	1,869400	49	-0,000053540	-0,006012616	-0,013441631	-0,009379471	-0,01%	-0,60%	-1,34%	-0,94%
50	112,0133	38867,6300	629,35	1,867717	50	-0,000416444	-0,009304995	0,015965518	-0,000900467	-0,04%	-0,93%	1,60%	-0,09%

EK. 11: 2007 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2007

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	112,0080	37797,2900	613,75	1,859440	1	-0,000047613	-0,027538082	-0,024787479	-0,004431436	0,00%	-2,75%	-2,48%	-0,44%
2	112,0660	38585,6200	620,14	1,851380	2	0,000517820	0,020856786	0,010411405	-0,004334638	0,05%	2,09%	1,04%	-0,43%
3	112,1640	40997,9980	634,97	1,830000	3	0,000874485	0,062520131	0,023913955	-0,011548142	0,09%	6,25%	2,39%	-1,15%
4	112,2300	41581,2960	643,28	1,835260	4	0,000588424	0,014227475	0,013087232	0,002874317	0,06%	1,42%	1,31%	0,29%
5	112,1660	42543,0880	651,46	1,817760	5	-0,000570258	0,0231304	0,012716080	-0,009535434	-0,06%	2,31%	1,27%	-0,95%
6	112,1220	42332,8860	659,96	1,815680	6	-0,000392276	-0,00494092	0,013047616	-0,001144265	-0,04%	-0,49%	1,30%	-0,11%
7	112,1320	43730,5840	662,68	1,813900	7	0,000089189	0,033016837	0,004121462	-0,000980349	0,01%	3,30%	0,41%	-0,10%
8	112,1300	42872,5180	676,26	1,814780	8	-0,000017836	-0,019621645	0,020492545	0,000485143	0,00%	-1,96%	2,05%	0,05%
9	112,1060	40101,0540	647,57	1,874740	9	-0,000214037	-0,064644302	-0,042424511	0,033039817	-0,02%	-6,46%	-4,24%	3,30%
10	112,1940	41521,8660	649,72	1,857320	10	0,000784971	0,035430789	0,003320104	-0,009291955	0,08%	3,54%	0,33%	-0,93%
11	112,2020	41834,8600	653,27	1,857820	11	0,000071305	0,007538052	0,005463892	0,000269205	0,01%	0,75%	0,55%	0,03%
12	112,1320	43217,7580	662,42	1,839720	12	-0,000623875	0,033056116	0,014006460	-0,009742602	-0,06%	3,31%	1,40%	-0,97%
13	112,1640	43967,8840	661,87	1,844600	13	0,000285378	0,017356893	-0,000830289	0,002652578	0,03%	1,74%	-0,08%	0,27%
14	112,2580	45778,8200	673,88	1,825640	14	0,000838059	0,0411877	0,018145557	-0,010278651	0,08%	4,12%	1,81%	-1,03%
15	112,2760	46112,5700	682,14	1,836880	15	0,000160345	0,007290489	0,012257375	0,006156745	0,02%	0,73%	1,23%	0,62%
16	112,3080	47307,5160	683,62	1,821400	16	0,000285012	0,025913672	0,002169643	-0,008427333	0,03%	2,59%	0,22%	-0,84%
17	112,1980	44941,8100	673,68	1,835320	17	-0,000979449	-0,05000698	-0,014540242	0,007642473	-0,10%	-5,00%	-1,45%	0,76%
18	112,3340	44872,9400	683,90	1,817380	18	0,001212143	-0,001532426	0,015170407	-0,009774862	0,12%	-0,15%	1,52%	-0,98%
19	112,3560	45252,0660	668,73	1,800440	19	0,000195845	0,008448878	-0,022181605	-0,009321111	0,02%	0,84%	-2,22%	-0,93%
20	112,3800	46262,6720	661,39	1,776320	20	0,000213607	0,022332815	-0,010976029	-0,013396725	0,02%	2,23%	-1,10%	-1,34%
21	112,3540	46696,2600	658,08	1,779020	21	-0,000231358	0,009372308	-0,005004612	0,001519996	-0,02%	0,94%	-0,50%	0,15%
22	112,3600	45951,5480	668,67	1,764580	22	0,000053403	-0,015948001	0,016092268	-0,008116828	0,01%	-1,59%	1,61%	-0,81%
23	112,3800	44580,6340	653,46	1,780680	23	0,000177999	-0,029833902	-0,022746646	0,009123984	0,02%	-2,98%	-2,27%	0,91%
24	112,3360	46154,9460	656,65	1,747420	24	-0,000391529	0,035313809	0,004881707	-0,018678258	-0,04%	3,53%	0,49%	-1,87%
25	112,3620	45695,0820	650,20	1,762580	25	0,000231449	-0,009963483	-0,009822584	0,008675648	0,02%	-1,00%	-0,98%	0,87%
26	112,4800	48566,1680	658,85	1,759260	26	0,001050177	0,062831401	0,013303599	-0,001883602	0,11%	6,28%	1,33%	-0,19%

27	112,5420	50759,2280	666,24	1,754460	27	0,000551209	0,045156126	0,011216514	-0,002728420	0,06%	4,52%	1,12%	-0,27%
28	112,5900	51988,4440	672,68	1,752540	28	0,000426507	0,024216602	0,009666186	-0,001094354	0,04%	2,42%	0,97%	-0,11%
29	112,4960	54167,2500	682,94	1,724240	29	-0,000834888	0,041909429	0,015252423	-0,016147991	-0,08%	4,19%	1,53%	-1,61%
30	112,3800	51707,7780	666,44	1,762300	30	-0,001031148	-0,045405148	-0,024160248	0,022073493	-0,10%	-4,54%	-2,42%	2,21%
31	112,3800	50779,9860	670,18	1,743500	31	0,000000000	-0,017942987	0,005611908	-0,010667877	0,00%	-1,79%	0,56%	-1,07%
32	112,2800	48305,4540	668,13	1,762900	32	-0,000889838	-0,048730458	-0,003058880	0,011127043	-0,09%	-4,87%	-0,31%	1,11%
33	112,2180	46452,2380	660,52	1,833700	33	-0,000552191	-0,038364529	-0,011389999	0,040161098	-0,06%	-3,84%	-1,14%	4,02%
34	112,3360	48153,9680	667,36	1,794640	34	0,001051525	0,036633972	0,010355478	-0,021301194	0,11%	3,66%	1,04%	-2,13%
35	112,4020	49608,5440	682,86	1,765680	35	0,000587523	0,030206773	0,023225845	-0,016136941	0,06%	3,02%	2,32%	-1,61%
36	112,3940	49475,9160	704,88	1,768820	36	-0,000071173	-0,002673491	0,032246727	0,001778352	-0,01%	-0,27%	3,22%	0,18%
37	112,4560	52469,3500	722,61	1,738700	37	0,000551631	0,060502852	0,025153218	-0,017028301	0,06%	6,05%	2,52%	-1,70%
38	112,4720	53830,8240	731,52	1,721740	38	0,000142278	0,025947987	0,012330303	-0,009754414	0,01%	2,59%	1,23%	-0,98%
39	112,5080	54961,0220	731,39	1,701500	39	0,000320080	0,020995369	-0,000177712	-0,011755550	0,03%	2,10%	-0,02%	-1,18%
40	112,6080	57578,6000	745,19	1,665600	40	0,000888826	0,047626079	0,018868183	-0,021099030	0,09%	4,76%	1,89%	-2,11%
41	112,6940	56168,4180	761,25	1,710320	41	0,000763711	-0,024491426	0,021551551	0,026849183	0,08%	-2,45%	2,16%	2,68%
42	112,6520	56068,1120	773,54	1,719560	42	-0,000372691	-0,001785808	0,016144499	0,005402498	-0,04%	-0,18%	1,61%	0,54%
43	112,6380	56962,4780	806,98	1,699720	43	-0,000124277	0,01595142	0,043229827	-0,011537835	-0,01%	1,60%	4,32%	-1,15%
44	112,6660	54745,8620	817,84	1,725580	44	0,000248584	-0,038913616	0,013457583	0,015214271	0,02%	-3,89%	1,35%	1,52%
45	112,6540	54310,6080	791,44	1,730520	45	-0,000106510	-0,007950446	-0,032280153	0,002862806	-0,01%	-0,80%	-3,23%	0,29%
46	112,6100	52256,2020	810,60	1,765720	46	-0,000390576	-0,037826975	0,024209037	0,020340707	-0,04%	-3,78%	2,42%	2,03%
47	112,6340	53786,2340	789,80	1,754520	47	0,000213125	0,029279434	-0,025660005	-0,006343022	0,02%	2,93%	-2,57%	-0,63%
48	112,6440	56197,7060	803,10	1,717260	48	0,000088783	0,044834372	0,016839706	-0,021236578	0,01%	4,48%	1,68%	-2,12%
49	112,6860	54948,7880	797,11	1,708780	49	0,000372856	-0,022223647	-0,007458598	-0,004938099	0,04%	-2,22%	-0,75%	-0,49%
50	112,6840	55068,9280	822,80	1,697300	50	-0,000017748	0,002186399	0,032228927	-0,006718243	0,00%	0,22%	3,22%	-0,67%
51	112,6700	55618,2750	839,57	1,703900	51	-0,000124241	0,009975625	0,020381624	0,003888529	-0,01%	1,00%	2,04%	0,39%

EK. 12: 2008 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2008

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	112,7140	53317,0080	856,34	1,708460	1	0,000390521	-0,041376094	0,019974511	0,002676213	0,04%	-4,14%	2,00%	0,27%
2	112,7220	51772,1100	889,90	1,697460	2	0,000070976	-0,028975707	0,039190041	-0,006438547	0,01%	-2,90%	3,92%	-0,64%
3	112,7120	47358,3660	877,34	1,724100	3	-0,000088714	-0,085253315	-0,014113945	0,015694037	-0,01%	-8,53%	-1,41%	1,57%
4	112,7020	44265,3680	907,44	1,747320	4	-0,000088722	-0,065310488	0,034308250	0,013467896	-0,01%	-6,53%	3,43%	1,35%
5	112,6800	44304,9540	904,30	1,729780	5	-0,000195205	0,000894288	-0,003460284	-0,010038230	-0,02%	0,09%	-0,35%	-1,00%
6	112,6620	42404,8920	907,70	1,739380	6	-0,000159744	-0,042885994	0,003759814	0,005549839	-0,02%	-4,29%	0,38%	0,55%
7	112,6320	45308,4660	905,96	1,746640	7	-0,000266283	0,068472619	-0,001916933	0,004173901	-0,03%	6,85%	-0,19%	0,42%
8	112,6120	45667,0680	933,06	1,765820	8	-0,000177569	0,00791468	0,029913020	0,010981084	-0,02%	0,79%	2,99%	1,10%
9	112,5960	44625,4200	968,56	1,794760	9	-0,000142081	-0,02280961	0,038046857	0,016388986	-0,01%	-2,28%	3,80%	1,64%
10	112,5520	42476,4040	969,60	1,866940	10	-0,000390778	-0,048156768	0,001073759	0,040217076	-0,04%	-4,82%	0,11%	4,02%
11	112,5220	41877,1340	995,25	1,918840	11	-0,000266543	-0,014108304	0,026454208	0,027799501	-0,03%	-1,41%	2,65%	2,78%
12	112,4660	40521,9780	928,96	1,923520	12	-0,000497680	-0,032360285	-0,066606380	0,002438974	-0,05%	-3,24%	-6,66%	0,24%
13	112,4400	40096,8280	929,02	1,992040	13	-0,000231181	-0,010491837	0,000064588	0,035622193	-0,02%	-1,05%	0,01%	3,56%
14	112,4660	41391,0740	905,20	2,017060	14	0,000231234	0,032278015	-0,025639922	0,012559989	0,02%	3,23%	-2,56%	1,26%
15	112,5000	42061,6980	922,48	2,045820	15	0,000302314	0,016202141	0,019089704	0,014258376	0,03%	1,62%	1,91%	1,43%
16	112,4120	42338,3600	926,96	2,089460	16	-0,000782222	0,006577528	0,004856474	0,021331300	-0,08%	0,66%	0,49%	2,13%
17	112,2580	43384,1220	885,27	2,020120	17	-0,001369961	0,024700106	-0,044974972	-0,033185608	-0,14%	2,47%	-4,50%	-3,32%
18	112,1800	43143,3420	865,74	1,960300	18	-0,000694828	-0,005549957	-0,022061066	-0,029612102	-0,07%	-0,55%	-2,21%	-2,96%
19	112,2300	42067,4880	876,11	1,934620	19	0,000445712	-0,024936733	0,011978192	-0,013100036	0,04%	-2,49%	1,20%	-1,31%
20	112,2740	41636,6380	907,25	1,925400	20	0,000392052	-0,010241876	0,035543482	-0,004765794	0,04%	-1,02%	3,55%	-0,48%
21	112,2080	39612,1940	912,75	1,950520	21	-0,000587848	-0,048621697	0,006062276	0,013046640	-0,06%	-4,86%	0,61%	1,30%
22	112,1560	40167,7140	885,46	1,894940	22	-0,000463425	0,014023964	-0,029898658	-0,028494965	-0,05%	1,40%	-2,99%	-2,85%
23	112,0640	38838,8820	883,13	1,924380	23	-0,000820286	-0,033082092	-0,002631401	0,015536112	-0,08%	-3,31%	-0,26%	1,55%
24	112,0920	38325,8380	886,19	1,908860	24	0,000249857	-0,013209546	0,003464949	-0,008064935	0,02%	-1,32%	0,35%	-0,81%

25	112,0800	37384,7980	896,06	1,898940	25	-0,000107055	-0,024553671	0,011137566	-0,005196819	-0,01%	-2,46%	1,11%	-0,52%
26	112,0520	34322,6660	932,43	1,928160	26	-0,000249822	-0,081908481	0,040588800	0,015387532	-0,02%	-8,19%	4,06%	1,54%
27	112,1300	35076,6000	926,90	1,932380	27	0,000696105	0,021966068	-0,005930740	0,002188615	0,07%	2,20%	-0,59%	0,22%
28	112,2340	36031,4640	969,00	1,923980	28	0,000927495	0,027222251	0,045420218	-0,004346971	0,09%	2,72%	4,54%	-0,43%
29	112,1400	38353,2860	950,75	1,887760	29	-0,000837536	0,064438736	-0,018833849	-0,018825560	-0,08%	6,44%	-1,88%	-1,88%
30	112,1000	39674,9360	917,97	1,877360	30	-0,000356697	0,03445989	-0,034478044	-0,005509175	-0,04%	3,45%	-3,45%	-0,55%
31	112,1380	42437,0560	899,25	1,791660	31	0,000338983	0,069618764	-0,020392823	-0,045649210	0,03%	6,96%	-2,04%	-4,56%
32	112,1500	41421,8780	852,25	1,768980	32	0,000107011	-0,02392197	-0,052265777	-0,012658652	0,01%	-2,39%	-5,23%	-1,27%
33	112,1360	40800,0700	833,00	1,741540	33	-0,000124833	-0,015011584	-0,022587269	-0,015511764	-0,01%	-1,50%	-2,26%	-1,55%
34	112,0960	40281,8460	838,10	1,745360	34	-0,000356710	-0,012701547	0,006122449	0,002193461	-0,04%	-1,27%	0,61%	0,22%
35	112,0760	39924,6420	816,10	1,730860	35	-0,000178418	-0,008867617	-0,026249851	-0,008307742	-0,02%	-0,89%	-2,62%	-0,83%
36	112,0720	39288,0740	786,82	1,742160	36	-0,000035690	-0,015944238	-0,035877956	0,006528547	0,00%	-1,59%	-3,59%	0,65%
37	112,0660	34159,1320	799,15	1,775740	37	-0,000053537	-0,130547046	0,015670674	0,019274923	-0,01%	-13,05%	1,57%	1,93%
38	112,0400	35909,3800	884,10	1,809640	38	-0,000232006	0,05123807	0,106300444	0,019090633	-0,02%	5,12%	10,63%	1,91%
39	112,0140	34059,5040	866,72	1,804340	39	-0,000232060	-0,051515119	-0,019658410	-0,002928759	-0,02%	-5,15%	-1,97%	-0,29%
40	112,0200	29929,0720	852,56	1,896400	40	0,000053565	-0,121271056	-0,016337456	0,051021426	0,01%	-12,13%	-1,63%	5,10%
41	111,9380	27280,2880	775,00	1,956660	41	-0,000732012	-0,088502042	-0,090973069	0,031775997	-0,07%	-8,85%	-9,10%	3,18%
42	111,5120	24814,7300	727,90	2,103960	42	-0,003805678	-0,090378738	-0,060774194	0,075281347	-0,38%	-9,04%	-6,08%	7,53%
43	111,5540	27950,6680	745,13	1,985820	43	0,000376641	0,126374053	0,023670834	-0,056151258	0,04%	12,64%	2,37%	-5,62%
44	111,8060	26410,2960	732,32	1,965600	44	0,002258996	-0,055110382	-0,017191631	-0,010182192	0,23%	-5,51%	-1,72%	-1,02%
45	111,7820	23999,2120	737,90	2,054460	45	-0,000214658	-0,091293335	0,007619620	0,045207570	-0,02%	-9,13%	0,76%	4,52%
46	111,9920	23232,8840	802,70	2,076620	46	0,001878657	-0,031931382	0,087816777	0,010786289	0,19%	-3,19%	8,78%	1,08%
47	112,1420	24758,4800	780,66	2,019300	47	0,001339381	0,065665373	-0,027457332	-0,027602546	0,13%	6,57%	-2,75%	-2,76%
48	112,2140	25127,3780	820,40	2,025980	48	0,000642043	0,014899865	0,050905644	0,003308077	0,06%	1,49%	5,09%	0,33%
49	112,4280	26371,8240	841,20	2,148500	49	0,001907070	0,049525502	0,025353486	0,060474437	0,19%	4,95%	2,54%	6,05%
50	112,5120	26289,5580	854,16	2,121020	50	0,000747145	-0,003119466	0,015406562	-0,012790319	0,07%	-0,31%	1,54%	-1,28%
51	112,5600	26864,0700	852,28	2,140800	51	0,000426621	0,021853239	-0,002200993	0,009325702	0,04%	2,19%	-0,22%	0,93%

EK. 13: 2009 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2009

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	112,7140	27561,3420	850,40	2,086560	1	0,001368159	0,025955561	-0,002205848	-0,025336323	0,14%	2,60%	-0,22%	-2,53%
2	112,8400	25683,0740	824,60	2,104360	2	0,001117874	-0,068148641	-0,030338664	0,008530788	0,11%	-6,81%	-3,03%	0,85%
3	113,2620	24955,9260	840,24	2,135740	3	0,003739809	-0,028312343	0,018966772	0,014911897	0,37%	-2,83%	1,90%	1,49%
4	113,4000	25883,7400	890,30	2,134260	4	0,001218414	0,037178104	0,059578216	-0,000692968	0,12%	3,72%	5,96%	-0,07%
5	113,5340	25756,0700	909,26	2,105320	5	0,001181658	-0,00493244	0,021296192	-0,013559735	0,12%	-0,49%	2,13%	-1,36%
6	113,4300	26032,6600	916,80	2,089780	6	-0,000916025	0,010738828	0,008292458	-0,007381301	-0,09%	1,07%	0,83%	-0,74%
7	113,3620	24460,6460	952,60	2,113960	7	-0,000599489	-0,060386223	0,039048866	0,011570596	-0,06%	-6,04%	3,90%	1,16%
8	113,5020	23984,7760	970,90	2,146260	8	0,001234982	-0,019454515	0,019210582	0,015279381	0,12%	-1,95%	1,92%	1,53%
9	113,5940	23691,0180	922,10	2,153520	9	0,000810558	-0,012247686	-0,050262643	0,003382628	0,08%	-1,22%	-5,03%	0,34%
10	113,6480	23282,4960	914,80	2,232680	10	0,000475377	-0,01724375	-0,007916712	0,036758423	0,05%	-1,72%	-0,79%	3,68%
11	113,7840	23630,8640	920,20	2,204900	11	0,001196677	0,014962657	0,005902930	-0,012442446	0,12%	1,50%	0,59%	-1,24%
12	113,7980	24981,1920	936,16	2,262120	12	0,000123040	0,057142557	0,017344056	0,025951290	0,01%	5,71%	1,73%	2,60%
13	113,8120	25864,0860	916,20	2,216620	13	0,000123025	0,035342349	-0,021321142	-0,020113875	0,01%	3,53%	-2,13%	-2,01%
14	113,9400	27171,8780	882,71	2,125520	14	0,001124662	0,050564014	-0,036553154	-0,041098610	0,11%	5,06%	-3,66%	-4,11%
15	114,1080	28658,7020	886,60	2,078040	15	0,001474460	0,054719221	0,004406883	-0,022338063	0,15%	5,47%	0,44%	-2,23%
16	114,1540	29061,0660	884,70	2,111380	16	0,000403127	0,014039854	-0,002143018	0,016043965	0,04%	1,40%	-0,21%	1,60%
17	114,1640	30662,0360	894,90	2,118360	17	0,000087601	0,055089858	0,011529332	0,003305895	0,01%	5,51%	1,15%	0,33%
18	114,1940	32916,5080	912,48	2,075700	18	0,000262780	0,073526494	0,019644653	-0,020138220	0,03%	7,35%	1,96%	-2,01%
19	114,2060	33223,5400	922,20	2,115280	19	0,000105084	0,009327599	0,010652288	0,019068266	0,01%	0,93%	1,07%	1,91%
20	114,1280	35028,5980	946,10	2,114400	20	-0,000682976	0,054330694	0,025916287	-0,000416021	-0,07%	5,43%	2,59%	-0,04%
21	114,0520	35383,3160	966,50	2,161880	21	-0,000665919	0,010126526	0,021562203	0,022455543	-0,07%	1,01%	2,16%	2,25%
22	114,0320	34282,7100	961,41	2,165840	22	-0,000175359	-0,031105225	-0,005266425	0,001831739	-0,02%	-3,11%	-0,53%	0,18%
23	114,0900	34631,5400	941,94	2,149640	23	0,000508629	0,0101751	-0,020251506	-0,007479777	0,05%	1,02%	-2,03%	-0,75%
24	114,2480	35289,4280	930,60	2,150800	24	0,001384872	0,018996787	-0,012038983	0,000539625	0,14%	1,90%	-1,20%	0,05%
25	114,3320	36526,5060	936,40	2,166720	25	0,000735243	0,035055201	0,006232538	0,007401897	0,07%	3,51%	0,62%	0,74%

26	114,3920	37010,5800	930,62	2,144940	26	0,000524787	0,013252677	-0,006172576	-0,010052060	0,05%	1,33%	-0,62%	-1,01%
27	114,4860	36925,9800	917,43	2,151520	27	0,000821736	-0,002285833	-0,014173347	0,003067685	0,08%	-0,23%	-1,42%	0,31%
28	114,5380	38011,0000	942,54	2,144460	28	0,000454204	0,029383648	0,027369936	-0,003281401	0,05%	2,94%	2,74%	-0,33%
29	114,5300	39265,7200	952,14	2,112520	29	-0,000069846	0,033009392	0,010185244	-0,014894192	-0,01%	3,30%	1,02%	-1,49%
30	114,5640	42902,0520	945,69	2,084380	30	0,000296865	0,092608311	-0,006774214	-0,013320584	0,03%	9,26%	-0,68%	-1,33%
31	114,6400	44173,5300	956,15	2,098000	31	0,000663385	0,029636764	0,011060707	0,006534317	0,07%	2,96%	1,11%	0,65%
32	114,6940	44240,2320	946,44	2,108600	32	0,000471040	0,001509999	-0,010155310	0,005052431	0,05%	0,15%	-1,02%	0,51%
33	114,7380	47043,2120	948,80	2,111140	33	0,000383629	0,063358167	0,002493555	0,001204591	0,04%	6,34%	0,25%	0,12%
34	114,7200	47078,0180	949,80	2,132940	34	-0,000156879	0,000739873	0,001053963	0,010326174	-0,02%	0,07%	0,11%	1,03%
35	114,7080	45437,5160	984,15	2,138940	35	-0,000104603	-0,034846454	0,036165509	0,002813019	-0,01%	-3,48%	3,62%	0,28%
36	114,7520	45698,9760	996,30	2,163520	36	0,000383583	0,005754276	0,012345679	0,011491673	0,04%	0,58%	1,23%	1,15%
37	114,8400	47267,4100	1012,92	2,163540	37	0,000766871	0,034320988	0,016681722	0,000009244	0,08%	3,43%	1,67%	0,00%
38	114,8980	47904,0840	995,80	2,169380	38	0,000505051	0,013469619	-0,016901631	0,002699280	0,05%	1,35%	-1,69%	0,27%
39	114,9600	48637,4680	1024,90	2,159360	39	0,000539609	0,015309425	0,029222735	-0,004618831	0,05%	1,53%	2,92%	-0,46%
40	114,9620	50667,1960	1056,10	2,146380	40	0,000017397	0,041731778	0,030441994	-0,006011040	0,00%	4,17%	3,04%	-0,60%
41	114,9720	50688,1060	1055,00	2,162720	41	0,000086985	0,000412693	-0,001041568	0,007612818	0,01%	0,04%	-0,10%	0,76%
42	114,9480	49820,5940	1046,60	2,199440	42	-0,000208746	-0,017114705	-0,007962085	0,016978620	-0,02%	-1,71%	-0,80%	1,70%
43	114,9220	47068,1060	1079,00	2,203100	43	-0,000226189	-0,055247996	0,030957386	0,001664060	-0,02%	-5,52%	3,10%	0,17%
44	114,9620	48392,3080	1108,42	2,199040	44	0,000348062	0,028133743	0,027265987	-0,001842858	0,03%	2,81%	2,73%	-0,18%
45	114,9720	46756,7860	1138,36	2,199620	45	0,000086985	-0,033797148	0,027011422	0,000263751	0,01%	-3,38%	2,70%	0,03%
46	114,9600	45657,5400	1177,18	2,225100	46	-0,000104373	-0,023509871	0,034101690	0,011583819	-0,01%	-2,35%	3,41%	1,16%
47	114,9320	49436,9000	1178,40	2,236200	47	-0,000243563	0,082776251	0,001036375	0,004988540	-0,02%	8,28%	0,10%	0,50%
48	114,8720	49762,7560	1126,55	2,199700	48	-0,000522048	0,006591352	-0,044000339	-0,016322333	-0,05%	0,66%	-4,40%	-1,63%
49	114,8420	50746,4660	1110,30	2,177340	49	-0,000261160	0,019767997	-0,014424571	-0,010165023	-0,03%	1,98%	-1,44%	-1,02%
50	114,8460	51537,9440	1098,26	2,168880	50	0,000034830	0,015596712	-0,010843916	-0,003885475	0,00%	1,56%	-1,08%	-0,39%
51	114,9150	52246,7150	1092,00	2,164150	51	0,000600805	0,013752411	-0,005699925	-0,002180849	0,06%	1,38%	-0,57%	-0,22%

EK. 14: 2010 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2010

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	114,9540	54360,2820	1125,86	2,120680	1	0,000339381	0,040453586	0,031007326	-0,020086408	0,03%	4,05%	3,10%	-2,01%
2	114,9900	54194,1700	1139,30	2,099820	2	0,000313169	-0,00305576	0,011937541	-0,009836468	0,03%	-0,31%	1,19%	-0,98%
3	114,9920	54895,6600	1114,64	2,077920	3	0,000017393	0,012944012	-0,021644870	-0,010429465	0,00%	1,29%	-2,16%	-1,04%
4	114,9860	54418,1060	1089,78	2,090660	4	-0,000052178	-0,008699303	-0,022303165	0,006131131	-0,01%	-0,87%	-2,23%	0,61%
5	115,0040	54132,2240	1087,80	2,064260	5	0,000156541	-0,005253435	-0,001816880	-0,012627591	0,02%	-0,53%	-0,18%	-1,26%
6	115,0120	50754,4200	1074,12	2,069860	6	0,000069563	-0,062399136	-0,012575841	0,002712837	0,01%	-6,24%	-1,26%	0,27%
7	115,0440	52424,9960	1111,65	2,054020	7	0,000278232	0,032914887	0,034940230	-0,007652691	0,03%	3,29%	3,49%	-0,77%
8	115,0340	50422,7840	1105,33	2,067600	8	-0,000086923	-0,038191934	-0,005685243	0,006611425	-0,01%	-3,82%	-0,57%	0,66%
9	115,0380	51685,0460	1130,09	2,087140	9	0,000034772	0,025033564	0,022400550	0,009450571	0,00%	2,50%	2,24%	0,95%
10	115,0300	52723,8080	1116,34	2,083780	10	-0,000069542	0,020097922	-0,012167173	-0,001609858	-0,01%	2,01%	-1,22%	-0,16%
11	115,0220	53295,9280	1115,50	2,081940	11	-0,000069547	0,010851265	-0,000752459	-0,000883011	-0,01%	1,09%	-0,08%	-0,09%
12	115,0260	55407,2020	1096,64	2,064840	12	0,000034776	0,039614171	-0,016907216	-0,008213493	0,00%	3,96%	-1,69%	-0,82%
13	115,0300	57145,8100	1116,24	2,045640	13	0,000034775	0,031378737	0,017872775	-0,009298541	0,00%	3,14%	1,79%	-0,93%
14	115,0020	58658,8600	1140,70	2,017300	14	-0,000243415	0,026477007	0,021912850	-0,013853855	-0,02%	2,65%	2,19%	-1,39%
15	115,0000	58701,1980	1152,94	2,003900	15	-0,000017391	0,000721766	0,010730253	-0,006642542	0,00%	0,07%	1,07%	-0,66%
16	114,9480	58574,2980	1142,20	1,987500	16	-0,000452174	-0,002161796	-0,009315316	-0,008184041	-0,05%	-0,22%	-0,93%	-0,82%
17	114,9160	58442,5240	1169,86	1,964980	17	-0,000278387	-0,00224969	0,024216424	-0,011330818	-0,03%	-0,22%	2,42%	-1,13%
18	114,9000	55736,1380	1184,70	1,964240	18	-0,000139232	-0,046308506	0,012685279	-0,000376594	-0,01%	-4,63%	1,27%	-0,04%
19	114,9080	56837,3600	1232,18	1,928820	19	0,000069626	0,019757774	0,040077657	-0,018032420	0,01%	1,98%	4,01%	-1,80%
20	114,9020	54470,9920	1190,40	1,929980	20	-0,000052216	-0,041634024	-0,033907384	0,000601404	-0,01%	-4,16%	-3,39%	0,06%
21	114,8900	54536,0860	1213,20	1,928140	21	-0,000104437	0,001195021	0,019153226	-0,000953378	-0,01%	0,12%	1,92%	-0,10%
22	114,8920	54640,7260	1219,20	1,917660	22	0,000017408	0,00191873	0,004945598	-0,005435290	0,00%	0,19%	0,49%	-0,54%
23	114,8660	55281,7020	1224,08	1,908580	23	-0,000226299	0,011730737	0,004002625	-0,004734937	-0,02%	1,17%	0,40%	-0,47%
24	114,8840	56922,5160	1246,00	1,918600	24	0,000156704	0,02968096	0,017907326	0,005249976	0,02%	2,97%	1,79%	0,52%
25	114,8820	55866,9460	1242,30	1,924800	25	-0,000017409	-0,01854398	-0,002969502	0,003231523	0,00%	-1,85%	-0,30%	0,32%

26	114,8880	55502,6880	1217,10	1,941200	26	0,000052228	-0,006520099	-0,020284955	0,008520366	0,01%	-0,65%	-2,03%	0,85%
27	114,8900	57428,7100	1204,12	1,953200	27	0,000017408	0,034701418	-0,010664695	0,006181743	0,00%	3,47%	-1,07%	0,62%
28	114,9020	58012,5720	1197,76	1,964680	28	0,000104448	0,010166727	-0,005281866	0,005877534	0,01%	1,02%	-0,53%	0,59%
29	114,9380	59710,0600	1188,19	1,956720	29	0,000313310	0,029260692	-0,007989915	-0,004051550	0,03%	2,93%	-0,80%	-0,41%
30	114,9300	60356,0200	1175,08	1,957300	30	-0,000069603	0,010818278	-0,011033589	0,000296414	-0,01%	1,08%	-1,10%	0,03%
31	114,9260	59658,4200	1200,90	1,968220	31	-0,000034804	-0,011558085	0,021972972	0,005579114	0,00%	-1,16%	2,20%	0,56%
32	114,9060	58660,7940	1217,08	1,945620	32	-0,000174025	-0,0167223	0,013473228	-0,011482456	-0,02%	-1,67%	1,35%	-1,15%
33	114,9260	58911,2820	1229,36	1,919460	33	0,000174055	0,004270109	0,010089723	-0,013445585	0,02%	0,43%	1,01%	-1,34%
34	114,9300	59469,5520	1241,70	1,926060	34	0,000034805	0,009476453	0,010037743	0,003438467	0,00%	0,95%	1,00%	0,34%
35	114,9380	60864,0720	1250,04	1,926620	35	0,000069608	0,023449311	0,006716598	0,000290749	0,01%	2,34%	0,67%	0,03%
36	114,9620	63146,3280	1265,86	1,922400	36	0,000208808	0,03749759	0,012655595	-0,002190364	0,02%	3,75%	1,27%	-0,22%
37	114,9520	64265,5040	1289,34	1,959420	37	-0,000086985	0,017723533	0,018548655	0,019257179	-0,01%	1,77%	1,85%	1,93%
38	114,9340	65285,1260	1303,50	1,975040	38	-0,000156587	0,015865775	0,010982363	0,007971747	-0,02%	1,59%	1,10%	0,80%
39	114,9520	66510,8260	1335,38	1,972740	39	0,000156612	0,018774567	0,024457231	-0,001164533	0,02%	1,88%	2,45%	-0,12%
40	114,9420	69633,7740	1359,96	1,963020	40	-0,000086993	0,04695398	0,018406746	-0,004927157	-0,01%	4,70%	1,84%	-0,49%
41	114,9320	70223,6820	1343,50	1,971220	41	-0,000087000	0,008471579	-0,012103297	0,004177237	-0,01%	0,85%	-1,21%	0,42%
42	114,9360	69618,7740	1335,30	1,974760	42	0,000034803	-0,008614017	-0,006103461	0,001795842	0,00%	-0,86%	-0,61%	0,18%
43	114,9560	69950,4880	1369,33	1,972960	43	0,000174010	0,004764721	0,025484910	-0,000911503	0,02%	0,48%	2,55%	-0,09%
44	114,9560	70348,0780	1393,10	1,947800	44	0,000000000	0,005683877	0,017358854	-0,012752413	0,00%	0,57%	1,74%	-1,28%
45	115,0400	66957,8440	1366,30	1,964880	45	0,000730714	-0,048192276	-0,019237671	0,008768867	0,07%	-4,82%	-1,92%	0,88%
46	115,0160	65875,6940	1385,80	1,955580	46	-0,000208623	-0,016161661	0,014272122	-0,004733113	-0,02%	-1,62%	1,43%	-0,47%
47	115,0860	66792,6180	1391,24	1,962200	47	0,000608611	0,013919003	0,003925530	0,003385185	0,06%	1,39%	0,39%	0,34%
48	115,1780	65268,6020	1384,80	1,998260	48	0,000799402	-0,022817132	-0,004628964	0,018377332	0,08%	-2,28%	-0,46%	1,84%
49	115,1660	65249,5520	1381,30	2,029680	49	-0,000104187	-0,000291871	-0,002527441	0,015723680	-0,01%	-0,03%	-0,25%	1,57%
50	115,1740	66468,9600	1403,92	2,035960	50	0,000069465	0,018688374	0,016375878	0,003094084	0,01%	1,87%	1,64%	0,31%

EK. 15: 2011 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2011

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	115,2640	68548,0480	1385,55	2,048360	1	0,000781426	0,031279081	-0,013084791	0,006090493	0,08%	3,13%	-1,31%	0,61%
2	115,3680	67984,5280	1375,50	2,032620	2	0,000902277	-0,008220803	-0,007253437	-0,007684196	0,09%	-0,82%	-0,73%	-0,77%
3	115,2960	66187,5760	1360,10	2,063380	3	-0,000624090	-0,026431779	-0,011195929	0,015133178	-0,06%	-2,64%	-1,12%	1,51%
4	115,1780	64913,0840	1333,24	2,131340	4	-0,001023453	-0,019255759	-0,019748548	0,032936250	-0,10%	-1,93%	-1,97%	3,29%
5	115,1000	64488,9560	1336,15	2,174100	5	-0,000677213	-0,006533783	0,002182653	0,020062496	-0,07%	-0,65%	0,22%	2,01%
6	115,0680	64976,2420	1359,33	2,152640	6	-0,000278019	0,007556115	0,017348352	-0,009870751	-0,03%	0,76%	1,73%	-0,99%
7	115,0280	65338,3400	1373,56	2,139580	7	-0,000347621	0,005572775	0,010468393	-0,006066969	-0,03%	0,56%	1,05%	-0,61%
8	114,9380	63009,5200	1406,00	2,167640	8	-0,000782418	-0,035642473	0,023617461	0,013114723	-0,08%	-3,56%	2,36%	1,31%
9	114,8520	60031,4620	1423,54	2,210280	9	-0,000748229	-0,04726362	0,012475107	0,019671163	-0,07%	-4,73%	1,25%	1,97%
10	114,8360	62190,7900	1425,46	2,208160	10	-0,000139310	0,035969939	0,001348750	-0,000959154	-0,01%	3,60%	0,13%	-0,10%
11	114,8540	63869,1760	1409,66	2,193960	11	0,000156745	0,026987694	-0,011084141	-0,006430693	0,02%	2,70%	-1,11%	-0,64%
12	114,8560	64282,5480	1436,32	2,211480	12	0,000017413	0,006472167	0,018912362	0,007985560	0,00%	0,65%	1,89%	0,80%
13	114,8200	64547,9340	1424,74	2,183440	13	-0,000313436	0,00412843	-0,008062270	-0,012679292	-0,03%	0,41%	-0,81%	-1,27%
14	114,8180	68300,8760	1454,40	2,166980	14	-0,000017419	0,058141938	0,020817833	-0,007538563	0,00%	5,81%	2,08%	-0,75%
15	114,8300	68163,0000	1464,94	2,177520	15	0,000104513	-0,002018656	0,007246975	0,004863912	0,01%	-0,20%	0,72%	0,49%
16	114,8260	67932,2140	1497,90	2,186580	16	-0,000034834	-0,003385796	0,022499215	0,004160697	0,00%	-0,34%	2,25%	0,42%
17	114,8140	68575,6180	1516,70	2,217480	17	-0,000104506	0,009471265	0,012550905	0,014131658	-0,01%	0,95%	1,26%	1,41%
18	114,8480	69329,5600	1524,92	2,260800	18	0,000296131	0,010994316	0,005419661	0,019535689	0,03%	1,10%	0,54%	1,95%
19	114,8860	66396,0300	1504,64	2,231740	19	0,000330872	-0,042312832	-0,013299058	-0,012853857	0,03%	-4,23%	-1,33%	-1,29%
20	114,8200	64208,9840	1498,20	2,244440	20	-0,000574483	-0,032939409	-0,004280094	0,005690627	-0,06%	-3,29%	-0,43%	0,57%
21	114,8120	63165,0380	1528,08	2,252940	21	-0,000069674	-0,016258566	0,019943933	0,003787136	-0,01%	-1,63%	1,99%	0,38%
22	114,8000	63141,4080	1541,78	2,282920	22	-0,000104519	-0,000374099	0,008965499	0,013307057	-0,01%	-0,04%	0,90%	1,33%
23	114,7860	63884,7880	1536,90	2,297460	23	-0,000121951	0,011773257	-0,003165173	0,006369036	-0,01%	1,18%	-0,32%	0,64%
24	114,7720	61393,1220	1529,08	2,266260	24	-0,000121966	-0,039002493	-0,005088164	-0,013580215	-0,01%	-3,90%	-0,51%	-1,36%
25	114,7620	61773,4020	1527,02	2,299600	25	-0,000087129	0,006194179	-0,001347215	0,014711463	-0,01%	0,62%	-0,13%	1,47%
26	114,7460	63308,5200	1499,15	2,334520	26	-0,000139419	0,024850793	-0,018251234	0,015185250	-0,01%	2,49%	-1,83%	1,52%

27	114,7500	63542,5700	1532,24	2,327720	27	0,000034860	0,003696975	0,022072508	-0,002912804	0,00%	0,37%	2,21%	-0,29%
28	114,7640	62670,9520	1581,30	2,311200	28	0,000122004	-0,013717072	0,032018483	-0,007097074	0,01%	-1,37%	3,20%	-0,71%
29	114,7700	61041,8460	1601,74	2,354820	29	0,000052281	-0,025994595	0,012926073	0,018873313	0,01%	-2,60%	1,29%	1,89%
30	114,7180	61864,6720	1620,04	2,431400	30	-0,000453080	0,013479704	0,011425075	0,032520532	-0,05%	1,35%	1,14%	3,25%
31	114,8360	58189,7400	1668,60	2,421940	31	0,001028609	-0,059402756	0,029974569	-0,003890763	0,10%	-5,94%	3,00%	-0,39%
32	114,9500	52191,9700	1748,50	2,507080	32	0,000992720	-0,103072638	0,047884454	0,035153637	0,10%	-10,31%	4,79%	3,52%
33	115,0020	53321,9920	1823,66	2,541740	33	0,000452371	0,021651262	0,042985416	0,013824848	0,05%	2,17%	4,30%	1,38%
34	114,9380	53217,5780	1805,10	2,550800	34	-0,000556512	-0,001958179	-0,010177336	0,003564487	-0,06%	-0,20%	-1,02%	0,36%
35	114,9620	55276,0120	1866,60	2,483460	35	0,000208808	0,038679588	0,034070135	-0,026399561	0,02%	3,87%	3,41%	-2,64%
36	114,9700	56279,1880	1820,60	2,435720	36	0,000069588	0,018148487	-0,024643737	-0,019223181	0,01%	1,81%	-2,46%	-1,92%
37	114,9580	59105,3220	1781,60	2,445600	37	-0,000104375	0,050216325	-0,021421509	0,004056295	-0,01%	5,02%	-2,14%	0,41%
38	114,9020	58026,4980	1642,66	2,479220	38	-0,000487134	-0,01825257	-0,077986080	0,013747138	-0,05%	-1,83%	-7,80%	1,37%
39	114,9260	58180,4000	1638,20	2,494000	39	0,000208874	0,002652271	-0,002715108	0,005961552	0,02%	0,27%	-0,27%	0,60%
40	114,9740	58458,8260	1668,00	2,478340	40	0,000417660	0,004785564	0,018190697	-0,006279070	0,04%	0,48%	1,82%	-0,63%
41	114,8900	58039,3120	1654,60	2,532360	41	-0,000730600	-0,00717623	-0,008033573	0,021796848	-0,07%	-0,72%	-0,80%	2,18%
42	114,3940	56283,3660	1687,10	2,512040	42	-0,004317173	-0,030254425	0,019642210	-0,008024136	-0,43%	-3,03%	1,96%	-0,80%
43	114,2000	56039,9080	1732,20	2,448700	43	-0,001695893	-0,004325576	0,026732262	-0,025214567	-0,17%	-0,43%	2,67%	-2,52%
44	114,3580	55944,1220	1763,20	2,420140	44	0,001383538	-0,001709246	0,017896317	-0,011663332	0,14%	-0,17%	1,79%	-1,17%
45	114,3980	54045,9400	1725,20	2,435880	45	0,000349779	-0,033929963	-0,021551724	0,006503756	0,03%	-3,39%	-2,16%	0,65%
46	114,2960	51232,1520	1699,08	2,482900	46	-0,000891624	-0,052062893	-0,015140274	0,019303086	-0,09%	-5,21%	-1,51%	1,93%
47	114,2380	54593,7140	1735,80	2,453920	47	-0,000507454	0,065614304	0,021611696	-0,011671835	-0,05%	6,56%	2,16%	-1,17%
48	114,2460	53493,7200	1697,00	2,449540	48	0,000070029	-0,02014873	-0,022352806	-0,001784899	0,01%	-2,01%	-2,24%	-0,18%
49	114,0780	51552,0480	1598,44	2,441400	49	-0,001470511	-0,036297195	-0,058078963	-0,003323073	-0,15%	-3,63%	-5,81%	-0,33%
50	114,0300	52073,2120	1606,60	2,458900	50	-0,000420765	0,010109472	0,005104977	0,007168018	-0,04%	1,01%	0,51%	0,72%
51	113,9933	51624,4800	1559,17	2,464233	51	-0,000321553	-0,008617329	-0,029524047	0,002168992	-0,03%	-0,86%	-2,95%	0,22%

EK. 16: 2012 Yılı B Portföyü Haftalık Kapanış ve Haftalık Getiri Değerleri

2012

		KAPANIŞ					GETİRİ				GETİRİ	%	
hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	hafta	DİBS (91 günlük)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR	DİBS (91 gün)	XU100	ALTIN usd/ons	EUR
1	113,8460	51423,9400	1599,90	2,430060	1	-0,001292473	-0,003884591	0,026125067	-0,013867734	-0,13%	-0,39%	2,61%	-1,39%
2	113,9100	51149,0420	1634,70	2,370560	2	0,000562163	-0,00534572	0,021751359	-0,024484992	0,06%	-0,53%	2,18%	-2,45%
3	114,0700	54041,5320	1652,84	2,346340	3	0,001404618	0,056550228	0,011096837	-0,010216995	0,14%	5,66%	1,11%	-1,02%
4	114,1560	55842,2560	1687,90	2,357080	4	0,000753923	0,033321113	0,021211975	0,004577342	0,08%	3,33%	2,12%	0,46%
5	114,3060	58879,7360	1741,40	2,321680	5	0,001313991	0,054393934	0,031696191	-0,015018582	0,13%	5,44%	3,17%	-1,50%
6	114,3880	60378,7240	1731,40	2,301820	6	0,000717373	0,02545847	-0,005742506	-0,008554150	0,07%	2,55%	-0,57%	-0,86%
7	114,4820	60241,7380	1722,50	2,312260	7	0,000821765	-0,002268779	-0,005140349	0,004535541	0,08%	-0,23%	-0,51%	0,45%
8	114,5840	60592,4960	1757,78	2,306800	8	0,000890970	0,005822508	0,020481858	-0,002361326	0,09%	0,58%	2,05%	-0,24%
9	114,5380	48049,4840	1752,60	2,345360	9	-0,000401452	-0,207006029	-0,002946899	0,016715797	-0,04%	-20,70%	-0,29%	1,67%
10	114,5800	59452,5640	1684,14	2,331560	10	0,000366691	0,23731951	-0,039061965	-0,005883958	0,04%	23,73%	-3,91%	-0,59%
11	114,4940	60569,9720	1669,62	2,340100	11	-0,000750567	0,018794951	-0,008621611	0,003662784	-0,08%	1,88%	-0,86%	0,37%
12	114,3960	61994,1080	1654,45	2,371060	12	-0,000855940	0,023512245	-0,009085900	0,013230204	-0,09%	2,35%	-0,91%	1,32%
13	114,2980	62167,1000	1673,32	2,366820	13	-0,000856673	0,002790459	0,011405603	-0,001788230	-0,09%	0,28%	1,14%	-0,18%
14	114,3240	62344,0120	1649,64	2,355180	14	0,000227476	0,00284575	-0,014151507	-0,004917991	0,02%	0,28%	-1,42%	-0,49%
15	114,2700	60596,6980	1655,50	2,345920	15	-0,000472342	-0,028026974	0,003552290	-0,003931759	-0,05%	-2,80%	0,36%	-0,39%
16	114,2400	60246,8720	1645,26	2,338480	16	-0,000262536	-0,005773021	-0,006185442	-0,003171464	-0,03%	-0,58%	-0,62%	-0,32%
17	114,3220	60186,2960	1651,66	2,333300	17	0,000717787	-0,001005463	0,003889963	-0,002215114	0,07%	-0,10%	0,39%	-0,22%
18	114,3100	58960,8180	1633,80	2,300700	18	-0,000104967	-0,020361413	-0,010813364	-0,013971628	-0,01%	-2,04%	-1,08%	-1,40%
19	114,2360	58218,6560	1575,30	2,303080	19	-0,000647362	-0,012587376	-0,035806096	0,001034468	-0,06%	-1,26%	-3,58%	0,10%
20	114,2260	57197,3780	1576,86	2,313600	20	-0,000087538	-0,017542109	0,000990288	0,004567796	-0,01%	-1,75%	0,10%	0,46%
21	114,2060	55150,8660	1569,60	2,311420	21	-0,000175091	-0,035779822	-0,004604087	-0,000942254	-0,02%	-3,58%	-0,46%	-0,09%
22	114,1820	55467,4100	1588,40	2,287640	22	-0,000210147	0,005739602	0,011977574	-0,010288048	-0,02%	0,57%	1,20%	-1,03%
23	114,2220	57190,0580	1601,42	2,283820	23	0,000350318	0,03105694	0,008196928	-0,001669843	0,04%	3,11%	0,82%	-0,17%
24	114,3020	58541,4960	1622,04	2,278220	24	0,000700390	0,023630646	0,012876072	-0,002452032	0,07%	2,36%	1,29%	-0,25%
25	114,3720	59979,6820	1580,08	2,263780	25	0,000612413	0,02456695	-0,025868659	-0,006338282	0,06%	2,46%	-2,59%	-0,63%
26	114,4900	61844,5720	1588,50	2,263440	26	0,001031721	0,031092029	0,005328844	-0,000150191	0,10%	3,11%	0,53%	-0,02%

27	114,6780	62694,1780	1597,70	2,246160	27	0,001642065	0,013737762	0,005791627	-0,007634397	0,16%	1,37%	0,58%	-0,76%
28	114,7220	62636,7380	1582,53	2,210700	28	0,000383683	-0,000916194	-0,009494899	-0,015786943	0,04%	-0,09%	-0,95%	-1,58%
29	114,7200	61723,6000	1578,50	2,203100	29	-0,000017433	-0,014578313	-0,002546555	-0,003437825	0,00%	-1,46%	-0,25%	-0,34%
30	114,8240	63842,5840	1616,69	2,208640	30	0,000906555	0,034330208	0,024193855	0,002514638	0,09%	3,43%	2,42%	0,25%
31	114,9160	64735,5740	1605,18	2,191340	31	0,000801226	0,013987372	-0,007119485	-0,007832875	0,08%	1,40%	-0,71%	-0,78%
32	114,9400	64727,1000	1610,55	2,194820	32	0,000208848	-0,000130902	0,003345419	0,001588069	0,02%	-0,01%	0,33%	0,16%
33	115,0100	65494,9540	1624,83	2,210520	33	0,000609013	0,011862945	0,008866536	0,007153206	0,06%	1,19%	0,89%	0,72%
34	115,0580	66251,1340	1665,76	2,248440	34	0,000417355	0,011545622	0,025190328	0,017154335	0,04%	1,15%	2,52%	1,72%
35	115,1120	67463,5380	1699,54	2,278360	35	0,000469329	0,018300124	0,020279032	0,013307004	0,05%	1,83%	2,03%	1,33%
36	115,1580	67976,3680	1740,20	2,301740	36	0,000399611	0,007601588	0,023924121	0,010261767	0,04%	0,76%	2,39%	1,03%
37	115,1860	67540,1180	1769,62	2,333820	37	0,000243144	-0,006417672	0,016906103	0,013937282	0,02%	-0,64%	1,69%	1,39%
38	115,1920	66971,9320	1758,78	2,306500	38	0,000052090	-0,00841257	-0,006125609	-0,011706130	0,01%	-0,84%	-0,61%	-1,17%
39	115,2000	67073,7000	1779,86	2,309620	39	0,000069449	0,001519562	0,011985581	0,001352699	0,01%	0,15%	1,20%	0,14%
40	115,2220	68627,3080	1767,48	2,330580	40	0,000190972	0,0231627	-0,006955603	0,009075086	0,02%	2,32%	-0,70%	0,91%
41	115,2700	70373,5620	1739,80	2,341820	41	0,000416587	0,025445468	-0,015660715	0,004822834	0,04%	2,54%	-1,57%	0,48%
42	115,2820	57245,5320	1713,10	2,330980	42	0,000104103	-0,186547755	-0,015346592	-0,004628878	0,01%	-18,65%	-1,53%	-0,46%
43	115,3160	72071,3740	1701,66	2,293220	43	0,000294929	0,258986885	-0,006677952	-0,016199195	0,03%	25,90%	-0,67%	-1,62%
44	115,3960	71833,5820	1726,03	2,269600	44	0,000693746	-0,003299396	0,014321310	-0,010299928	0,07%	-0,33%	1,43%	-1,03%
45	115,4240	70818,5260	1723,00	2,287420	45	0,000242643	-0,014130661	-0,001755474	0,007851604	0,02%	-1,41%	-0,18%	0,79%
46	115,4080	71354,2860	1734,82	2,307020	46	-0,000138619	0,007565252	0,006860128	0,008568606	-0,01%	0,76%	0,69%	0,86%
47	115,4220	74273,4620	1710,46	2,313940	47	0,000121309	0,040911011	-0,014041803	0,002999541	0,01%	4,09%	-1,40%	0,30%
48	115,3840	76596,2640	1705,22	2,312960	48	-0,000329227	0,031273647	-0,003063503	-0,000423520	-0,03%	3,13%	-0,31%	-0,04%
49	115,3940	76966,4200	1689,72	2,322980	49	0,000086667	0,004832559	-0,009089736	0,004332111	0,01%	0,48%	-0,91%	0,43%
50	115,3140	77280,1940	1657,22	2,357860	50	-0,000693277	0,004076765	-0,019233956	0,015015196	-0,07%	0,41%	-1,92%	1,50%
51	115,3067	78413,9033	1660,17	2,358000	51	-0,000063594	0,014670115	0,001778078	0,000059376	-0,01%	1,47%	0,18%	0,01%

EK. 17: A Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2005-2009

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	A PORTFÖYÜ ORTALAMA VARYANS ÇARPIKLİK MATRİSLERİ															
2	2005 A mvs															
3																
4	-0,000012223	-0,000015478	-0,000014761	-0,000018049	-0,000015478	-0,000020525	-0,000019190	-0,000025859	-0,000014761	-0,000019190	-0,000018024	-0,000027262	-0,000018049	-0,000025859	-0,000027262	-0,000037830
5	-0,000015478	-0,000020525	-0,000019190	-0,000025859	-0,000020525	-0,000031811	-0,000027306	-0,000034578	-0,000019190	-0,000027306	-0,000024988	-0,000033811	-0,000025859	-0,000034578	-0,000033811	-0,000046349
6	-0,000014761	-0,000019190	-0,000018024	-0,000027262	-0,000019190	-0,000027306	-0,000024988	-0,000033811	-0,000018024	-0,000024988	-0,000022778	-0,000035298	-0,000027262	-0,000033811	-0,000035298	-0,000043866
7	-0,000018049	-0,000025859	-0,000027262	-0,000037830	-0,000025859	-0,000034578	-0,000033811	-0,000046349	-0,000027262	-0,000033811	-0,000035298	-0,000043866	-0,000037830	-0,000046349	-0,000043866	-0,000031774
8																
9	2006 A mvs															
10																
11	-0,000019574	-0,000022416	-0,000020076	-0,000023522	-0,000022416	-0,000023227	-0,000023724	-0,000028986	-0,000020076	-0,000023724	-0,000023472	-0,000028696	-0,000023522	-0,000028986	-0,000028696	-0,000033156
12	-0,000022416	-0,000023227	-0,000023724	-0,000028986	-0,000023227	-0,000014167	-0,000028370	-0,000030136	-0,000023724	-0,000028370	-0,000031233	-0,000038494	-0,000028986	-0,000030136	-0,000038494	-0,000046433
13	-0,000020076	-0,000023724	-0,000023472	-0,000028696	-0,000023724	-0,000028370	-0,000031233	-0,000038494	-0,000023472	-0,000031233	-0,000039971	-0,000028696	-0,000038494	-0,000039971	-0,000049104	-0,000049104
14	-0,000023522	-0,000028986	-0,000028696	-0,000033156	-0,000028986	-0,000030136	-0,000038494	-0,000046433	-0,000028696	-0,000038494	-0,000039971	-0,000049104	-0,000033156	-0,000046433	-0,000049104	-0,000056808
15																
16	2007 A mvs															
17																
18	-0,000002190	-0,000005046	-0,000005064	-0,000006657	-0,000005046	-0,000005953	-0,000006860	-0,000009571	-0,000005064	-0,000006860	-0,000006144	-0,000007844	-0,000006657	-0,000009571	-0,000007844	-0,000011780
19	-0,000005046	-0,000005953	-0,000006860	-0,000009571	-0,000005953	-0,000009861	-0,000012256	-0,000015236	-0,000006860	-0,000012256	-0,000010776	-0,000012643	-0,000009571	-0,000015236	-0,000012643	-0,000017696
20	-0,000005064	-0,000006860	-0,000006144	-0,000007844	-0,000006860	-0,000012256	-0,000010776	-0,000012643	-0,000006144	-0,000010776	-0,000008150	-0,000008785	-0,000007844	-0,000012643	-0,000008785	-0,000010903
21	-0,000006657	-0,000009571	-0,000007844	-0,000011780	-0,000009571	-0,000015236	-0,000012643	-0,000017696	-0,000007844	-0,000012643	-0,000008785	-0,000010903	-0,000011780	-0,000017696	-0,000010903	-0,000015130
22																
23																
24	2008 A mvs															
25																
26	0,000004646	-0,000003977	-0,000013468	-0,000017139	-0,000003977	0,000007715	-0,000018252	-0,000017448	-0,000013468	-0,000018252	-0,000030228	-0,000025394	-0,000017139	-0,000017448	-0,000025394	-0,000025310
27	-0,000003977	0,000007715	-0,000018252	-0,000017448	0,000007715	0,000006820	0,000004609	0,000036424	-0,000018252	0,000004609	-0,000028622	-0,000005311	-0,000017448	0,000036424	-0,000005311	0,000014157
28	-0,000013468	-0,000018252	-0,000030228	-0,000025394	-0,000018252	0,000004609	-0,000028622	-0,000005311	-0,000030228	-0,000028622	-0,000042057	-0,000024039	-0,000025394	-0,000005311	-0,000024039	-0,000009708
29	-0,000017139	-0,000017448	-0,000025394	-0,000025310	-0,000017448	0,000036424	-0,000005311	0,000014157	-0,000025394	-0,000005311	-0,000024039	-0,000009708	-0,000025310	0,000014157	-0,000009708	0,000000435
30																
31																
32	2009 A mvs															
33																
34	-0,000000462	-0,000001876	-0,000006721	-0,000006059	-0,000001876	-0,000005931	-0,000006847	-0,000009236	-0,000006721	-0,000006847	0,000007066	-0,000012044	-0,000006059	-0,000009236	-0,000012044	-0,000013600
35	-0,000001876	-0,000005931	-0,000006847	-0,000009236	-0,000005931	-0,000001836	-0,0000048407	-0,000023579	-0,000006847	-0,0000048407	-0,000134113	-0,000012083	-0,000009236	-0,000023579	-0,000012083	-0,000045206
36	-0,000006721	-0,000006847	0,000007066	-0,000012044	-0,000006847	-0,0000048407	-0,000134113	-0,000012083	0,000007066	-0,000134113	0,000922340	0,000031115	-0,000012044	-0,000012083	0,000031115	-0,000031456
37	-0,000006059	-0,000009236	-0,000012044	-0,000013600	-0,000009236	-0,000023579	-0,000012083	-0,000045206	-0,000012044	-0,000012083	0,000031115	-0,000031456	-0,000013600	-0,000045206	-0,000031456	-0,000066761
38																

EK. 18: A Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2010-2012

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
39																		
40	A PORTFÖYÜ ORTALAMA VARYANS ÇARPIKLİK MATRİSLERİ																	
41																		
42	2010 A mvs																	
43																		
44	-0,000013348	-0,000012818	-0,000011886	-0,000010096	-0,000012818	-0,000012125	-0,000011376	-0,000010590	-0,000011886	-0,000011376	-0,000010271	-0,000009687	-0,000010096	-0,000010590	-0,000009687	-0,000004458		
45	-0,000012818	-0,000012125	-0,000011376	-0,000010590	-0,000012125	-0,000008677	-0,000009945	-0,000008932	-0,000011376	-0,000009945	-0,000009340	-0,000009072	-0,000010590	-0,000008932	-0,000009072	-0,000004684		
46	-0,000011886	-0,000011376	-0,000010271	-0,000009687	-0,000011376	-0,000009945	-0,000009340	-0,000009072	-0,000010271	-0,000009340	-0,000007962	-0,000007121	-0,000009687	-0,000009072	-0,000007121	-0,000003407		
47	-0,000010096	-0,000010590	-0,000009687	-0,000004458	-0,000010590	-0,000008932	-0,000009072	-0,000004684	-0,000009687	-0,000009072	-0,000007121	-0,000003407	-0,000004458	-0,000004684	-0,000003407	0,000011179		
48																		
49																		
50	2011 A mvs																	
51																		
52	-0,000004334	-0,000006394	-0,000007649	-0,000008272	-0,000006394	-0,000008081	-0,000011900	-0,000012846	-0,000007649	-0,000011900	-0,000013884	-0,000016102	-0,000008272	-0,000012846	-0,000016102	-0,000018455		
53	-0,000006394	-0,000008081	-0,000011900	-0,000012846	-0,000008081	-0,000008716	-0,000016415	-0,000019414	-0,000011900	-0,000016415	-0,000020875	-0,000024998	-0,000012846	-0,000019414	-0,000024998	-0,000029293		
54	-0,000007649	-0,000011900	-0,000013884	-0,000016102	-0,000011900	-0,000016415	-0,000020875	-0,000024998	-0,000013884	-0,000020875	-0,000022746	-0,000027309	-0,000016102	-0,000024998	-0,000027309	-0,000030545		
55	-0,000008272	-0,000012846	-0,000016102	-0,000018455	-0,000012846	-0,000019414	-0,000024998	-0,000029293	-0,000016102	-0,000024998	-0,000027309	-0,000030545	-0,000018455	-0,000029293	-0,000030545	-0,000027191		
56																		
57																		
58	2012 A mvs																	
59																		
60	0,000000972	0,000002604	0,000001109	0,000000834	0,000002604	0,000003008	0,000001444	0,000001038	0,000001109	0,000001444	0,000000728	0,000001043	0,000000834	0,000001038	0,000001043	-0,000002875		
61	0,000002604	0,000003008	0,000001444	0,000001038	0,000003008	0,000002602	0,000001569	-0,000001342	0,000001444	0,000001569	0,000000424	0,000001538	0,000001038	-0,000001342	0,000001538	-0,000013799		
62	0,000001109	0,000001444	0,000000728	0,000001043	0,000001444	0,000001569	0,000000424	0,000001538	0,000000728	0,000000424	-0,000000004	0,000000884	0,000001043	0,000001538	0,000000884	-0,000005103		
63	0,000000834	0,000001038	0,000001043	-0,000002875	0,000001038	-0,000001342	0,000001538	-0,000013799	0,000001043	0,000001538	0,000000884	-0,000005103	-0,000002875	-0,000013799	-0,000005103	0,000101833		
64																		
65																		
66	2005-2012 A mvs																	
67																		
68	-0,000009262	-0,000013436	-0,000013934	-0,000016157	-0,000013436	-0,000017239	-0,000019771	-0,000022231	-0,000013934	-0,000019771	0,000011171	-0,000022548	-0,000016157	-0,000022231	-0,000022548	-0,000025184		
69	-0,000013436	-0,000017239	-0,000019771	-0,000022231	-0,000017239	-0,000017519	-0,000033076	-0,000026586	-0,000019771	-0,000033076	-0,000000134	-0,000032445	-0,000022231	-0,000026586	-0,000032445	-0,000034810		
70	-0,000013934	-0,000019771	0,000011171	-0,000022548	-0,000019771	-0,000033076	-0,000000134	-0,000032445	0,000011171	-0,000000134	0,000407624	0,000047252	-0,000022548	-0,000032445	0,000047252	-0,000036561		
71	-0,000016157	-0,000022231	-0,000022548	-0,000025184	-0,000022231	-0,000026586	-0,000032445	-0,000034810	-0,000022548	-0,000032445	0,000047252	-0,000036561	-0,000025184	-0,000034810	-0,000036561	-0,000015972		
72																		
73																		
74																		
75																		
fiyatendXU100 / altın / eur / A PORTF RİSKLİ / A PORTF yıllar birleşik YENİ / A 2005 mvs / çarpıklık matrisleri / A 2006 mvs / A 2007 mvs / A 2008 mvs / A 2009 mvs																		

EK. 19: B Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2005-2009

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	B PORTFÖYÜ ORTALAMA VARYANS ÇARPIKLİK MATRİSLERİ																
2	2005 B mvs																
3																	
4	0,00000000	0,00000003	0,00000000	0,00000000	0,00000003	0,000003252	-0,000000086	-0,000000026	0,00000000	-0,000000086	-0,000000023	0,000000024	0,00000000	-0,000000026	0,000000024	0,00000000	0,00000000
5	0,00000003	0,000003252	-0,000000086	-0,000000026	0,000003252	0,006123808	0,000060087	-0,000160761	-0,000000086	0,000060087	-0,000000929	-0,000000037	-0,000000026	-0,000160761	-0,000000037	-0,000003550	-0,000003550
6	0,00000000	-0,000000086	-0,000000023	0,000000024	-0,000000086	0,000060087	-0,000000929	-0,000000037	-0,000000023	-0,000000929	-0,000000205	0,000000290	0,000000024	-0,000000037	0,000000290	-0,000000227	-0,000000227
7	0,00000000	-0,000000026	0,000000024	0,00000000	-0,000000026	-0,000160761	-0,000000037	-0,000003550	0,000000024	-0,000000037	0,000000290	-0,000000227	0,00000000	-0,000003550	-0,000000227	0,000000395	0,000000395
8																	
9	2006 B mvs																
10																	
11	-0,000000002	-0,000000007	-0,000000003	0,000000002	-0,000000007	-0,000000248	-0,000000304	0,000000027	-0,000000003	-0,000000304	-0,000000132	-0,000000019	0,000000002	0,000000027	-0,000000019	-0,000000037	-0,000000037
12	-0,000000007	-0,000000248	-0,000000304	0,000000027	-0,000000248	-0,000023553	-0,000003378	0,000011423	-0,000000304	-0,000003378	-0,000005713	0,000003039	0,000000027	0,000011423	0,000003039	-0,000012450	-0,000012450
13	-0,000000003	-0,000000304	-0,000000132	-0,000000019	-0,000000304	-0,000003378	-0,000005713	0,000003039	-0,000000132	-0,000005713	-0,000014067	0,000004893	-0,000000019	0,000003039	0,000004893	-0,000005930	-0,000005930
14	0,000000002	0,000000027	-0,000000019	-0,000000037	0,000000027	0,000011423	0,000003039	-0,000012450	-0,000000019	0,000003039	0,000004893	-0,000005930	-0,000000037	-0,000012450	-0,000005930	0,000013559	0,000013559
15																	
16	2007 B mvs																
17																	
18	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	-0,000000091	-0,000000063	0,000000063	0,00000000	-0,000000063	-0,000000051	0,000000035	0,00000000	0,000000063	0,000000035	-0,000000029	-0,000000029
19	0,00000000	-0,000000091	-0,000000063	0,000000063	-0,000000091	-0,000010139	-0,000005399	0,000005951	-0,000000063	-0,000005399	-0,000005633	0,000002455	0,000000063	0,000005951	0,000002455	-0,000003785	-0,000003785
20	0,00000000	-0,000000063	-0,000000051	0,000000035	-0,000000063	-0,000005399	-0,000005633	0,000002455	-0,000000051	-0,000005633	-0,000003729	0,000001955	0,000000035	0,000002455	0,000001955	-0,000001268	-0,000001268
21	0,00000000	0,000000063	0,000000035	-0,000000029	0,000000063	0,000005951	0,000002455	-0,000003785	0,000000035	0,000002455	0,000001955	-0,000001268	-0,000000029	-0,000003785	-0,000001268	0,000002510	0,000002510
22																	
23																	
24	2008 B mvs																
25																	
26	-0,000000001	-0,000000017	-0,000000014	0,000000019	-0,000000017	-0,000000135	-0,000000361	0,000000522	-0,000000014	-0,000000361	-0,000000152	0,000000351	0,000000019	0,000000522	0,000000351	-0,000000267	-0,000000267
27	-0,000000017	-0,000000135	-0,000000361	0,000000522	-0,000000135	0,000005684	-0,000005067	0,000000666	-0,000000361	-0,000005067	-0,000003782	0,000015285	0,000000522	0,000000666	0,000015285	0,000005120	0,000005120
28	-0,000000014	-0,000000361	-0,000000152	0,000000351	-0,000000361	-0,000005067	-0,000003782	0,000015285	-0,000000152	-0,000003782	0,000010960	0,000008812	0,000000351	0,000015285	0,000008812	-0,000008405	-0,000008405
29	0,000000019	0,000000522	0,000000351	-0,000000267	0,000000522	0,000000666	0,000015285	0,000005120	0,000000351	0,000015285	0,000008812	-0,000008405	-0,000000267	0,000005120	-0,000008405	0,000004641	0,000004641
30																	
31																	
32	2009 B mvs																
33																	
34	0,000000001	-0,000000010	0,000000004	0,000000002	-0,000000010	-0,000000097	0,000000070	-0,000000068	0,000000004	0,000000070	0,000000016	-0,000000002	0,000000002	-0,000000068	-0,000000002	0,000000035	0,000000035
35	-0,000000010	-0,000000097	0,000000070	-0,000000068	-0,000000097	-0,0000005371	0,0000003983	0,000000900	0,000000070	0,0000003983	-0,0000004670	0,000001266	-0,000000068	0,000000900	0,000001266	0,000001583	0,000001583
36	0,000000004	0,000000070	0,000000016	-0,000000002	0,000000070	0,0000003983	-0,0000004670	0,000001266	0,000000016	-0,0000004670	-0,000002412	-0,000001690	-0,000000002	0,000001266	-0,000001690	-0,000001752	-0,000001752
37	0,000000002	-0,000000068	-0,000000002	0,000000035	-0,000000068	0,000000900	0,000001266	0,000001583	-0,000000002	0,000001266	-0,000001690	-0,000001752	0,000000035	0,000001583	-0,000001752	-0,000000603	-0,000000603

EK. 20: B Portföyü Ortalama Varyans Çarpıklık Matrisleri 2010-2012

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
39		B PORTFÖYÜ ORTALAMA VARYANS ÇARPIKLIK MATRISLERİ																
40																		
41		2010 B mvs																
42																		
43		0,000000000	-0,000000001	0,000000000	0,000000000	-0,000000001	0,000000038	0,000000027	-0,000000019	0,000000000	0,000000027	0,000000005	-0,000000008	0,000000000	-0,000000019	-0,000000008	0,000000005	
44		-0,000000001	0,000000038	0,000000027	-0,000000019	0,000000038	-0,000010413	-0,000003347	0,000000789	0,000000027	-0,000003347	-0,000000482	0,000000241	-0,000000019	0,000000789	0,000000241	0,000000158	
45		0,000000000	0,000000027	0,000000005	-0,000000008	0,000000027	-0,000003347	-0,000000482	0,000000241	0,000000005	-0,000000482	-0,000000728	-0,000000455	-0,000000008	0,000000241	-0,000000455	0,000000382	
46		0,000000000	-0,000000019	-0,000000008	0,000000005	-0,000000019	0,000000789	0,000000241	0,000000158	-0,000000008	0,000000241	-0,000000455	0,000000382	0,000000005	0,000000158	0,000000382	0,000000072	
47																		
48																		
49		2011 B mvs																
50																		
51		-0,000000001	-0,000000014	0,000000007	-0,000000005	-0,000000014	0,000000231	-0,000000150	-0,000000062	0,000000007	-0,000000150	-0,000000051	0,000000068	-0,000000005	-0,000000062	0,000000068	-0,000000014	
52		-0,000000014	0,000000231	-0,000000150	-0,000000062	0,000000231	-0,000009966	0,000010267	0,000002784	-0,000000150	0,000010267	-0,000006563	-0,000003551	-0,000000062	0,000002784	-0,000003551	-0,000001160	
53		0,000000007	-0,000000150	-0,000000051	0,000000068	-0,000000150	0,000010267	-0,000006563	-0,000003551	-0,000000051	-0,000006563	-0,000010782	0,000000809	0,000000068	-0,000003551	0,000000809	0,000001376	
54		-0,000000005	-0,000000062	0,000000068	-0,000000014	-0,000000062	0,000002784	-0,000003551	-0,000001160	0,000000068	-0,000003551	0,000000809	0,000001376	-0,000000014	-0,000001160	0,000001376	0,000000261	
55																		
56																		
57		2012 B mvs																
58																		
59		0,000000000	0,000000000	0,000000002	-0,000000001	0,000000000	-0,000000401	-0,000000005	0,000000004	0,000000002	-0,000000005	0,000000002	0,000000013	-0,000000001	0,000000004	0,000000013	-0,000000003	
60		0,000000000	-0,000000401	-0,000000005	0,000000004	-0,000000401	0,000179970	-0,000066337	-0,000011497	-0,000000005	-0,000066337	0,000006929	0,000001306	0,000000004	-0,000011497	0,000001306	-0,000000298	
61		0,000000002	-0,000000005	0,000000002	0,000000013	-0,000000005	-0,000066337	0,000006929	0,000001306	0,000000002	0,000006929	-0,000000980	-0,000000222	0,000000013	0,000001306	-0,000000222	0,000000447	
62		-0,000000001	0,000000004	0,000000013	-0,000000003	0,000000004	-0,000011497	0,000001306	-0,000000298	0,000000013	0,000001306	-0,000000222	0,000000447	-0,000000003	-0,000000298	0,000000447	-0,000000073	
63																		
64																		
65		2005-2012 B mvs																
66																		
67		0,000000000	-0,000000007	-0,000000002	0,000000003	-0,000000007	0,000000603	-0,000000158	0,000000069	-0,000000002	-0,000000158	-0,000000087	0,000000073	0,000000003	0,000000069	0,000000073	-0,000000056	
68		-0,000000007	0,000000603	-0,000000158	0,000000069	0,000000603	0,000847431	-0,000004001	-0,000023070	-0,000000158	-0,000004001	-0,000005036	0,000002656	0,000000069	-0,000023070	0,000002656	-0,000003448	
69		-0,000000002	-0,000000158	-0,000000087	0,000000073	-0,000000158	-0,000004001	-0,000005036	0,000002656	-0,000000087	-0,000005036	-0,000003462	0,000002475	0,000000073	0,000002656	0,000002475	-0,000001977	
70		0,000000003	0,000000069	0,000000073	-0,000000056	0,000000069	-0,000023070	0,000002656	-0,000003448	0,000000073	0,000002656	0,000002475	-0,000001977	-0,000000056	-0,000003448	-0,000001977	0,000003637	
71																		
72																		
73																		
74																		
75																		
B PORTFÖYÜ ORTALAMA VARYANS ÇARPIKLIK MATRISLERİ																		
B 2005 mvs B 2006 mvs B 2007 mvs B 2008 mvs B 2009 mvs B 2010 mvs B 2011 mvs B 2012 mvs																		

KAYNAKÇA

- Akay, Diyar, Tahsin Çetinyokuş, ve Metin Dağdeviren. «Portföy Seçimi Problemi için KDS/GA Yaklaşımı.» *Gazi Üniv.Müh.Mim.Fak.Dergisi* 17 (2002).
- Akyüz, Halil İbrahim. «Hedef Programlama ile Portföy Optimizasyonu.» *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. Ankara, 2006.
- Altaylıgil, Barış. «Portföy Seçimi için Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli .» *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 37, no. 2 (2008): 65-78.
- Apak, Sudi, ve Engin Demirel. *Finansal Yönetim Cilt 1. Sermaye Piyasaları*. Cilt 1. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 2009.
- Aracıoğlu, Burcu, Fatma Demircan, ve Haluk Soyuer. «Mean-Variance-Skewness-Kurtosis Approach to Portfolio Optimization:An Application in İstanbul Stock Exchange.» *EGE Academic Review* 11, no. Özel sayı (2011): 9-17.
- Athayde, Gustavo M.de, ve Renato G. Flores Jr. «Finding a Maximum Skewness Portfolio—a General Solution to Three-Moments Portfolio Choice .» *Journal of Economic Dynamics & Control* 28 (Elsevier), 2004.
- Aydeniz, Şule. *İşletmelerde Gelecek (Futures) ve Opsiyon Sözleşmeleri ile Risk Yönetimi*. İstanbul: Arıkan Basım Yayım Dağıtım Ltd.Şti., 2008.
- Aydın, Nurhan. «Finansal Yönetim.» Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2003.
- Beardsley, Xiaoxin W., Brian Field, ve Mingqing Xiao. «Mean-Variance-Skewness-Kurtosis Portfolio Optimization with Return and Liquidity.» *Communications in Mathematical Finance* 1, no. 1 (2012): 13-49.
- Bekçi, İsmail, Abdullah Eroğlu, ve Hayrettin Usul. «Portföy Seçimi Problemine Bulanık Mantık Yaklaşımı.» *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari bilimler Fakültesi Dergisi* 6, no. 2 (2001).
- Berk, Niyazi. *Finansal Yönetim*. 2005.
- Birgili, Erhan, ve Gülfen Tuna. «Markowitz ve Tek Endeks Modellerinin Uygulanması: İMKB 30 Endeksi Üzerinde Karşılaştırmalı Analiz.» *Süleyman*

- Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 15, no. 3 (2010): 1-18.
- BSTS. *İktisat Terimleri Sözlüğü*. 2004. (01 15, 2013 tarihinde erişilmiştir).
- Ceylan, Ali, ve Turhan Korkmaz. *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, 1995.
- Chang, T.-J., N. Meade, J.E. Beasley, ve Y.M. Sharaiha. «Heuristics for Cardinality Constrained Portfolio Optimisation.» *Computers & Operations Research* 27 (Elsevier Science Ltd.), 2000: 1271-1302.
- Çetindemir, Ali Emre. «Optimum Portföy Seçimi ve İMKB-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama.» *Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Sermaye Piyasası ve Borsa Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2006.
- Demirel, Kemal. «Kuadratik Programlama İle Portföy Seçimi.» *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yöneylem Araştırması Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2009.
- Demirtaş, Özgür, ve Zuhale Güngör. «Portföy Yönetimi ve Portföy Seçimine Yönelik Uygulama .» *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi* 1, no. 4 (Temmuz 2004).
- Dinh , Tao Pham, ve Yi-Shuai Niu. «An Efficient DC Programming Approach for Portfolio Decision with Higher Moments.» *Comput. Optim .Appl* 50 (Springer Science,Business Media), 2011: 525-554.
- Duan, Yaoyao Clare. «A Multi-objective Approach to Portfolio Optimization.» *Boston College, Chestnut Hill,MA*, 2007: 1-18.
- Ehrgott, Matthias , Chris Waters, Rafail N. Gasimov, ve Özden Üstün. «Multiobjective Programming and Multiattribute Utility Functions in Portfolio Optimization.» *INFOR Journal* 47, no. 1 (February 2009): 31-42.
- Elton, Edwin J., Martin J. Gruber, Stephen J. Brown, ve William N. Goetzmann. *Modern Portfolio Theory And Investment Analysis*. John Wiley & Sons,Inc., 2007.
- Erbaşı, Esra. «Paralel Tezgahlarda Yükleme ve Çizelgeleme Problemi için Karma Tamsayılı Modelleme ve Genetik Algoritma Temelli Yeni Bir Çözüm Yaklaşımı.» *Eskisehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı*,. Şubat 2010.

- Ercan, Metin Kamil, ve Ünsal Ban. *Değere Dayalı İşletme Finansı Finansal Yönetim*. Ankara: Gazi Kitabevi, 2005.
- Fettahoğlu, Abdurrahman. *Menkul Değerler Yönetimi*. Çizgi Yayınevi, 2003.
- Gan, Quan. «On Polynomial Goal Programming and Mean-Variance-Skewness Portfolio Selection.» *Discipline of Finance, University of Sydney, Australia*, May 2011: 1-22.
- Güven, Sevil. *Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitésinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları*. Eskişehir: T.C.Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2001.
- Haskılıç, Volkan. «Çeşitli Risk Ölçütleri ve Vade Yapıları Altında Ortalama Varyans Portföy Seçim Modelinin Avrupa Birliği'ne Üye Ülke Piyasalarında Karşılaştırmalı Uygulamaları.» *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. 2007.
- Horasanlı, Mehmet. «Sürekli Zamanlı Portföy Seçimi ve İMKB'da Bir Uygulama .» *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi*. İstanbul, 2005.
- Jacko, Peter. «Portfolio Selection.» *Carlos III University in Madrid, Department of Business Administration*. 2004. 1-4.
- Kabatchenko, Nielsen Elena. «Efficient Portfolio Selection in Mean Variance Skewness Space.» *Arhus Universitet, Institut for Finansiering*. 2008.
- Karacabey, Ali Argun. «Is Mean Variance Efficient than MAD in Istanbul?» *International Research Journal of Finance and Economics*. 2006.
- Karacabey, Ali Argun. «Risk and investment Opportunities in Portfolio Optimization.» *European Journal of Finance and Banking Research* 1, no. 1 (2007).
- Karaçizmeli Güzeler, Ayşe, Mehmet Cihangir, ve İbrahim Sabuncu. «Optimal Portföy Seçiminde Konno-Yamazaki Modeli Yaklaşımı ve İMKB Mali Sektör Hisse Senetlerine Uygulanması.» *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 10, no. 3 (2008): 125-142.
- Kardiyen, Filiz. «Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli Ve Markowitz Modelinin Kullanımı Ve İMKB Verilerine Uygulanması.»

- Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*
13, no. 2 (2008): 335-350.
- Kasap, Yaşar. «Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi: Veri Zarflama Analizi.» *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*. Eskişehir, 2008. 99-100.
- Kaya, Faruk. «Karesel Programlama ile Portföy Oluşturulması.» *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi*. Ankara, 2006.
- Kemalbay, Gülder. «Konveks Olmayan Çok Kriterli Optimizasyon ve Portföy Seçim Problemi.» *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2008. 1-120.
- Kemalbay, Gülder, C. Murat Özkut, ve Ceci Franko. «Portfolio Selection with Higher Moments: A Polynomial Goal Programming Approach To ISE-30 Index.» *İstanbul Üniv.İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, no. 13 (2011): 41-61.
- Kocadağlı, Ozan. «Bulanık Matematiksel Programlama ve Portföy Analiz Uygulaması.» *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2006.
- Kolb, Robert W. , ve Ricardo J. Rodriguez. *Finansal Yönetim*. Çeviren Ali İhsan Karacan. İstanbul: SPK Yayınları, 1996.
- Konno, Hiroshi, ve Rei Yamamoto. «A Mean-Variance-Skewness Model: Algorithm And Applications.» *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 8, no. 4 (2004): 409–423.
- Lai, Kin Keung, Lean Yu, ve Shouyang Wang. « Mean-Variance-Skewness-Kurtosis-based Portfolio Optimization.» *Proceedings of the First International Multi-Symposiums on Computer and Computational Sciences*, 2006: 292-297.
- Lai, Tsong-Yue. «Portfolio Selection with Skewness: A Multiple-Objective Approach.» *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1991: 293-305.

- Liu, S., S.Y. Wang, ve W. Qui. «Mean-Variance-Skewness Model for Portfolio Selection with Transaction Cost .» *International Journal of Systems Science* 34, no. 4 (March 2003): 255-262.
- Maringer, Dietmar, ve Panos Parpas. «Global Optimization of Higher Order Moments in Portfolio Selection.» *J Glob Optim* (Springer Science+Business Media), 2009: 219-230.
- Markowitz, Harry. *Early History of Portfolio Theory*. Financial Analysts Journal 55, 1999.
- Markowitz, Harry. «Portfolio Selection.» *The Journal of Finance* 7 (March 1952): 77-91.
- Mhiri, Maroua, ve Jean-Luc Prigent. «International Portfolio Optimization with Higher Moments.» *International Journal of Economics and Finance* 2, no. 5 (November 2010): 157-169.
- Orhan, İlkay. «Uçak Bakım Planlamasının En İyilenmesine Yönelik Bir Karar Destek Tasarımı.» *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sivil Havacılık Anabilim Dalı Doktora Tezi*. Ekim 2007. 119.
- Özyön, Serdar, Celal Yaşar, ve Hasan Temurtaş. «Ham Enerji Kaynağı Kısıtlı Termik Birim İçeren Sistemlerde Çevresel Ekonomik Güç Dağıtım Probleminin Çözümü.» *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* XXIV, no. 3 (2011).
- Pehlivan, Ebru. «Yatırım fonları Performansı,Klasik Performans Ölçümleri ve DEA Analizi.» *Kadir Has Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2008.
- Pindoriya, N.M., S.N. Singh, ve S.K. Singh. «Multi-Objective Mean-Variance-Skewness Model for Generation Portfolio Allocation in Electricity Markets.» *Electric Power Systems Research*, 2010: 1314-1321.
- Rockinger, Michael , ve Eric Jondeau . «Optimal Portfolio Allocation under Higher Moments.» *European Financial Management* 12, no. 1 (2006): 29-55.
- Ross, Stephen A. «The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing.» *Journal of Economic Theory* 13, 1976: 341-360.
- Roy, Andrew D. *Safety First and the Holding of Assets* . Econometrica 20, 1952.

- Rustem, B., ve P.M. Kleniati. «Portfolio Decisions with Higher Order Moments.» *Comisef Working Paper Series*, 11 2009: 1-28.
- Sarıkamış, Cevat. *Sermaye Pazarları*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım, tarih yok.
- Seval, Belkıs, ve İlker Gökbulut. «Risk-Getiri Seminer Notları.» tarih yok.
- Sevinç, Erkan. «İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalama-Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması.» *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Finansman Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2007.
- Sharpe, William F. «A Linear Programming Approximation For The General Portfolio Analysis Problem.» *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*. December 1971.
- Sipahioğlu, Aydın, ve Tuğba Saraç. «Çok Amaçlı Sırt Çantası Probleminin Çözümüne Yeni Bir Yaklaşım: Konik Skalerleştirme.» *Endüstri Mühendisliği Dergisi* 21, no. 4 (2010): 2-12.
- Spronk, Jaap. *Interactive Multiple Goal Programming: Applications to Financial Planning*. Martinus Nijhoff Publishing, Boston, MA., 1981.
- Şahin, Hasan. «http://80.251.40.59/politics.ankara.edu.tr/hsahin/fin_etkinsinir.ppt .» tarih yok.
- Şensoy, Derya. «Hisse Senedi Portföyünün Yönetimi ve İMKB’de Bir Uygulama.» *Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Doktora Tezi*. İstanbul, 1996.
- Talbi, El-Ghazali, Matthieu Basseur, Antonio J. Nebro, ve Enrique Alba. «Multi-Objective Optimization Using Metaheuristics: Non-Standard Algorithms.» *Intl. Trans. in Op. Res.* 19, 2012: 283-305.
- Taylan, Ali Sabri, ve Hüseyin Tatlıdıl. «Portfolio Optimization with Shortage Function and Higher Order Moments: An Application In ISE-30 .» *International Conference, 24th Mini EURO Conference “Continuous Optimization and Information-Based Technologies in the Financial Sector”*, 2010.
- TDK. *Genel Türkçe sözlük*. 2013. (01 15, 2013 tarihinde erişilmiştir).

- TSPAKB. «Finansal Yönetim.» *Sermaye Piyasası Faaliyetleri İleri Düzey Lisans Eğitimi*. Ekim 2012.
- Ulucan, Aydın. *Portföy Optimizasyonu-Kuadratik Programlama Tabanlı Modelleme*. Ankara: Siyasal Kitabevi, 2004.
- Ulucan, Aydın, ve Armağan Tarım. «Markowitz Kuadratik Programlama Portföy Seçim Modeli İçin Planlama Ufkunun Ampirik Olarak Belirlenmesi: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Uygulaması.» *Ankara Üniv SBF Dergisi*, tarih yok: 144-159.
- Usta, Öcal. *İşletme Finansı ve Finansal Yönetim*. Ankara: Detay Yayıncılık, 2005.
- Üstün, Özden. «Çok Amaçlı Portföy Optimizasyon Problemi ve Çözüm Yaklaşımları.» *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*. Haziran 2007.
- Xu Qi-fa , Kang Pu, ve Jiang Cui-xia . «Dynamic Portfolio Selection with Higher Moments Risk Based on Polynomial Goal Programming.» *International Conference on Management Science & Engineering*, 2007.
- Yamazaki, H., ve H. Konno. «A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimization model.» *Annals of Operations Research* 45, 1993: 205–220.
- Yamazaki, Hiroaki, ve Hiroshi Konno. «Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market.» *Management Science* 37, 1991.
- Yarız, Ahmet. *Bankacılıkta Risk Yönetimi-Risk Matrisi Uygulaması*. İstanbul: Nobel Yayın, 2011.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

<http://borsaistanbul.com/>

<http://www.iab.gov.tr/>

<http://evds.tcmb.gov.tr/cbt.html>

<http://www.tdk.gov.tr/>

<http://www.tspakb.org.tr/tr/>