

**T.C.
ZONGULDAK KARAELMAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Doktora Tezi

**ARFIMA VE FIGARCH YÖNTEMLERİNİN MARKOWITZ
ORTALAMA VARYANS PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA
KULLANILMASI: İMKB-30 ENDEKS HİSSELERİ ÜZERİNE
BİR UYGULAMA**

Mehmet Pekkaya

Zonguldak 2011

**T.C.
ZONGULDAK KARAELMAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

Doktora Tezi

**ARFIMA VE FIGARCH YÖNTEMLERİNİN MARKOWITZ
ORTALAMA VARYANS PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA
KULLANILMASI: İMKB-30 ENDEKS HİSSELERİ ÜZERİNE
BİR UYGULAMA**

**Hazırlayan
Mehmet Pekkaya**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ali Sait Albayrak**

Zonguldak 2011

T.C.
ZONGULDAK KARAELMAS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İşletme Anabilim Dalında 2005638201004 numaralı Mehmet PEKKAYA'nın hazırladığı "ARFIMA ve FIGARCH Yöntemlerinin Markowitz Ortalama Varyans Portföy Optimizasyonunda Kullanılması: İMKB-30 Endeks Hisseleri Üzerine Bir Uygulama" konulu DOKTORA tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 25.05.2011 Çarşamba günü saat 14:00'da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezinin onayına OYBİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan _____

Prof. Dr. Selman KARAYILMAZLAR (Başkan)

Üye _____

Prof. Dr. Turhan KORKMAZ

Üye _____

Doç. Dr. Hasan VERGİL

Üye _____

Doç. Dr. Nurettin ÖZTÜRK

Üye _____

Doç. Dr. Ali Sait ALBAYRAK (Danışman)

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

30.05. 2011


Doç. Dr. Hasan VERGİL
Enstitü Müdür Vekili

ÖZET

Kurum	: ZKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı
Tez Başlığı	: ARFIMA ve FIGARCH Yöntemlerinin Markowitz Ortalama Varyans Portföy Optimizasyonunda Kullanılması: İMKB-30 Endeks Hisseleri Üzerine Bir Uygulama
Tez Yazarı	: Mehmet Pekkaya
Tez Danışmanı	: Doç. Dr. Ali Sait Albayrak
Tez Türü, Yılı	: Doktora Tezi, 2011
Sayfa Adedi	: 176

Finans yazınında, Markowitz Ortalama Varyans portföy optimizasyon modeli için bazı problemler ifade edilmekte ve bu problemlere yıllardır alternatif çözümler aranmaktadır. Ancak, portföy optimizasyon problemlerinin hepsine çözüm olanağı sunan genel kabul görmüş bir yöntem söz konusu değildir. Optimizasyon hesaplamalarında kullanılan hisse senedi beklenen getirilerin nasıl hesaplanacağı bir tartışma konusudur. Bu anlamda, farklı uygun yöntemlerle üretilen öngörü değerinin portföy optimizasyonları üzerinde anlamlı farklılıklar meydana getirebileceği ileri sürülmektedir.

Bu çalışmada, kesirli bütünleşik modellerden elde edilen öngörü verileri kullanılarak optimize edilen portföylerin daha yüksek performans gösterip gösteremeyeceği test edilmiştir. Bunu gerçekleştirmek için, İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetlerinin Ocak 1990 - Haziran 2010 aralığındaki aylık sürekli getirileri kullanılmıştır. Son 42 aylık dönem için ARFIMA modeliyle getiri öngörülleri ve FIGARCH modeliyle varyans öngörülleri yapılmıştır. Bu öngörü verileri kullanılarak 42 dönemlik dinamik portföy optimizasyonları oluşturulmuştur. Sharpe oranı maksimizasyonu ve risk minimizasyonuna göre oluşturulan dinamik portföylerin performansları geriye dönük test ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, söz konusu bu portföylerin performansları, klasik Markowitz beklenen getirileri kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ABD kaynaklı “Mortgage Krizi”ni de içeren bu incelenen dönemde İMKB-30 Endeks hisse senetleri bazında araştırma hipotezindeki görüşü destekleyen sonuçlara ulaşılamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kesirli Bütünleşme, Uzun Hafıza Modelleri, Geriye Dönük Test, Portföy, Ortalama Varyans.

ABSTRACT

Institution : ZKÜ Institute of Social Sciences, Department of Management
Title : Using ARFIMA and FIGARCH Methods in Markowitz Mean Variance Portfolio Optimization: An Application on ISE-30 Index Stocks
Author : Mehmet Pekkaya
Adviser : Associate Prof. Dr. Ali Sait Albayrak
Type of Thesis, Year : Ph.D. Thesis, 2011
Total Number of Pages : 176

In the last decades, some problems are noticed about Markowitz Mean Variance portfolio optimization model and alternative solutions have been investigated for these problems. However, there is not a generally accepted model which offers a solution to all portfolio optimization problems. Determining the stock expected return which is used in portfolio optimization is a controversial subject. Therefore, it is stated that generating forecasting values by different acceptable methods make significant difference on portfolio optimizations.

In this study, whether enhanced optimized portfolios may be obtained via using fractional integrated models which ensures return forecast is examined. The empirical study is done by using monthly logarithmic returns of ISE-30 Index stocks between January 1990 and June 2010. Return forecasts via ARFIMA model and variance forecasts via FIGARCH model are produced for last 42 months. Dynamic portfolio optimizations are realized by using these forecast values for 42 months. Performance of dynamic portfolio which is determined by maximizing Sharpe ratio and minimizing risk assessed with back testing. Moreover, performances of these portfolios are compared with equivalent dynamic optimized portfolios which use classical Markowitz expected returns. According to the results, the hypothesis investigated is not supported on ISE-30 Index stocks for forecast period including “Mortgage Crises” which is originated from USA.

Keywords: Fractional Integration, Long Memory Models, Back Testing, Portfolio, Mean Variance.

ÖNSÖZ

Bu doktora çalışmasının hazırlanması sırasında ilgi ve desteğini esirgemeyen hocam ve tez danışmanım Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (ZKÜ) İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi (İİBF) İşletme Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ali Sait Albayarak'a; görüş ve önerileriyle çalışmaya katkıda bulunan Doktora Tez İzleme Komitesi üyeri ZKÜ İİBF İşletme Bölümü Başkanı Prof. Dr. Turhan Korkmaz ve ZKÜ İİBF İktisat Bölümü öğretim üyesi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. Hasan Vergil'e; çalışmanın ARFIMA ve FIGARCH öngörülerine ait uygulama kısmındaki Gauss kodlarının uyarlanması ve düzenlenmesindeki yardımlarından dolayı Doğu Akdeniz Üniversitesi İşletme ve Ekonomi Fakültesi İktisat Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mehmet Balcılar'a; Doktora tezinin daha iyi duruma gelmesi için katkıda bulunan ZKÜ İİBF öğretim elemanlarından Öğr. Gör. Akif Emiroğlu, Yrd. Doç. Dr. Hamdi Genç ve Yrd. Doç. Dr. Rasim İlker Gökbulut'a; tez yazımında manevi destek, sabır ve hoşgörüsünü esirgemeyen başta eşim Semra Pekkaya ve annem Şükriye Pekkaya olmak üzere adını burada sayamadığım ZKÜ İİBF öğretim üyelerine sonsuz şükranlarımı sunarım.

Mehmet Pekkaya
Zonguldak 2011

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1
1. PORTFÖY OPTİMİZASYONU VE MODERN PORTFÖY TEORİSİ (MPT)	9
1.1. MPT'nin Tarihi Gelişimi.....	9
1.2. Modern Portföy Teorisinin Varsayımları.....	13
1.3. Portföyün Getirisi ve Portföyün Riski.....	15
1.3.1. Portföyün Getirisi.....	15
1.3.2. Finansal Anlamda Risk	18
1.3.2.1. Toplam Riskin Kaynakları	18
1.3.2.2. Portföy Çeşitlendirmesi.....	22
1.3.2.3. Risk Yönetimi	24
1.3.3. Portföyün Riski	24
1.4. Markowitz Ortalama Varyans (OV) Modeli	28
1.5. Etkin Portföy	31
2. PORTFÖY OPTİMİZASYON PROBLEMİNDE ÖNEMLİ HUSUSLAR VE PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA KULLANILAN BAŞLICA MODELLER... 35	
2.1. OV Optimizasyonunda Michaud'un Üzerinde Durduğu Yaklaşımlar.....	35
2.2. OV Modeli Oluşturulurken Dikkate Alınması Gereken Hususlar	37
2.2.1. Bayesian Yaklaşımı.....	38
2.2.2. Robust Yaklaşım	39
2.2.3. Ortalamaya Dönüş.....	40
2.2.4. Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar.....	41
2.2.5. Fayda Fonksiyonunun Belirlenmesi.....	42
2.2.6. Çok Dönemli Yatırım Hedeflerine Göre Portföy Oluşturulması	44
2.2.7. Finansal Planlama Çalışmalarında Simülasyonun Önemi	45
2.2.8. İşlem Maliyetinin Dikkate Alınması.....	46
2.2.9. Finansal Kısıtlar, Faiz Oranları ve Sermaye Yapısı Gibi Diğer Faktörlere Dikkat Edilmesi	46
2.2.10. OV Optimizasyon Problemi Çözümü için Alternatif Yaklaşımlar	47

2.3. Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller	48
2.3.1. Kuadratik Programlama Modeli.....	49
2.3.2. Fayda Fonksiyonu	51
2.3.3. Sharpe Oranı	52
2.3.4. Sermaye Piyasası Doğrusu (CML)	54
2.3.5. Çok Amaçlı Portföy Optimizasyon Modelleri	57
2.3.6. Endeks Modelleri	58
2.3.7. Ortalama Mutlak Sapma Modeli (OMS)	61
2.3.8. Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (OVÇ).....	63
2.3.9. Ortalama Semivaryans Modeli.....	65
2.3.10. Ortalama Hedef Modeli (OHM)	67
2.3.11. Beklenen Getiriden Sapmaya Göre Optimizasyon	67
2.3.12. Geometrik Ortalamaya Göre Optimizasyon	68
2.3.13. Min-Mak Stratejisi	69
3. UZUN HAFIZA MODELLERİ.....	70
3.1. Kesirli Bütünleşme (FI).....	71
3.2. Robinson Testi	75
3.3. ARFIMA Modeli.....	76
3.4. FIGARCH Modeli.....	78
4. ARFIMA VE FIGARCH YÖNTEMLERİNİN MARKOWITZ OV PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA KULLANILMASI: İMKB-30 ENDEKS HİSSELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA	79
4.1. Veriler	80
4.2. ARFIMA ile Beklenen Getiri ve FIGARCH ile Risk Öngörüler.....	89
4.3. Portföy Optimizasyonları	96
4.3.1. Portföyün Getirisinin ve Riskinin Hesaplanması.....	97
4.3.2. Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Modeller	99
4.4. Optimizasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi	102
SONUÇ	109
KAYNAKÇA.....	114
EKLER	128
Ek 1: İMKB-100 Endeksi Kapanış Grafikleri (Ocak 1990 – Aralık 2010)	128
Ek 2: İMKB-100 Endeksi Logaritmik Grafikleri (Ocak 1990 – Aralık 2010)	129
Ek 3: Hisse Senedi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler (Öngörü Dönemi Öncesi, Ocak 1990 – Aralık 2006)	130
Ek 4: Hisse Senedi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler (Öngörü Dönemi, Ocak 2007 – Haziran 2010)	131

Ek 5: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2006).....	132
Ek 6: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2007)	133
Ek 7: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2007).....	134
Ek 8: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2008)	135
Ek 9: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2008).....	136
Ek 10: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2009)	137
Ek 11: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2009).....	138
Ek 12: Robinson Testine ait GAUSS Kodları.....	139
Ek 13: Robinson Testi Sonuçları.....	140
Ek 14: ARFIMA Modeli Seçimi ve Seri Öngörüsüne ait Gauss Kodları	141
Ek 15: ARFIMA ile Beklenen Getiri (Aylık)	142
Ek 16: Markowitz'e göre Beklenen Getiri (Aylık)	145
Ek 17: Gerçekleşen Hisse Senedi Sürekli Getirileri (Aylık).....	148
Ek 18: ARFIMA Öngörülerindeki Doğru Yön Tahmin Başarısı.....	151
Ek 19: FIGARCH(1,d,1) Öngörüsüne ait GAUSS Kodları	152
Ek 20: FIGARCH(1,d,1) Yöntemi ile Hisse Senedi Riskleri (Standart Sapma)..	153
Ek 21: Markowitz'e göre Hisse Senedi Riskleri (Standart Sapma)	156
Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları	159
Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları	166
Ek 24: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Aylık Getiri).....	173
Ek 25: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Bileşik Getiri)	174
Ek 26: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Aylık Getiri)	175
Ek 27: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Bileşik Getiri)	176

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1: Markowitz Öncesi Portföy Teorisi	10
Tablo 1.2: Modern Portföy Teorisinin Temelleri.....	11
Tablo 1.3: Riskin Kaynakları	20
Tablo 2.1: Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller.....	48
Tablo 3.1: Serinin Yapısına Göre FI Parametresinin Değerine Göre Anlamı	77
Tablo 4.1: Optimizasyonda Kullanılan Hisse Senetleri ve 6 Aylık Öngörü Dönemleri için Kullanılan Gözlem Sayıları	84
Tablo 4.2: Hisse Senedi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	87
Tablo 4.3: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları Arasındaki Korelasyon	105
Tablo 4.4: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları Arasındaki Korelasyon	106
Tablo 4.5: Bağımlı İki Örnek t -Testi Sonuçları	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Risk Bileşenleri.....	19
Şekil 1.2: Uluslararası Çeşitlendirmenin Portföy Riskliliği Üzerine Etkisi.....	21
Şekil 1.3: ABD ve İngiltere’de Portföy Çeşitlendirmesinin Portföyün Riski Üzerine Etkisi.....	22
Şekil 1.4: İki Varlıktan Oluşan Portföyün Riski ve Getirisi	26
Şekil 1.5: Etkinlik Sınırı.....	32
Şekil 2.1: CML’ye Göre Portföy Seçimi	54
Şekil 2.2: Risksiz Faiz Oranının Belirgin Olmadığı Ortamda Portföy Seçimi	56
Şekil 2.3: Borç Alma ve Borç Verme Oranlarına Göre Portföy Seçimi	56
Şekil 4.1: İMKB-30 Endeksi Kapanış Grafiği (Ocak 1997 – Aralık 2010).....	81
Şekil 4.2: İMKB-30 Endeksi Logaritmik Grafiği (Ocak 1997 – Aralık 2010).....	81

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey-Fuller Birim Kök Testi
AR	: Otoregresif Süreç
ARFIMA	: Kesirli Bütünleşik ARMA
ARIMA	: Bütünleşik ARMA
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
CAPM	: Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli
CML	: Sermaye Piyasası Doğrusu
EMH	: Etkin Market Hipotezi
FI	: Kesirli Bütünleşme
FIGARCH	: Kesirli Bütünleşik GARCH
FTSE-100	: Hisse Senetleri Endeksi (İngiltere)
GA	: Genetik Algoritma
GARCH	: Genelleştirilmiş Otoregresif Şartlı Değişen Varyans (Generalized Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity)
IGARCH	: Bütünleşik GARCH
ISEQ	: Hisse Senetleri Endeksi (İrlanda)
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İMKB-30	: İMKB’de işlem gören ve işlem hacmi bakımından ilk 30’a giren hisse senetlerinin endeksi; İMKB-50 ilk 50’ye ve İMKB-100 ise ilk 100’e giren hisse senetleri endeksidir.
MA	: Hareketli Ortalama Süreci
MAE	: Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
MPT	: Modern Portföy Teorisi
MSE	: Hata Kareleri Ortalaması (Mean Squares Error)
Nikkei-225	: Hisse Senetleri Endeksi (Japonya)
OHM	: Ortalama Hedef Modeli
OMS	: Ortalama Mutlak Sapma
OV	: Ortalama Varyans
OVC	: Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli
PMPT	: Post-Modern Portföy Teorisi
PP	: Phillips-Perron Birim Kök Testi
RMD	: Riske Maruz Değer
S&P-500	: Standart & Poors (S&P) derecelendirme firmasının belirlediği 500 hisse senedinden oluşan endeks (ABD)
TE	: İzleme hatası
TEV	: İzleme hatası varyansı
YSA	: Yapay Sinir Ağları

GİRİŞ

Portföy, ağırlıklı olarak hisse senedi ve tahvil olmak üzere çeşitli menkul kıymetleri veya taşıt ve konut gibi gerçek varlıkları içerebilmektedir. Portföy, bu varlıklara yapılan farklı oranlardaki yatırımlardan meydana gelen, belirli kişi veya grubun elinde bulunan finansal ve reel varlıkların bir bileşimidir. Portföy yönetimi, portföy elemanları olan varlıklar arasındaki en düşük risk ve en yüksek karlılık için varlık dağılımlarını amaçlamaktadır. Portföy yönetimi, belirli yöntem ve tekniklerle, yatırımcının risk ve beklenen getiri görüşüne göre portföyü oluşturup yönetmesini kapsamaktadır.

Portföy oluşturmanın temel amacı, çeşitlendirmenin etkisiyle yatırım riskini azaltmaktır. Portföy riskinin azaltılması, tüm yumurtaların aynı sepete konulmaması ve tüm yatırımın tek varlık üzerinde değerlendirilmemesi olarak ifade edilebilir. Günümüzde, hemen hemen bütün yatırım fonları ve özellikle ABD'deki piyasa değeri trilyon dolarları bulan emeklilik fonları vb. birçok fon veya yatırım ortaklığı, alternatif varlıkları değerlendirerek en yüksek getiriyi sağlayacak portföyü oluşturma amacındadır. Ancak riskten kaçınırken daha yüksek seviyedeki portföy beklenen getirisinden taviz verilebilmektedir. Diğer bir anlatımla daha yüksek getiri, genellikle daha yüksek riski içermektedir. Bu anlamda, optimum portföy seçiminde kullanılacak model oluşturulurken, modeldeki kısıtlar ve optimizasyon hesaplamalarında kullanılacak verilerin belirlenmesi yıllardır önemli bir tartışma konularıdır.

Klasik portföy optimizasyon hesaplamalarında yatırımcılar, portföyü oluşturan varlıkların getirileri yardımıyla portföyün beklenen getirisini bir ölçüde hesaplayabilmektedir. Ancak, portföyün riski hakkında çok sayıda faktörün olması ve risk hesaplaması için genel kabul görmüş bir yöntemin olmaması nedeniyle ilk zamanlarda risk hesaplaması net olarak ifade edilmemiştir. Yatırım yapılması planlanan varlık sayısı arttıkça, yatırım fırsatları arasından seçim yapmak zorlaşmaktadır. Bu anlamda asıl problem, portföy oluşturmak için yatırım yapılacak alternatif varlıklar arasında seçim yapmak ve seçilen varlıklara yapılacak yatırım

oranının belirlenmesidir. Böylece, portföyü oluşturan alternatif varlıkların getiri ve risk hesaplamaları portföy optimizasyonunda önem kazanmaktadır.

Portföyün riski, akademisyenler ve yatırımcılar tarafından yıllardır bilinen ve ifade edilen kavram olmasına rağmen, 1950’li yıllara kadar sayısallaştırılmış ve genel kabul görmüş modern anlamda bir risk ölçümü yapılmamıştır. Markowitz (1952) ve Roy (1952)’un yaptıkları çalışmalarda, risk hesaplamasında standart sapma veya varyansı kullanmaları, sonraki çalışmalarda genel kabul görmüştür. Modern anlamda risk hesaplamaları, portföy varlıklarının getirileri arasındaki korelasyonu ve varlık getiri varyanslarını dikkate alan standart sapma ile hesaplanmakta ve portföyün beklenen getirisinden aşağı ve yukarı yönlü sapmaları içermektedir. Ancak son yıllardaki portföy riski hesaplamaları üzerine yapılan çalışmalar, özellikle aşağı yönlü riski dikkate alan semivaryans üzerinde durmaktadır.

Modern anlamda portföy yönetiminin temelleri, 1950’li yıllarda portföy optimizasyonunda ortaya koyduğu Ortalama Varyans (OV, Mean Variance) modeli ile Markowitz tarafından atılmıştır. Modern Portföy Teorisi (MPT) öncesinde, getiri hesaplamaları yapılırken riskin dikkate alınması gerektiği ifade edilmesine rağmen, risk hesaplaması için sayısallaştırılmış genel kabul görmüş bir yöntem açıkça ortaya konmamıştır. Markowitz’e kadar portföy yönetimi, kendine ait kuralları olan bir çeşit bilgi, deneyim ve sezgiye dayanan, ağırlıklı olarak fayda maksimizasyonuna dayalı uygulamalar içeren geleneksel bir yöntem olarak ifade edilmiştir. OV modelinde Markowitz, portföy varlıkları arasındaki korelasyon değerlerini dikkate alarak, özellikle portföy riskinin hesaplanması amaçlı bilimsel bir model üzerinde çalışmıştır.

Roy (1952) ve Markowitz (1952), birbirinden habersiz aynı yılda çalışmalarını yayınlamışlar ve hemen hemen benzer şekilde varlıkların risk, getiri ve varlıklar arasındaki korelasyonları dikkate alarak portföy optimizasyonu üzerinde çalışma yapmışlardır. Markowitz ve Roy’un çalışmaları arasındaki iki temel fark, Markowitz (1999)’in kendi ifadesiyle (1) portföy optimizasyonunda varlıklara yapılan yatırımlarda Markowitz açığa satış kullanmazken, Roy açığa satışa olanak sağlamış, (2) Markowitz yatırımcılara etkinlik sınırı içinden bir portföy seçimini önerirken,

Roy ise yatırımcı tercihlerine göre özel portföy seçimlerini tavsiye etmiştir. Roy, bu alanda dikkate değer başka bir çalışma ortaya koymazken, Markowitz modern portföy teorisi (MPT) üzerinde kitap ve makaleler olmak üzere birçok çalışma yapmış ve 1990'da bu alandaki katkılarından dolayı Nobel Ekonomi Ödülünü almaya hak kazanmıştır. Markowitz, temel olarak, portföy varlıkları arasındaki korelasyonları düşük olan yatırım araçları tercih edilmesinin önemini vurgulayarak, bu şekildeki portföy atamalarının, portföy riskini düşüreceğini vurgulamıştır. Ayrıca Markowitz, 1950'li yıllarda, etkinlik sınırı üzerine yaptığı çalışmalarla öne çıkmaktadır.

Markowitz (1952), MPT'nin temelini atmasını izleyen yıllarda, teoriyi destekleyici birçok bilimsel makale ile MPT'nin gelişmesini sağlamıştır. Markowitz'in bu çalışması, MPT'nin şekillenmesi ve gelişmesinde temel olmuştur. Markowitz'in çalışmasının avantajlı yönlerinden birisi, Markowitz'den bireysel tavsiyeler alan Sharpe (1964)'in Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelinin (CAPM) temelini atmasıdır. CAPM'in önemli avantajı, çok varlıklı portföy hesaplamalarında Markowitz OV modeline göre çok daha az sayıda varyans ve kovaryans hesaplamasının yeterli olmasıdır. William Sharpe, hala finansal hesaplamalarda temel kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan CAPM ve risk temelli ilk portföy performans ölçütü olan Sharpe oranını geliştirmiştir. CAPM ve Sharpe oranı, hem varlık hem de portföy hesaplarında kullanılabilmekte olup Markowitz'in oluşturduğu bilimsel zeminde geliştirilmiş önemli adımlardır. Fabozzi vd. (2006:15) göre OV analizi, yeni bir terminoloji olan yatırım yönetimi alanının da ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu anlamda, başta risk hesaplamaları olmak üzere, OV modeli temel alınarak elde edilen farklı sayısallaştırılmış çıkarsamalar, günümüzde portföy oluşturulmasında ve değerlemesinde çok sayıda işletme tarafından kullanılmaktadır. Bu risk hesaplamalarından JP Morgan tarafından 1994'de geliştirilen RiskMetrics'in Riske Maruz Değer (RMD, Value at Risk - VaR) hesaplamaları, bu alanda yeni bir dönem açmıştır. RMD, belirli bir olasılıkla ve genellikle bir gün gibi belli bir zaman aralığında, daha önceden oluşturulmuş bir portföyün maksimum kaybını tek bir sayı ile özetlemektedir. RMD yönetimi, belirli olasılıklar dikkate alınarak MPT'de hesaplanan portföy riskinin ifade edilmesi olarak değerlendirilebilir.

Portföy optimizasyonu yapılırken en önemli faktörün risk olduğu, portföy varlıkları arasındaki korelasyon incelemesinin bile portföy riskini düşürme amaçlı olduğu görülmektedir. Hatta son zamanlarda portföy optimizasyon yöntemlerinden RMD gibi bazı yöntemlerin, portföy riskini düşürme bazlı çalıştırıldığı bilinmektedir. Bu anlamda risk, iyi tarif edilmesi ve bilinmesi gereken bir konudur. Risk, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma miktarı veya olasılığı olarak ifade edilir. Yatırımcı, portföy riskinin bir kısmını kontrol edememektedir. Yatırımcı tarafından kontrol edilemeyen faiz oranı riski, piyasa riski, politik risk ve kur riski gibi risklere sistematik risk adı verilmektedir. Özellikle siyasi ve/veya ekonomik olaylardan kaynaklanmakta olan bu riskler yok edilemez ve ancak uluslararası bir boyutta yapılan portföy çeşitlendirmesiyle azaltılabileceği varsayılır. Ancak son yıllarda yaşanan yerel krizlerin çoğunlukla küresel krize dönüşmesi, sistematik risklerin eskiden olduğu gibi azaltılmasına pek imkan vermediğini ispatlar niteliktedir. Özellikle yatırım yapılan işletmeye veya alana bağlı olarak değişen riskin bir kısmı ise yapılan yatırım oranına göre yatırımcı tarafından kontrol edilebilmektedir. Yatırımcı tarafından kontrol edilebilen finansal risk, yönetim riski, iş ve endüstri riski ise sistematik olmayan risk olarak isimlendirilir. Portföy atamasını düzenleyen portföy yöneticileri, yatırımcının görüşlerine göre portföyün özellikle sistematik olmayan riskini minimize ederek, portföy getirisini maksimize etmeyi amaçlamaktadırlar.

Markowitz OV portföy optimizasyonu üzerinde çok sayıda çalışma olmasına rağmen, henüz portföy optimizasyon probleminde kesin bir çözüme ulaşılmamıştır. OV optimizasyonunun en belirgin problemi, kararsızlık (instability) ve belirsizlik (ambiguity) olarak ifade edilebilir (Michaud, 1998:141). Başlıca Markowitz OV portföy optimizasyon problemleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- (1) Michaud (1998)'un ifade ettiği kararsızlık ve belirsizlik, temelde portföy optimizasyonunda kullanılan serilerin yapısından veya portföy optimizasyon yapısının iyi ifade edilmemesinden kaynaklanabilmektedir. Serilerde yer alan tipik olmayan değerlerden olumsuz bir şekilde etkilenen OV modeli, bu tür veriler üzerine uygulanan portföy optimizasyonunda

büyük sapmalara yol açmaktadır. Fabozzi vd. (2007:139), klasik OV optimizasyon hesaplamalarında kullanılan verilerin güvenilir ve kararsız olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, optimizasyonda temel girdi olarak kullanılan varlıkların beklenen getirilerinin rassal olduğu kabul edilmiştir. Portföy beklenen getiri ve portföy risklerinin hesaplanmasında, klasik OV modelinde olduğu gibi varlık geçmiş verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapmasının kullanılması eleştirilmiştir. Özellikle hisse senedi gibi varlıkların, gelecek değerlerinin geçmiştekinin aynısı gibi davranacağını kabul etmek ayrı bir tartışma konusudur.

- (2) OV modelinde, portföyün riskinin hesaplamasında varyans veya standart sapma kullanılmaktadır. Varlık riski ve portföy riskini temsil için varlık geçmiş getiri değerlerinin standart sapması yerine, daha uygun risk ölçümleri aranmaktadır. Post modern portföy teorisi (PMPT), riski temsil için sadece aşağı yönlü dikkate almaktadır. Ayrıca, varlık getirilerinin asimetrik yapı izlemesinden dolayı, özellikle çarpıklığı dikkate alan modeller üzerinde durulmaktadır.
- (3) Portföy optimizasyonu için, alternatif çok sayıda model önerilmiştir. Piyasaya göre iyi çalışan portföy optimizasyon modelini net olarak ifade etmek çok önemli bir noktadır. Riske karşı çok veya nispeten daha az duyarlı gibi yatırımcı görüşlerindeki farklılıklar, optimize edilecek fayda fonksiyonunu yenilemeye zorlamaktadır. Yatırımcının gerçekte kabul edildiği gibi tam bir rasyonel düşünceden çok, karar vermede hislerinin de büyük rol oynadığını ifade eden davranışsal finansın da dikkate alınması gerektiği özellikle son yıllarda vurgulanmıştır. Portföy optimizasyonunda, portföy getirisinin maksimize ve riskin minimize edilmesi gibi iki temel amacın yanı sıra, varlıkların yıllık dağıttıkları kar payları, uzun-kısa dönem varlık getirisi performansı gibi çok sayıda amacın da optimizasyon modelinde olabileceği ifade edilmektedir.
- (4) Varlık alım-satım işlemi, transfer maliyetleri ve vergi masrafları model yapısını daha karmaşık bir hale getirdiği için başta Markowitz OV modeli

olmak üzere, portföy optimizasyon modellerinde dikkate alınmamaktadır. Ülkelerde, hatta yatırımcıya göre farklı vergi uygulamaları, işlem maliyetleri söz konusu olabilmektedir. Pratikte, varlık alım-satım ve portföy oluşturmalarında bu maliyetler dikkate alındığında, mevcut modellere göre sonuçlar çok değişebilmektedir.

Portföy optimizasyonu, sermaye ve yatırım kavramının geçtiği her yerde karşılaşılmakta ve bu problemin daha başarılı çözümü için çok sayıda akademisyen ve yatırımcı çözüm yolları aramaktadır. Ancak, üzerinde bu kadar çok çalışılmasına rağmen, bahsi geçen problemlerin hepsine birden çözüm getiren ideal bir yöntem hala bulunmuş değildir. Birçok çalışma, OV modelinin problemlerine çözüm önerileri hususunda çalışılmaktadır.

Bu çalışmada, Markowitz OV portföy optimizasyon problemlerinin aşılmasında yardımcı olması için dikkate alınması gereken hususlara değinilmiş ve alternatif portföy optimizasyon modelleri üzerinde durulmuştur.

Fabozzi vd. (2007:139-140) klasik OV portföy optimizasyonunda kullanılan verilerin güvenilmez, kararsız veya nadiren de olsa yanlış portföy oluşturulmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu anlamda, örneğin oynaklık için kümeleme teknikleri ve GARCH modeli gibi daha iyi öngörü yöntemlerinin kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Michaud (1998:127), özenli hisse senedi getiri öngörülerinin OV portföy optimizasyonunda önemli rol oynadığını ve optimize portföy değerini iyileştireceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada, Michaud'un getirilerin öngörü değerlerine verdiği önem baz alınarak, kesirli bütünleşik (FI) modeller ile elde edilen hisse senedi getiri öngörülerini kullanarak oluşturulan optimize portföylerin, daha yüksek bir performans gösterecekleri hipotezinin doğru olup olmadığı İMKB-30 Endeks hisseleri üzerinde araştırılmıştır. İMKB-30, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) en yüksek işlem hacmine sahip ilk 30 hisse senedini içeren endeksidir.

Bu amaçla, zaman serilerinde dalgalanmaları da modelleyebilen ve son yıllarda öngörü hesaplamalarında kullanılan yöntemlerden birisi olan FI modeller bu

çalışmada kullanılmıştır. FI modellerinden ARFIMA (Otoregresif Kesirli Bütünleşik Hareketli Ortalama - Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average) modeli kullanılarak hisse senedi beklenen getirisi yerine hisse senedi getiri öngörülleri ve FIGARCH (Kesirli Bütünleşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans - Fractionally Integrated Generalized Auto-Regressive Conditionally Heteroscedasticity) modeli kullanılarak hisse senedi varyans öngörülleri yapılmıştır.

Bu çalışma, klasik OV modelinde temel veri olarak FI modelleri ile elde edilen öngörüller kullanılarak İMKB-30 endeks hisseleri üzerine bir portföy optimizasyon uygulaması niteliğindedir. Portföy optimizasyonları, Sharpe oranının maksimizasyonuna ve riskin minimizasyonuna göre yapılmıştır. Sharpe oranı, genelde performans ölçütü olarak kullanılmakta olup, birim riske karşılık beklenen getiriyi ifade etmektedir. İMKB-30 endeks hisseleri kullanılarak her ay için güncellenen dinamik yapıdaki optimize portföylerin başarısı, geriye dönük test (backtesting) ile değerlendirilmiştir. Getiri ve risk öngörülleri kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerin getiri performansları, klasik OV verileri kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerin getirileri ve piyasa getirileriyle karşılaştırılarak 42 aylık dönem (Ocak 2007 – Haziran 2010) için değerlendirilmiştir.

Klasik OV modelinde, varlık getiri serisinin aritmetik ortalaması varlık beklenen getirisini ve varlık getiri serisinin standart sapması varlık riskini vermektedir. Ancak bu modelin en çok eleştirilen noktalarından biri, varlıkların gelecekte de tarihi seyrinin aynısı şeklinde davranacağı garantisinin olmamasıdır. Bu çalışmada, her bir varlığın bir sonraki dönem(ler)in beklenen getirileri öngörülerek elde edilen beklenen getirilerin dinamik optimizasyon modellerinde kullanılmasının daha anlamlı sonuç vereceği düşünülmüştür.

Çalışma 4 bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde MPT'nin tarihi gelişimi ve MPT'nin temelini atan Markowitz'in esinlendiği çalışmalara değinilmiştir. Sonrasında portföyün getirisi ve riski ve OV modeli üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde, OV optimizasyon problemleri için dikkate alınması gereken hususlar ve OV optimizasyon problemlerine son yıllarda bir çok çalışmasıyla katkıda bulunan Michaud'un önerdiği yaklaşımlar özetlenmiştir. Bu bölümde özellikle portföy optimizasyon problemlerine çözüm alternatifleri veya başlıca portföy optimizasyon modelleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde uzun hafıza modellerinden ARFIMA ve FIGARCH modelleri üzerinde durulmuştur. Rassal bir değişim içinde olan hisse senedi beklenen getiri öngörülerinin başarı düzeyi çok düşüktür. Hisse senedi getiri serisinin kesirli bütünleşme modeline uygunluğu ve tahminlerde kesirli bütünleşme modelinin tercih edilmesinin nedenleri belirtilmiştir.

Dördüncü bölümde ise İMKB-30 endeks hisse senetlerinin beklenen getirisi ARFIMA ile ve riski FIGARCH ile 42 aylık öngörüler yapılmıştır. Veri olarak bu öngörü değerleri kullanılarak maksimum Sharpe oranına ve minimum riske göre 42 aylık dinamik optimum portföyler oluşturulmuştur. Elde edilen portföylerin performansları geriye dönük test ve klasik Markowitz verileri kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerle değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümünde ise, FI modellerinden elde edilen verilerle ve klasik Markowitz veriler kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerden elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. PORTFÖY OPTİMİZASYONU VE MODERN PORTFÖY TEORİSİ (MPT)

1.1. MPT'nin Tarihi Gelişimi

Portföy, ağırlıklı olarak hisse senedi ve tahvil olmak üzere çeşitli menkul kıymetler üzerinde yapılan farklı oranlardaki yatırımlardan meydana gelen, belirli kişi veya grubun elinde bulunan finansal nitelikteki varlıklardır. Bin yıllar önce dahi, insanlar yaptıkları yatırım ve ticaretlerde risk ve getiri ilişkisini dikkate almışlardır. Ancak genel kabul görmüş hesaplama yöntemleri yerine, 1950'lere kadar genelde sezgiye dayalı kararlar vermişlerdir. Bu riskten kaçış ve yüksek getiriye önem verme, günümüzde artan önemle dikkate alınan faktörlerdendir.

Markowitz (1999), kendisinden yıllar önce Shakespeare'in, yatırımlarda çeşitlendirmeyi bilmeseydi bile kovaryansı anladığını ima eden bir sahnenin yazımını dile getirmiştir. Markowitz'e kadar portföy yönetimi, kendine ait kural ve ilkeleri olan geleneksel portföy yönetimi olarak isimlendirilebilir. Bu dönemde portföy oluşturulması, ağırlıklı olarak fayda maksimizasyonuna dayalı uygulamalar içermekte olup özellikle 1950'li yıllara doğru, birçok akademisyen tarafından çeşitlendirmenin önemi ve riski azaltıcı etkisi vurgulanmaya başlanmıştır.

Tablo 1.1'de, Markowitz'den önce portföy optimizasyonu üzerindeki temel görüşler özetlenmiştir. Hicks (1935), riskin öneminden bahsetmiş, ancak riskin belirlenmesi üzerinde hesaplama vermemiştir. Marschak (1938) ve Williams (1938) kendi çalışmalarında risk ve belirsizlik üzerinde durmuşlardır. Markowitz'in portföy teorisinin geliştirmesi, Williams'ın 1938'de yayınladığı kitabı incelediğinde gerçekleşmiştir. Wiesenberger (1941) ve Levin (1945), çeşitlendirmenin portföy riskini azaltacağını vurgulamışlardır. Ancak, rasyonel ve sayısal hesaplama içeren, genel kabul görmüş risk hesaplama yöntemi veya portföy oluşturma stratejisi 1952'ye kadar ortaya konmamıştır. Markowitz'in kendisi portföy risk ve belirsizlik kavramını anlamasında ve OV portföy optimizasyon modelinin geliştirmesinde Marschak, Williams ve Leavens'in katkısının önemini ifade etmektedir (Markowitz, 1999).

Tablo 1.1: Markowitz Öncesi Portföy Teorisi

Referans	Çalışma Katkısı	Açıklama
Hicks (1935)	1935’de, riskten bahsetmiş ama modellememiştir.	Hicks (1935), riskten bahsetmiş ama varlık-portföy riskinin nasıl hesaplanacağını formül olarak vermemiştir.
Marschak (1938)	Risk ve belirsizlik kavramlarının anlaşılmasında katkıda bulunmuştur.	Marschak, aynı zamanda Markowitz’in tez danışmanı olup, 1938’deki çalışması hariç, kendisine bu alanda yapılan birçok araştırmayı önererek Markowitz’in portföy teorisini geliştirmesine yardımcı olmuştur. Marschak’ın 1938’deki çalışması, portföy teorisine bir katkısı yok gibi görünse de, risk ve belirsizlik durumlarında piyasalar üzerinde çalışma yapma anlamında köşe taşı niteliğindedir (Markowitz, 1999).
Williams (1938)	Risk, belirsizlik, olasılık ve çeşitlendirme kavramlarının yatırımlardaki önemine değinmiştir.	Markowitz’in portföy teorisinin temellerini keşfi, Williams’ın 1938’de yayınladığı kitabı incelediğinde gerçekleşmiştir. Williams kitabında, olasılık, varlık beklenen getirisi, risk ve belirsizlikten bahsetmekte, fazla varlığa yatırım yapıldığında riskin azaldığını vurgulamaktadır. Ancak, portföy çeşitlendirmesinin üzerinde dururken, kovaryansın öneminden doğrudan bahsetmemiştir (Markowitz, 1991; Markowitz, 1999).
Wiesenberger (1941)	Yatırımcılara, çeşitlendirme yaparak yatırım yapmalarını önermiştir.	Yatırım firmasının yıllık raporunda, birçok varlığa yatırım yapılması yönünde, müşterileri olan yatırımcılara çeşitlendirme yapmalarını önermiştir. Bu durum, pratikte çeşitlendirmenin Markowitz’den önce de bilindiğini ve riski azaltma amaçlı uygulandığını göstermektedir (Markowitz, 1999).
Leavens (1945)	Risk ve çeşitlendirmenin önemini vurgulamıştır.	Aynı sektör içindeki çeşitlendirmenin, portföy riskini azaltmayabileceğini, farklı sektörlerde çeşitlendirmenin yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Çeşitlendirme üzerine söyledikleri Markowitz’in bu konuya dikkatini çekmesini sağlamıştır (Markowitz, 1999).

Markowitz (1952) ve Roy (1952), bu dönemde yapılmış çalışmalara yeni bir sistematik yaklaşım getirmiş, portföy oluşturmada, getiriye önem vermenin yanı sıra, korelasyonu da dikkate alarak hesaplanan portföy riskini dikkate alan çalışmalarıyla öne çıkmışlardır. Markowitz, 1952’de MPT’nin temellerini atmıştır. Markowitz’in kendisi, Roy (1952), Tobin (1958), Sharpe (1963; 1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966) başta olmak üzere birkaç araştırmacının çalışmaları MPT’yi güçlendirmiş ve şekillendirmiştir. Bu durum, Tablo 1.2’de ifade edilmiştir.

Tablo 1.2: Modern Portföy Teorisinin Temelleri

Referans	Çalışma Konusu	Açıklama
Markowitz (1952)	Modern portföy teorisinin (MPT) temelini atmıştır.	Beklenen getiri (μ), getirilerin varyansı olan risk (σ^2) ve varlıklar arasındaki kovaryans (σ_{ij}) değerleri kullanılarak ortalama varyans (OV) kombinasyonları olan etkin portföylerin üzerinde çalışmıştır. Bu çalışma, yatırımcıya risk-getiri kombinasyonlarını hesaplama ve portföy seçimine olanak sağlamıştır. Açığa satışın olmadığı ve bütçe kısıtının olduğu bir yatırımda 3 ve 4 varlıktan oluşan etkin portföylerin kümelerini gösterir geometrik analizler örneklendirilmiştir (Markowitz, 1952). Bu çalışmada, etkin portföylerin oluşturduğu küme, grafiksel olarak etkinlik sınırı olarak çizilmiş ve OV etkin portföyleri bir çeşit parabolik eğriye sahip olduğu gösterilmiştir.
Roy (1952)	Markowitz'den bağımsız şekilde, MPT temelini atılmasına katkıda bulunmuştur.	Roy, Markowitz'le aynı dönemde birbirinden bağımsız, portföy ortalama ve varyansı ve hatta varlıklar arasındaki kovaryansı kullanarak portföy optimizasyonu yapmıştır. Markowitz ve Roy'un çalışmaları arasındaki belirgin farklar aşağıdaki gibi belirlenebilir (Markowitz, 1999); 1) Markowitz, yatırımcıya etkin portföy kümesi içinde kişisel risk-getiri tercihlerine göre portföy seçimi yapma olanağı sunarken, Roy yatırımcıya, $(\mu-d)/\sigma$ amaç fonksiyonun maksimizasyonu hedefleyen özel bir portföy seçeneği sunmuştur. Buradaki d, en düşük getiriye sahip varlık değeri, σ ise portföy standart sapmasıdır. 2) Markowitz çalışmasında, yatırımcıya açığa satış seçeneği vermezken, Roy açığa satış olanağı vermiştir.
Markowitz (1956; 1987)	1952'deki 2 teknik hatasını düzeltmiş ve MPT katkıda bulunacak tartışmalar yapmıştır.	1952'de yaptığı çalışmasındaki 2 teknik hatayı düzeltmiştir. Bunlar, 1952'deki makalesindeki Şekil 6'da etkin portföy kombinasyonlarındaki varyansın konveks fonksiyon olması gerektiği ve Şekil 1'deki beklenen getirinin konkav çizildiği, ancak bu çizginin konkav veya konveks olamayacağıdır (Markowitz, 1999).
Tobin (1958), Sharpe (1963; 1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966)	Varlık fiyatlandırma modelinin (CAPM) temelini atmışlardır.	Tobin (1958) ve Sharpe (1964), daha sonrasında Lintner (1965) ve Mossin (1966), CAPM ve bugünkü finansal ekonominin temelini atmışlardır (Markowitz, 1999). Tobin ve Sharpe'in çalışmaları, n adet riskli ve bir risksiz varlıkla oluşturdukları benzer modellerde, ekonomik yapı ve matematiksel modellerindeki farklardan dolayı ayrılmaktadır. Her bir hisse senedinin getirisinin sadece kendi betasıyla ilişkide olması, CAPM denkleminde Sharpe'in bulduğu en önemli çıkarsamalarından biridir. Diğer önemli fark ise, Sharpe modelinin sermaye varlıklarına (capital assets) uygulanabileceğini savunurken, Tobin sadece parasal varlıklara (monetary assets) uygulanabileceği üzerinde durmaktadır (Markowitz, 1999).

Tablo 1.2: Modern Portföy Teorisinin Temelleri (Devam ediyor)

Referans	Çalışma Konusu	Açıklama
Hicks (1962)	Tobin'in 1958'deki çalışmasına benzer bir model kullanmıştır.	Hicks, 1962'deki çalışmasında, Markowitz'e (1999) göre, referans bile vermeden, Tobin'in 1958'deki modeline benzer bir model kullanmıştır. Ayrıca makalede, Tobin'in çıkarsamalarının yanı sıra etkinlik sınırı üzerinde detaylı analizler yapmıştır.
Sharpe (1966; 1994)	Sharpe oranını geliştirmiştir.	Sharpe (1966), fonların sahip olduğu birim riske karşılık beklenen getirisini hesaplayan performans ölçütü geliştirmiştir. Bu performans ölçütü zamanla varlık ve portföylerin performansının ölçümünde yaygın şekilde kullanılmıştır. Sharpe oranı hala, yatırımların yönetimi aşamasında kullanılmaktadır (Sharpe, 1994). Bu çalışmada olduğu gibi Sharpe performans ölçütü, portföy optimizasyon çalışmasında amaç fonksiyon olarak kullanılabilir (Churilov vd., 2004; Maller ve Turkington, 2002; Buckley vd., 2003:8).
Fama (1970)	Piyasa etkinliği üzerinde çalışmıştır.	Piyasa etkinliğinin menkul kıymetlerin piyasa fiyatını ne ölçüde etkilediğini araştırmıştır. Piyasa etkinliğini, piyasaya bilgi girişine göre (1) zayıf piyasa etkinliği, (2) yarı güçlü piyasa etkinliği ve (3) güçlü piyasa etkinliği olmak üzere sınıflandırmıştır. Bu etkinlik düzeyinin varlık fiyatları üzerinde etkisi göz ardı edilmemelidir.
Ross (1976)	Arbitraj Fiyatlama Modeli'ni geliştirmiştir.	CAPM'a alternatif olarak Ross (1976) tarafından Arbitraj Fiyatlama Modeli geliştirilmiştir. CAPM'ye göre daha kapsamlı ve karmaşık bir yapıda olup uygulanabilirliği tartışma konusudur.
JP Morgan (1995)	RMD ile portföyün aşağı yönlü risk hesaplamaları üzerinde önemi artmıştır.	ABD'nin uluslararası yatırım danışmanlık firması olan JP Morgan tarafından 1994'de geliştirilen RiskMetrics'in portföy riski hesaplamalarında önemli bir yeri vardır (JP Morgan, 1995). RMD, belirli bir olasılıkla ve genellikle bir gün gibi belli bir zaman aralığında, daha önceden oluşturulmuş bir portföyün maksimum kaybını tek bir sayı ile özetlemektedir. 2000'li yıllarda, portföy riski üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır. Swisher ve Kasten (2005), aşağı yönlü riski dikkate alarak portföy hesaplamaları yapılmasını, post modern portföy teorisi (PMPT) olarak belirtmişlerdir.

Markowitz'in OV modeli ile çok varlık içeren portföy hesaplamalarında çok sayıda varyans ve kovaryans hesaplaması söz konusudur. Sharpe, menkul kıymetler arasındaki doğrusal ilişki varlığından hareket ederek, her bir varlığın piyasa endeksi ile olan ilişkisini tekli indeks modeli ile ifade eder (Sharpe, 1963). Bu modelin en önemli avantajı, n sayıdaki varlıktan oluşan portföy hesaplamalarında Markowitz OV modeli $(n^2-n)/2$ varyans ve kovaryans hesaplaması yerine n kadar varlık varyansının endeksle ilişkisini hesaplamak yeterli olmaktadır. Sharpe (1963; 1964)'ün çalışmasına özellikle Lintner (1965; 1969) ve Mossin (1966)'nin yaptığı katkılarla

CAPM modelinin geliştirildiği bilinmektedir (Sharpe 1990:312). Portföy optimizasyonunu basitleştiren tekli endeks modelleri, büyük zaman ve maliyet avantajı sağlamış (Korkmaz ve Ceylan, 2007:526), bilgisayarın yaygınlaştığı, özellikle 1970'li yılların sonuna kadar, tercih edilen bir model olarak değerlendirilmiştir (Karan, 2001:221).

Fama (1970), piyasa etkinliğinin menkul kıymetlerin piyasa fiyatını ne ölçüde etkilediğini araştırmış ve piyasa etkinliğini belirleme üzerinde çalışmıştır. Öncelikle, testlerle piyasa etkinliğinin tespit edilmesi önemli olup, varlıkların piyasa fiyatlarının söz konusu bu piyasa etkinlik düzeyine göre farklılaşabileceği sonucuna varılmıştır.

CAPM'a alternatif olarak Ross (1976) tarafından geliştirilen ve daha karmaşık yapıdaki Arbitraj Fiyatlama Modeli'nin uygulanabilirliği tartışma konusudur. Bir varlığa ait piyasada tek fiyat olacağını ve farklı fiyat olduğunda arbitraj kazançlarının piyasada fiyat dengesini sağlayacağını savunmuştur. CAPM'ın piyasa endeksine bağlı yapısına ek olarak, enflasyon, faiz oranı ve ekonomik büyüme gibi faktörlerin etkisini de CAPM modeline dahil ederek varlık fiyatlarını hesaplamaya olanak sağlamaktadır (Karan, 2001:245-247).

1990'lı yıllarda meydana gelen şirket bazlı birçok iflaslar, riske verilen önemi artırmış ve bu alanda yapılan çalışmaları artırmıştır. Bunun sonucunda JP Morgan tarafından 1994'de geliştirilen RiskMetriks'in bu çalışmalarda önemli bir yeri vardır (JP Morgan, 1995). Banka ve yatırım fonları gibi birçok kuruluş tarafından yaygın bir şekilde kullanılan RMD, aşağı yönlü risk hesaplaması yapmaktadır.

1990'dan sonraki portföy ve portföy optimizasyonu üzerine olan çok sayıda makale, özellikle portföyün riski ve portföy optimizasyon problemlerinin giderilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

1.2. Modern Portföy Teorisinin Varsayımları

Markowitz'in OV modeli başta olmak üzere, CAPM gibi portföy oluşturma modelleri, bazı varsayımları kabul ederek model oluşturmuşlardır. Modern portföy kuramının varsayımları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- (1) Yatırımcı rasyonel düşünür ve yatırımcının amacı fayda fonksiyonunu maksimize etmektir. Yatırımcı, refah düzeyini yükseltecek yatırım kararlarını vermeyi hedefler (Ceylan ve Korkmaz, 1998:149).
- (2) Yatırımcı, yatırım kararını sadece beklenen getiri ve riske göre alır. Yatırım yapılan varlıkların getiri serisinin ortalaması beklenen getiri ölçütünü ve bu varlıkların getiri serisinin varyansı ise risk ölçütüdür (Ceylan ve Korkmaz, 1998:149).
- (3) Yatırımcıların, risk ve getiri üzerine beklentisi aynıdır. Yatırımcılar, aynı risk düzeyinde daha fazla getiriyi ve aynı getiri düzeyinde daha az riski tercih eder. Yatırımcıların, menkul kıymetlerin getiri, risk ve kovaryans anlama yetenekleri aynıdır (Karan, 2001:196).
- (4) Yatırımcılar, aynı ve özellikle bir dönemlik yatırım ufuklarına göre karar verir (Karan, 2001:195-196).
- (5) Sermaye piyasası oldukça etkindir. Yatırımcı, tüm bilgilere maliyetsiz ulaşabilmekte ve işlem maliyetleri sıfır olarak kabul edilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998:149).
- (6) Risksiz faiz oranı, tüm yatırımcılar için aynıdır. Tüm yatırımcılar, bu risksiz orandan hem yatırım yapabilir, hem de borçlanabilir (Karan, 2001:195-196).
- (7) Bireysel varlıklar sonsuz bölünebilir, isteğe bağlı olarak çok küçük dilimde satın alma gerçekleştirilebilir (Karan, 2001:196).
- (8) Klasik OV modelinde, yatırımcıya kısa satışa izin verilmezken (Markowitz, 1952), piyasada kısa satışa (ödünç satış) izin veren modeller (Roy, 1952) de söz konusudur. Bu varsayım, portföy optimizasyonu yapan araştırmacının ve yatırımcının kendisi tarafından belirlenebilmekte ve modele kısıt olarak dahil edilebilmektedir.

Bu varsayımlar, MPT üzerinde çalışanlar tarafından genel kabul görmüştür. Ancak, üzerinde tartışılan ve hala açıklığa kavuşmamış noktalar söz konusudur. Yatırımcının fayda fonksiyonunu maksimize etmesi düşünülürken, fayda fonksiyonunun tam tanımlanamaması, yatırımcının gelir, yaş vb. profiline göre fayda fonksiyonu değişebilmektedir. Ayrıca, piyasa şartlarına göre yatırımcı davranışları değişebilmekte, rasyonellikten uzaklaşabilmektedir. Son yıllarda önemi gittikçe artan davranışsal finans, yatırımcının özellikle rasyonel olmayan davranışları üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır.

Fama (1970), etkin piyasayı, mevcut bilgilerin piyasa fiyatlarına tam olarak yansımaları olarak tanımlamış, mevcut piyasa etkinliğini ölçen testler üzerinde çalışmıştır. Çeşitli borsalarda yapılan araştırmalar, tam etkin olmayan piyasaların var olması sonucunda, belirli tekniklerin yatırımcılara normalin üzerinde getiri sağladığı sonucuna varmıştır. Böylece, piyasalar arasındaki etkinlik farkını, bilgi girişinin çeşitliliğine göre zayıf, yarı kuvvetli ve kuvvetli olmak üzere üç gruba ayırmıştır (Karan, 2001:268). Bu durum, tam etkin olmayan piyasalardaki hisse senetleri piyasa fiyatlarının, varlık gerçek fiyatını tam yansıtmadığını gösterir niteliktedir.

Varlık beklenen getirisi yerine, varlık getirilerinin ortalamasının alınması hala tartışma konusudur. Varlıkların geçmişteki fiyatlarının geleceğe kılavuz olacağı kesin değildir. Portföy oluştururken veri olarak kullanılan beklenen getiri ve risk yerine, varlık beklentisini ve riskini temsil yeteneği daha güçlü veriler araştırılabilir. Ancak, pratikte beklenen getiri yerine varlık getirilerinin aritmetik ortası ve risk yerine de varyansın yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir.

1.3. Portföyün Getirisi ve Portföyün Riski

1.3.1. Portföyün Getirisi

Portföy, yatırımcının veya portföy yöneticilerinin, beklenti ve görüşlerine göre hisse senedi, tahvil gibi çeşitli menkul kıymet ve türev ürünlerden oluşturulmuş, finansal nitelikteki kıymetlerdir (Korkmaz ve Ceylan, 2007:471).

Portföyün getirisi, belli bir dönem için yatırımdan beklenen veya elde edilecek gelir oranını ifade etmektedir. Portföyün getirisi, portföyün içindeki varlıkların

ağırlıklarının, bu varlıkların kendi beklenen getirileriyle çarpımları toplamına eşittir. Bu hesaplama aşağıdaki gibi gösterilebilir (Markowitz, 1952).

$$\mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i; \quad (1.1)$$

$$\text{Kısıtlar; } w_i \geq 0 \quad \text{ve} \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

Burada;

μ_p : Her bir varlığa yapılan yatırımlarla hesaplanan portföyün beklenen getirisini,

μ_i : N sayıdaki varlıktan oluşturulan portföydeki, i varlığının beklenen getirisini,

w_i : i varlığının portföydeki oransal ağırlığını göstermektedir.

Portföy optimizasyonları için genelde 2 kısıt söz konusu olmaktadır:

Pozitiflik kısıtı: Yatırımlarda açığa satış durumu göz önüne alınmamaktadır ($w_i \geq 0$).

Bütçe kısıtı: Yatırım ağırlıkları toplamı 1 veya %100 olup, $\sum_{i=1}^N w_i = 1$ 'i sağlaması gerekir.

Portföy optimizasyonları için ayrıca aşağıdaki kısıtların kullanılması da mümkündür (Crama ve Schyns, 2003).

Yatırım ağırlıkları kısıtı: Yatırım ağırlıkları için, bir üst ve alt sınır belirlenebilir ($w_{alt} \leq w_i \leq w_{üst}$). Örneğin yatırımcı, isteğe göre tek varlığa %30'dan fazla yatırım yapmayı uygun görmeyerek bir üst limit belirleyebilir. Yatırımcı, büyük beklentiler içinde olduğu bir varlık için de en az %10 yatırım yapma şartını getirebilir. Optimizasyonda bu kısıtları dikkate alarak yatırım yapılır. Bu ağırlık kısıtına dikkat çekici bir örnek de 5-10-40 kısıtı şeklinde kanunlara bağlı olarak da verilebilir. 2005 yılı Almanya yatırım kanunlarına göre, aynı şirket varlıklarına yapılan yatırımların toplamı %5'i geçmemelidir. Eğer %5-%10 aralığındaki varlıkların toplamı, net varlık değerinin %40'nın altında ise bu oranın %10'a

çıkmasına izin verilir (Branke vd., 2009). Michaud (1989), sektör ve endüstri kısıtlarının mümkün olduğunu belirtmiş ve uygunsa modele dâhil edilmesini önermiştir.

Varlık sayısı kısıtı: Yatırım yapılacak varlık sayısı için bir üst sınır belirlenebilir $|\{i \in \{1, \dots, n\} : x_i \neq 0\}| \leq N$. Örneğin, 100 varlık ile hazırlanan yatırım sisteminde, söz gelimi seçimle en fazla 20 varlık üzerinde yatırım yapılması istenebilir (Crama ve Schyns, 2003). Böylece portföye dahil edilecek varlık sayısı kısıtlanabilmektedir.

Dönüşüm kısıtları: Birden fazla dönem içeren yatırım süreçlerinde, izleyen dönem varlık yatırım oranları üzerinde alım ve satım bazındaki değişimlere kısıtlar getirilebilir. Böylece, portföye dahil olan varlıklardaki yatırım oranlarında, izleyen dönemlerde çok büyük değişimlerin önüne geçilmiş olur. Örneğin, alım ve satım bazında %5’lik dönüşüm kısıtı getirilmişse, %15 yatırım yapılmış varlık, izleyen dönemde en az %10 ve en fazla %20’luk bir yatırıma sahip olacaktır. Alım ve satım dönüşüm kısıtları birbirinden farklı değerlerde olabilir. Dolaylı olarak vergiler, komisyonlar, likit olmayan etkiler vb., bir çeşit dönüşüm kısıtı olarak amaç fonksiyona veya kısıtlara dahil edilebilmektedir (Crama ve Schyns, 2003).

Risk kısıtı: Bu kısıt, yatırımcının en fazla katlanacağı riski belirtmek için kullanılır. Bazen amaç fonksiyon olarak risk minimizasyonu da kullanılmakta, bu durumda **getiri kısıtı** söz konusu olabilmektedir. Bazı portföy optimizasyon modellerinde ise, risk ve getiri amaç fonksiyonuna dahil edilebilmektedir. Bu risk kısıtı belirlenirken, portföy oluşturularak azaltılabilen sistematik olmayan risk kaynaklarının hesaplama dahil edilmesi gerektiği unutulmalıdır. Alexander ve Baptista (2006)’nın kısıtların portföy optimizasyonunun etkinliği üzerinde yaptıkları çalışma sonuçlarına göre, portföy optimizasyonlarında getiri ve risk kısıtlarının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Buna ek olarak, klasik OV modeline eklenen her kısıtın optimizasyonu etkin olmayan bir yapıya doğru sürüklediği gözlemlenmiştir. Bu anlamda, çok gerekli görülmedikçe modele yeni kısıt eklenmesi anlamlı değildir.

Portföy optimizasyonlarında, getirisi yüksek olan varlıklardan oluşturulan portföyler, daha yüksek getiri değerine sahip olacaktır. Eğer risk ve çeşitlendirme önemsenmezse, getirisi en yüksek olan tek bir varlığa yapılan yatırımlar, en yüksek getiri değerini verecektir. Ancak tek varlığa yatırım yapma durumunda portföy kavramı ve portföydeki risk düşürme avantajı ortadan kalkar.

1.3.2. Finansal Anlamda Risk

Risk, gelecekte beklenmeyen bir durumun ortaya çıkma olasılığı veya finansal piyasalarda varlıkların değerinde oluşan beklenmedik değişimlerin meydana gelmesi olasılığıdır. Risk, yatırımcının yapmış olduğu yatırımdan sağlayacağı verimin, beklentiden sapma miktarı olan standart sapma ile ifade edilebilir. Basitçe finansal anlamda risk, varlık getirilerindeki dalgalanma miktarını ölçer (Butler, 1999:2). Finansal risk, hedeften sapma, belirlenen hedefin üzerine çıkma veya belirlenen hedefin altında kalma olasılığı olarak da ifade edilebilir.

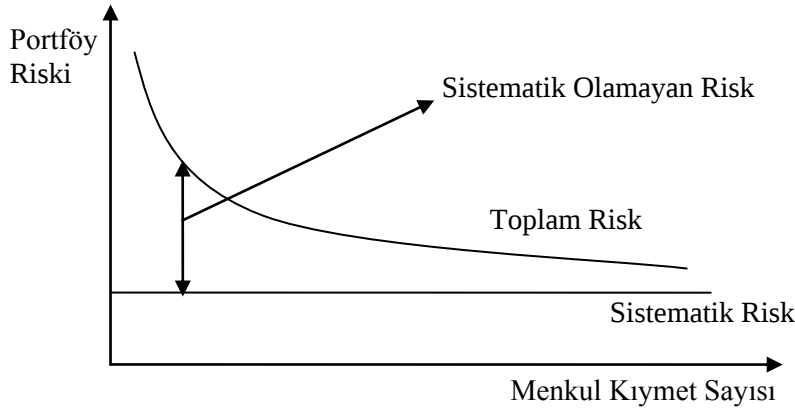
Yatırım kararını belirleyen iki temel faktör risk ve getiridir. Bir varlığın gerçekleşen getirisi, tahmin edilen getiriden ne kadar büyük farklılık veya sapma gösteriyorsa, söz konusu varlık riskinin o kadar yüksek olduğu söylenebilir (Ceylan ve Korkmaz, 1998:30). Yatırımcılar, yapacakları yatırımlarda getiriye ne kadar önem veriyorlarsa, yatırımlarındaki riskliliklerine de en az o oranda önem vermeleri gerekmektedir. Portföy yönetiminin başarısı, risk ve getiri ilişkisinin hedeflenen ölçüler içersinde belirlenerek portföyün yönetilmesine bağlıdır. Getirinin yüksek olması ve yatırım vadesi uzatılması durumunda, riskliliği de artabilmektedir. Portföy yönetiminde hedef, işletme yönetiminin belirlediği ölçüde olan taşınabilir risk altında, getirinin en üst seviyede olacağı portföyü belirlemektir.

1.3.2.1. Toplam Riskin Kaynakları

Portföy yöneticilerinin riskin kaynaklarından haberdar olması, yatırım kararları alırken daha sağlıklı sonuca varmalarında büyük önem taşımaktadır. Finansal risk kaynakları, kredi riski, faiz oranı riski, kur riski, yönetim riski, piyasa riski olarak sıralanabilir (Uyemura ve Deventer, 1993:5). Kredi riski, faiz oranı riski, piyasa riski, politik risk ve döviz kuru riski gibi özellikle yatırımcı tarafından

çeşitlendirmeye kontrol edilemeyen risklere sistematik risk denir. Likidite riski, operasyonel risk, iş ve endüstri riski gibi yatırımcı tarafından çeşitlendirmeye kontrol altına alınabilen veya sınırlandırılabilme imkanı olan riskler sistematik olmayan risk veya firma bazlı risk olarak ifade edilir (Bodie vd., 1993:198).

Şekil 1.1: Risk Bileşenleri



Kaynak: Ali Ceylan ve Turhan Korkmaz (1998); *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, s. 34.

Sistemik risk, şirketler ve yatırımcılar tarafından yok edilememektedir. Yatırım yapılan her varlığın farklı düzeyde olduğu göz önüne alındığı zaman sistematik olmayan riski, portföy çeşitlendirmesi yapılarak düşürmek mümkündür. Şekil 1.1’de görüldüğü üzere, yatırım yapılan varlık sayısının artması, sistematik riski etkilemezken, sistematik olmayan riski ve dolayısıyla toplam riski azaltıcı bir etkiye bulunmaktadır. Piyasada sistematik risk, faiz oranı gibi işletmelerin elinde olmayan değişkenlerden kaynaklanabildiğinden, risk seviyesini aşağı veya yukarı çekebilen, ülkeden ülkeye değişen bir yapıdadır.

Bir piyasada oluşturulan portföylerde toplam risk düzeyleri, ancak yatırım yapılan varlıkların risklilikleri, aralarındaki korelasyona ve varlık risk düzeylerine göre değişebilmektedir. Yatırım oranlarına göre portföyün risk düzeyindeki değişimler, sistematik olmayan risk üzerinde gerçekleşir. Sistemik olmayan riski ancak iyi bir çeşitlendirmeye düşürmek mümkündür. İyi çeşitlendirilmiş bir portföy, portföyün toplam riskliliğinin sistematik risk düzeyine ne ölçüde yakın olduğuyula ölçülebilir. Yatırımcılar, döviz kuru riski, faiz oranı riski gibi sistematik riskleri, türev ürünlerini kullanarak da belli ölçüde kontrol altına alabilmektedirler.

Tablo 1.3: Riskin Kaynakları

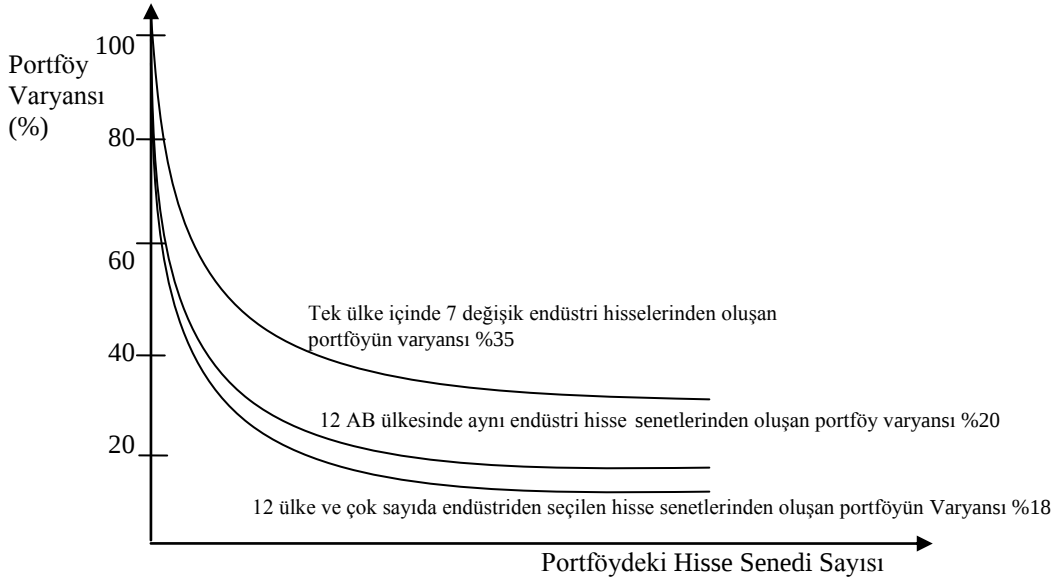
	Risk	Açıklama
Sistematik Riskler: Yatırımcının kontrol edemediği, piyasada işlem gören tüm varlıkları aynı şekilde etkileyen faktörlerin neden olduğu riskler.	Faiz Oranı Riski	Faiz oranı riski, faizin yüksek olduğu dönemde yüksek, faizin düşük olduğu dönemde düşük seviyededir. Faiz oranı ile menkul kıymetler arasında ters yönlü bir ilişkinin olması, faizin yükseldiği dönemlerde, yatırımcının daha az kazanması ve hatta zarar etmesinin yanı sıra risk düzeyini de artırmaktadır. Bankaların genellikle mevduatları kısa vadeli toplayıp, daha uzun vadeli yatırımlara yönlentmeleri beklenmekte ve ayrıca belli miktarını zorunlu karşılık ayırmaları gerekmektedir. Böylece faizlerin yükseldiği dönemlerde, bankaların riskleri de artabilmektedir.
	Piyasa Riski	Şirketlerden bağımsız olarak, ülke içindeki finansal piyasalarda sert inişli çıkışlı fiyat hareketleri olabilmektedir. Bu anlamda, portföye dahil edilecek varlıkların, pazardaki özellikle aşağı yönlü sert fiyat hareketleriyle korelasyonu önem kazanmaktadır.
	Politik Risk	Ulusal kur ve kota üzerinde alınan kararlar, siyasi krizler, ekonomik krizler vb politik koşullarda değişimlere neden olmaktadır. Bu politik koşullardaki değişimler finansal piyasaları etkilemekte ve yatırımcılar açısından risk oluşturmaktadır.
	Döviz Kuru Riski	Doğrudan yabancı yatırımlar ve yabancı para cinsinden olan ülke borç miktarı döviz kuruyla doğrudan ilişkilidir. Döviz kurlarındaki değişimler, yabancı yatırımları ve yabancı para cinsinden borçlanmaları etkilemekte ve döviz kuru riskini ortaya çıkarmaktadır.
	Hükümet- ranlık Riski	1997’de Asya’da, 1998’de Rusya’da ve 2001’de Arjantin’de, hükümetlerin ve işletmelerin piyasadan yeterli dolar toplayamamaları ve borçları zamanında ödeyememeleri finansal krizlerin yaşanmasına neden olmuştur. İşletmelerin, uluslararası boyuttaki borçlarını ödemek istemesine rağmen, ülke hükümetinin bu para çıkışını engellemesi hükümetranlık riski olarak ifade edilir.
Sistematik Olmayan Riskler: Yatırımcı tarafından çeşitlendirmeye azaltılabilir.	Kredi Riski	Bankalar başta olmak üzere, kredi veren ve alan bütün işletmeleri etkilemektedir. Özellikle, vadesinde ödenmeyen borçlar, piyasada kredi riskini tetiklemektedir.
	Likidite Riski	Bir varlık, ihtiyaç duyulduğunda piyasa fiyatından satılabiliyorsa, likit kabul edilir (Brigham, 1986:629). Bu likidite, şirketten şirkete değişim gösterebilmektedir.
	Faaliyet Riski	Başta yöneticilere bağlı olmak üzere, şirketlerin faaliyetlerine ilişkin sistem ve işleyişine yönelik riskleri içermektedir. 11 Eylül 2001 tarihinde ABD’nin New York şehrindeki ikiz kulelere yapılan terörist saldırılarda bazı işletmelerin bilgisayar veya kayıt sisteminin çökmesi gibi durumlar da, bu şirketlerin operasyonel riske sahip olduğunu göstermektedir.
	İş ve Endüstri Riski	Bazı işkollarının hizmet veya ürünlerinde beklenmedik talep daralması sonucunda, işletmelerin karlılığı azalabilmektedir. Bu durumu yaşayan işletmelere yapılan yatırımların değerinin hızla düşebilmekte olması, o sektördeki endüstri riski olarak değerlendirilir.

Kaynak: Korkmaz ve Ceylan (2007:33-37) ve Gökgöz (2006:57-63) temel alınarak düzenlenmiştir.

Bir portföye katılan finansal varlıkların, getirileri arasındaki korelasyon katsayısı ne kadar düşükse, çeşitlendirmenin yararı o derece artmış olacaktır. Taşınan riskin en düşük seviyede seyretmesi için, ancak portföyün uluslararası

boyutta yatırımlarla çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar, özellikle komşu olmayan ülkelerin varlık getiri arasındaki korelasyon katsayısının fark edilir derecede düşük değerlerde olduğunu göstermektedir. Hisse senetleri üzerinde yapılan bir çok araştırma sonucunda, oluşturulan portföy için yapılan uluslararası çeşitlendirmenin, risklilik seviyesini daha düşük seviyeye düşürdüğünü doğrular niteliktedir. Tahvil piyasası için yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, portföydeki yerli tahvil yatırım oranı azalıp yabancı tahvil oranı arttıkça portföy riskinin düştüğü, örneğin portföydeki yabancı tahvil yatırım oranı %30-40 gibi belirli bir düzeye çıktığında ise portföy riskinin çok düştüğü, hatta minimum seviyeye ulaştığı gözlenmiştir (Seyidoğlu, 2001:350). Bu araştırmalar göstermektedir ki, uluslararası çeşitlendirmeyle gerçek anlamda portföy çeşitlendirmesi yapılabilmekte, en düşük risklilik seviyesi elde edilmektedir.

Şekil 1.2: Uluslararası Çeşitlendirmenin Portföy Riskliliği Üzerine Etkisi



Kaynak: Halil Seyidoğlu (2001); *Uluslararası Finans*, Güzem Yayınları, No:16, İstanbul, s. 354.

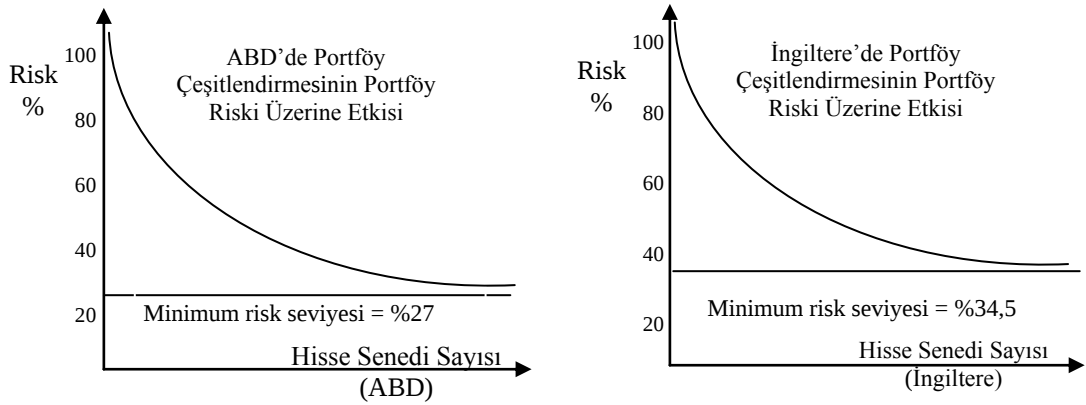
Şekil 1.2’de görüldüğü üzere, riskliliği temsil eden portföy varyansının 7 değişik endüstriden oluşan portföyde %35 olurken, uluslararası çeşitlendirme etkisiyle portföy varyansının %20’ye düşebildiği görülmektedir. Ayrıca uluslararası çeşitlendirmeye farklı endüstrilerde yatırım olanağı eklenirse, portföy varyansının değerinin %18 seviyesine kadar düştüğü gözlenmiştir. Bu nedenle, uluslararası çeşitlendirmesiz portföy riskliliğini en düşük seviyede tutmanın mümkün olmadığını,

uluslararası çeşitlendirmeye ek olarak mevcut portföy içerisinde farklı endüstrilerde yatırım yapılmasında fayda olduğu görülmektedir.

1.3.2.2. Portföy Çeşitlendirmesi

Aynı ve tatminkar seviyede beklenen getiriye sahip iki ya da daha çok sayıda yatırım yapılacak varlık olsun. Söz konusu yatırım seçenekleri arasında hepsi aynı getiriye sahip ve bunlardan birine yatırım yapılırsa, yatırımın riski ve getirisi, yatırım yapılan varlığın risk ve getirisine sahip olduğu görülür. Ancak birbirleriyle korelasyonu düşük veya negatif olan birden fazla varlığa yatırım yapılırsa, yatırım getirisi varlık getirilerinin ağırlıklı ortalamaları olarak değerlendirilirken, yatırımın riski yatırım yapılan varlıkların en düşük risklisinden daha düşük olacaktır. Yatırımdaki belirsizliği veya riski azaltmak için, düşük veya zıt korelasyonlu varlıklara yatırım yapmak, portföy çeşitlendirmesi (diversification) yapmak, yatırımcı ve araştırmacılar için genel kabul görmüş bir uygulamadır.

Şekil 1.3: ABD ve İngiltere’de Portföy Çeşitlendirmesinin Portföyün Riski Üzerine Etkisi



Kaynak: Edwin J. Elton ve Martin J. Gruber (1995); *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, Fifth Edition, John Wiley & Sons, ABD, s. 63.

Çeşitlendirmenin, portföy içindeki varlıklar arasındaki korelasyona bağlı olarak, portföy riskini azalttığı bilinmektedir (Sharpe, 1995). Ancak Şekil 1.3’te de görüldüğü üzere çeşitlendirmede 2 önemli nokta dikkat çekicidir. Birincisi, yatırımcının kontrol edemediği sistematik risk, ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Aynı ülke içindeki portföy varlık sayısını artırarak yapılan çeşitlendirme, sadece portföyün sistematik olmayan riskini azaltmaktadır. İkinci önemli nokta ise, ülke

içinde portföy varlık sayısını artırarak yapılan çeşitlendirme ile sistematik olmayan riski minimize etmek mümkünken, sistematik riski azalmak mümkün değildir. Şekil 1.2 ve Şekil 1.3'deki grafiklerden görüldüğü gibi, farklı ülkelerden seçilen portföy elemanlarına yatırım yapılarak, sistematik olmayan riski azaltmak mümkündür.

Ancak son yıllarda yaşanan birçok ülke krizlerinin, küreselleşmenin etkisiyle öncelikle yoğun ticaretin yapıldığı komşu ülkeler olmak üzere hemen hemen tüm dünyayı ve sektörleri etkilediği gözlenmiştir. Son yıllarda yaşanan kriz dönemlerinde, ülkelerin finansal piyasaları arasındaki korelasyonun daha da arttığı sonucuna varılmıştır (Yui vd., 2010; Fidrmuc ve Korhonen, 2009; Coşkun ve Balatan, 2009). Bu durum, portföylerin uluslararası çeşitlendirmeye bile sistematik riski eskiden olduğu gibi belirgin şekilde düşürmeyeceği, her geçen gün etkisinin azalmakta olduğu anlamına gelmektedir.

Guidolin ve Hyde (2008) 'nin, S&P 500 (ABD), ISEQ (İrlanda) ve FTSE 100 (İngiltere) hisse senedi piyasaları endekslerinin Mayıs 1978 – Aralık 2004 arasındaki aylık verileriyle, yükselen ve düşen piyasaları dikkate alarak yaptıkları çalışma, uluslararası çeşitlendirmenin etkisinin, küreselleşmenin etkisiyle her geçen gün azaldığını desteklemektedir. Araştırma, ABD ve İngiltere hisse senedi piyasalarının, İrlanda hisse senedi piyasasını şiddetli bir şekilde etkisi altında tuttuğunu, uluslararası çeşitlendirmenin faydalarını belirgin şekilde düşürdüğünü göstermektedir.

Chiou vd. (2009) çalışmalarında, ABD yatırımcıları açısından yatırım kısıtları olmasına rağmen uzun dönem yatırımlarda, uluslararası çeşitlendirmenin portföy varyansını düşürdüğünü ve böylece çeşitlendirmenin avantajlarının sağlandığını ifade etmişlerdir. ABD yatırımcıları açısından, uluslararası çeşitlendirmenin avantajı en çok Latin Amerika ve Batı Avrupa yatırımlarında gözlenmiştir. Dünyadaki finansal piyasalardaki bütünleşmenin her geçen gün artmasına rağmen, uluslararası çeşitlendirmenin portföy riskini düşüreceği ve çeşitlendirmenin avantajlarını koruyacağı sonucuna varılmıştır (Chiou vd., 2009).

1.3.2.3. Risk Yönetimi

Finansal piyasalardaki işletmeler, karşılaştıkları riskleri tanımlamaları, ölçmeleri ve kontrol etmeleri gibi süreçler risk yönetimini oluşturmaktadır. Bu süreç, piyasalardaki riski azaltma ve istikrarı sağlamayı amaçlamaktadır. Risk yönetimi, 1970'li yılların ortalarından bu yana, piyasalardaki dalgalanmalar, bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, işlem hacmindeki artış ve türev araçlarının gelişimiyle önemini daha da arttırmıştır (Uysal, 1999:2).

Günümüzde, milyarlarca doları yönlendiren banka, sigorta ve yatırım şirketi fonları vardır. Fon yöneticilerinin bir yıl sonrası, hatta bir gün sonrası için ne kadar güvende oldukları konusu, özellikle son yıllarda ardı ardına gelen kriz dalgaları nedeniyle araştırılması gereken bir konu olmuştur. Örneğin, bir milyar dolarını hisse senedi, devlet tahvili, bono, döviz ve türev piyasalarında değerlendiren uluslararası bir fon olduğu varsayalım. Ertesi gün oluşabilecek bir krizin, portföyü %20 kayba uğratması demek 200 milyon dolar kayıp demektir ve bu bir günlük zarardan kurtulup bunu geri kazanması aylar alabilmektedir. Birçok fon yönetimi, sahip oldukları portföyle belli bir süre zarfında paralarının ne kadar güvende olduğu, risklerinin ne olduğu, yüklendikleri riskin nasıl azaltılabileceği konularında her geçen gün daha yeni teknik ve yöntemler geliştirme eğilimindedirler (Pekkaya, 2002:22-23).

Yatırım fonlarındaki riski ölçebilen ve riski değerlendirip riski azaltmak için gelişmiş son yöntemlerle profesyonelce çalışabilecek yönetime ihtiyaç duyulmaktadır. Şirketlerce, amacı fonun finansal performansını iyileştirecek ve kabul edilemeyecek kayıplara karşı kurumu güvenceye alacak risk yönetimine gereksinim duyulmaktadır. Risk yönetiminin amacı ise kurum tarafından üslenilen riski ölçerek ve kontrol ederek, kurumun finansal performansını iyileştirmek ve beklenmedik kayıplara karşı korumaktır (Best, 1999:3).

1.3.3. Portföyün Riski

Yatırımcı, oluşturduğu portföyden yüksek getiri beklentisi içindedir. Yatırımcının, belli dönem içinde portföyde beklenmeyen-istenmeyen durum veya

olası getiri sapması, portföyün riski olarak ifade edilebilir. Portföyün riski veya varyansı, portföy içindeki varlıkların yatırım oranları ve bu varlıklar arasındaki korelasyonlar dikkate alınarak hesaplanır. Korelasyon değerleri düşük veya mümkünse korelasyonu -1'e yakın olan varlıklara yatırım yapılarak oluşturulan portföyler, portföy içerisindeki en düşük riske sahip varlıktan daha düşük seviyede riske sahip portföylerin oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu durum aşağıdaki gibi gösterilebilir (Markowitz, 1952):

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

Burada:

σ_p^2 : portföyün varyansını,

σ_{ij} : i . ve j . varlıklar arasındaki kovaryans değerini,

w_i : i varlığının portföydeki ağırlığını ($w_i \geq 0$ ve $\sum_{i=1}^N w_i = 1$),

w_j : j varlığının portföydeki ağırlığını ($w_j \geq 0$ ve $\sum_{j=1}^N w_j = 1$) göstermektedir.

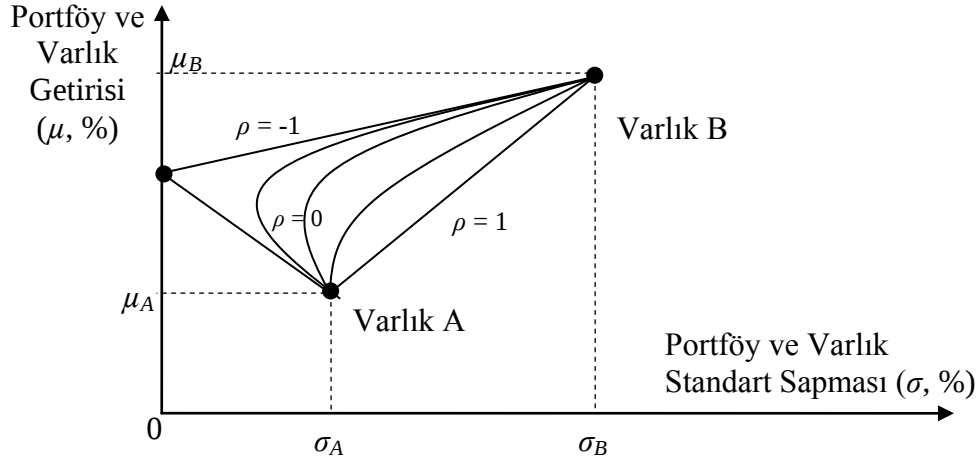
Yatırımcı, riskten kurtulmak için portföyde çeşitlendirme yapmalı ve portföy elemanlarını, aralarındaki korelasyonu düşük veya mümkünse zıt yönlü olan farklı varlıklardan seçmelidir. Ancak, çeşitlendirme yapmak, portföy varyansını tamamen ortadan kaldıramaz.

Portföyün riski, genelde portföyün varyansı ile ifade edilmektedir. Varyansın karekökü, standart sapmayı vermesi, portföy riskinin portföyün standart sapmasıyla da temsil edilebileceğini göstermektedir. Varyans ve standart sapma, riskin ölçüsü olarak kabul görmüş olup portföy riskini veya beklenen getiriden sapmayı ifade etmektedir.

Portföy riskini düşürmek için, portföy çeşitlendirmesi bir çok araştırmacı tarafından gerekli görülmüştür (Markowitz, 1952; Elton ve Gruber, 1995:74-90). Portföy, çeşitlendirme sayesinde daha düşük riskli bir yapıya sahip olmaktadır. Korelasyonu düşük olan varlıklardan biri değer kaybederken, bu varlığın

fiyatlamasına göre genelde ters davranış içinde olan diğer varlığın değer kazanması beklenmekte, böylece portföyün genel kaybı ve riski azaltılmaktadır. Bu durum Şekil 1.4'te gösterilmiştir.

Şekil 1.4: İki Varlıktan Oluşan Portföyün Riski ve Getirisi



Şekil 1.4'te görüldüğü gibi, iki varlığa yatırım yapılarak bir portföyün oluşturulduğu varsayılabilir. Burada, varlık A'nın Varlık B'ye göre getirisi ve riski daha düşüktür. Şekildeki, $\rho = -1$ 'den $\rho = 1$ 'e kadar olan çizgi ve eğriler, varlıklar arasındaki korelasyon ve yatırım ağırlıklarının portföy riski ve getirisini nasıl etkilediğini göstermektedir.

Eğer bu iki varlık arasındaki korelasyon değeri 1'e eşitse ($\rho = 1$), bu iki varlık aynı yönlü hareket ediyor, diğer bir ifadeyle bir varlığın fiyat değişimine, diğeri de aynı şekilde tepki veriyor demektir. Bu iki varlık üzerinde yatırım yapılarak oluşturulan portföyler, bu varlıklara yapılan yatırım oranlarına göre, portföyün beklenen getirisi ve riski Şekil 1.4'teki $\rho = 1$ çizgisi üzerinde olacaktır. MPT'ne göre, aralarındaki korelasyonu 1 olan bu iki varlıktan portföy oluşturmanın risk düşürme bazlı avantajı olmayıp, tüm varlıkların yüksek getiriye sahip olan A varlığına yatırım yapılması anlamlı olacaktır. Çünkü, bu portföyde, çeşitlendirme etkisiyle, portföyün riski azaltılamamaktadır. Yatırımcı, katlanacağı riske göre farklı oranlarda varlıklara yatırım yaparak portföyün özelliğini belirleyebilir. Portföyün beklenen getirisi, yatırım oranlarına göre bu iki varlık arasında olduğu gibi, riski de bu iki varlık arasında bir değer olacak şekilde, $\rho = 1$ çizgisi üzerinde şekillenir.

Eğer bu iki varlık arasındaki korelasyon değeri, genelde olduğu gibi 0 ile 1 arasında bir değerdeyse ($0 \leq \rho < 1$), portföyün riski, düşük riske sahip olan A varlığından daha düşük bir seviyeye gelebilir. Bu durumda portföyün getirisi, varlıklara yapılan yatırım oranlarına orantılı olarak arada bir değerde olmaktadır. Bu durumda, varlıklar arasındaki korelasyon katsayısı ne ölçüde 1'den düşük ve sıfıra yakınsa, yatırım oranlarına bağlı olarak o ölçüde düşük riske sahip bir portföy olacaktır.

Eğer bu iki varlık arasındaki korelasyon değeri nadiren karşılaşıldığı gibi negatif ($-1 \leq \rho < 0$) ise arzu edilen bir tipte portföy oluşturmak mümkün olmaktadır. Korelasyon katsayısı, ne ölçüde -1'e yakınsa, o ölçüde portföyün riskini azaltma etkisi oluşturur. Hatta varlıklar arasındaki korelasyon katsayısının -1 olması durumunda, teorik olarak portföy riskini sıfırlayacak bir portföy oluşturmak mümkündür. Ancak türev ürünler hariç olmak üzere, pratikte korelasyonu tam olarak -1 olan varlık olmaması ve gelecekte de bu varlıkların birbirlerine göre tam zıt bir davranış sergilemesi kesin değildir. Bu durumda, portföy riskinin sıfır olarak görülmesi mümkün değildir. Ancak negatif korelasyonlara sahip varlıklara yatırım yapmak, her zaman için portföy riskini belirgin bir düzeyde azalttığı için aranan ve tercih edilen bir durumdur.

Portföy riskinin hesaplanmasında beta katsayısının da önemli rol oynadığı, birçok çalışmada dile getirilmiştir. Portföy optimizasyonu hesaplamalarında, varlıkların piyasaya göre ilişkisini gösteren beta, risk ölçüsü olarak değerlendirilebileceği gibi, risk kontrol aracı olarak da kullanılabilir (Grinold, 1993). Leland (1999:33), betanın uygun risk ölçüm aracı olmadığını ifade etmiştir. Fuller ve Wong (1988) ise, portföyün risk hesaplamaları için, sadece beta katsayısının yeterli olmayacağı, likidite riski ölçümlerinin de dikkate alınmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır. Şirketlerin, büyüklük, fiyat kazanç oranı gibi değişkenleri dikkate alarak varlık risklerini belirlemeleri gerekir. Bu anlamda Fuller ve Wong, portföy optimizasyonu yapmak üzere belirlenen geleneksel risk ölçümlerinden olan güven seviyesi değer çizgisinin (The value line safety rank), varlık risk değerinin temel belirleyicilerinden olduğunu düşünerek önermiştir. Black (1993), beta katsayısının

portföy optimizasyonunda, önemini yitirmeyecek bir değer olduğunu ve optimizasyonlarda dikkate alınması gerektiğini ifade etmiştir.

1.4. Markowitz Ortalama Varyans (OV) Modeli

OV (Mean Variance -MV) Modeli, Markowitz (1952) tarafından savunulmuştur. Bu modele göre yatırımcılar, portföylerinin düşük riski sağlarken gelecek değerlerini maksimize etmeye çalışırlar. Bu amaç için oluşturulan portföylerin beklenen getirilerinde belirsizlik ve ortalama getiriden sapmalar ortaya çıkmaktadır. Bu ortalamadan sapma, çoğu zaman portföyün standart sapması veya varyansı portföyün riskini temsil etmekte ve minimize edilmesi arzulanmaktadır. Bu anlamda OV modelinde, portföy getirisini maksimize ve portföy riskini minimize edecek bir matematiksel model oluşturulmaktadır.

Markowitz modeli, varlık beklenen getirilerini kullanarak, portföyün beklenen getirisini maksimize eden ve riskini minimize eden portföyün optimizasyonuna dayanır. Portföyün getirisi ve portföyün riski, varlıkların geçmiş getirilerinden hesaplanmaktadır. Varlıkların geçmiş getirilerinin ortalaması ile varlık beklenen getirisini belirlerken, bu geçmiş getirilerin standart sapması veya varyansı ise varlık riskini belirlemektedir. Burada beklenen getiri, belli bir dönem için yatırımdan beklenen veya elde edilecek geliri, risk ise beklenmeyen durumu veya olası getiri sapması olarak ifade edilebilir. Varlıkların geçmiş getirilerinin aritmetik ortalaması varlık beklenen getirisini belirlerken, bu tarihi getirilerin varyansı ise varlık riskini belirlemektedir. Bu hesaplamada en çok eleştirilen noktalardan biri, bu geçmiş verilerin geçmişte yaşandığının ve aynı şekilde gelecekte de yaşanmasını beklemenin her zaman doğru bir varsayım olmayacağıdır. Burada gelecek söz konusudur ve geleceğe ait belirsizlik ve bu anlamda risk çok önemli olmaktadır.

Markowitz modelinde ikinci önemli nokta ise riski minimize etmek için varlık getirileri arasındaki korelasyonların dikkate alınmasıdır. Portföy optimizasyonunda, korelasyon katsayılarının çok önemli bir yeri vardır ve pratikte de uygulanabilirliği yüksektir (Pafka ve Kondor, 2004). Korelasyon katsayılarının düşük veya zıt yönlü olması, oluşturulan portföylerin riskini düşürmektedir. Örneğin, aralarındaki korelasyon değerleri 1'den küçük olan iki varlığa eşit oranda yatırım yapıldığında,

portföyün riski, iki varlık riskinin aritmetik ortalamasından daha düşük olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, korelasyon değeri 1'den ne ölçüde düşük ise, portföyün riski de o ölçüde azalış kaydetmektedir. Hatta bu portföyün riski, analitik olarak korelasyon değeri 0'a yakın veya negatif olduğunda portföydeki en düşük riskli varlıktan bile daha küçük riske sahip olabilmektedir. Bu durum, portföy oluşturulmasında varlıklar arasındaki korelasyon katsayılarını çok önemli bir konuma taşımaktadır. Kısaca, portföyde yer alacak varlıkların arasındaki korelasyon katsayılarının çok düşük veya mümkünse zıt yönlü olması, ideal bir portföyün oluşturulmasında dikkate alınması gereken en önemli husustur.

Burada en önemli sorun, portföy oluşturmada varlıklara ait beklenen getiri değeri, risk ve varlıklar arasındaki korelasyon değerlerinin doğru tahmin edilmesidir.

Ayrıca normal dağıldığı varsayılan varlık getiri değerlerindeki çarpık yapı dikkate alınması gereken bir noktadır. Diğer önemli nokta ise portföy optimizasyonundaki risk olarak düşünülebilir. Risk, beklenen getiriden sapma olarak düşünülürken, yatırımcı açısından risk semivaryans yani sadece aşağı yönlü risk veya kayıp açısından dikkate alınmaktadır. Ancak beklenenin üzerinde bir gelir, genellikle yatırımcı açısından risk kabul edilmez.

Bu çalışma, 1990 yılı Nobel Ekonomi Ödüllü bir bilim adamı olan Markowitz tarafından ortaya atılmış, pratik ve bilimsel olarak geniş bir uygulama alanı bulan ve genel kabul görmüş OV modeline dayanmaktadır. Markowitz (1952; 2006)'in ortaya koyduğu portföy seçimi ve OV etkinliği, varlıklarda risklerine göre yatırım atamasına dayanan modern finansın klasiği olarak kullanılmaktadır. Portföyün getirisi ve portföyün riskini hesaplayan matematiksel model, Markowitz tarafından aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Markowitz, 1952).

$$\mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \quad (1.3)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (1.4)$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

Burada:

- μ_p : portföyün beklenen getirisini,
- σ_p^2 : portföyün varyansını,
- μ_i : i varlığının beklenen getirisini,
- w_i : i varlığının portföydeki ağırlığını (ağırlıklar pozitif ve toplamı 1 olmak üzere),
- σ_{ij} : i . ve j . varlıklar arasındaki kovaryans değerini göstermektedir.

Bu durum, matris yapısında aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\mu_p = E(\mathbf{B}^T \mathbf{W}) = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \quad (1.5)$$

$$\sigma_p^2 = \mathbf{W}^T \mathbf{\Omega} \mathbf{W} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (1.6)$$

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

Burada:

- B** : Varlıkların her birinin beklenen getiri oranlarından oluşan getiri matrisi olup, $\mathbf{B}^T$ ise **B** matrisini transpozeseidir.
- W** : Varlıkların herbirinin portföydeki ağırlığını gösteren, ağırlık matrisi olup, $\mathbf{W}^T$ ise **W** matrisinin transpozeseidir.
- Ω** : Varyans kovaryans matrisidir. Varyans kovaryans matrisi, risk (**V**) ve korelasyon (**C**) matrislerinin çarpımlarından $\mathbf{\Omega} = \mathbf{VCV}$ şeklinde elde edilir.
- E** : Beklenen değeri göstermektedir.

Bu modelde, getirinin maksimize ve riskin minimize edildiği çözüm aranır. Markowitz portföy getirisi ve portföy riskinin aşağıdaki gibi matematiksel modelle ifade edilmesi daha uygun olabilmektedir (Wang ve Xia, 2002:3-4).

İlk model; $Max.(\mu_p) = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \quad (1.7)$ <u>Kısıtlar:</u> $\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \leq \gamma$ $\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$ γ : Yatırımcının katlanacağı en yüksek risk	Alternatif model; $Min.(\sigma_p^2) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (1.8)$ <u>Kısıtlar:</u> $\mu_p = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i \geq \alpha$ $\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$ α : Yatırımcının kabullendiği en az getiri.
--	---

Bu modeller birbirinin alternatifi olup, yatırımcının risk veya getiri öncelikli tercihinine göre belirlenen kısıta uygun çözümler sunmaktadır. Burada, portföy analizindeki iki temel yaklaşım belirleyecidir:

- (1) Yatırımcılar, aynı risk düzeyinde daha fazla getiriye tercih etmektedir. Denklem 1.7’de, yatırımcının katlanacağı en yüksek risk seviyesi olan γ kadarlık bir riske katlanabilmekte ve en yüksek getiriye sağlayacak portföyün oluşturulması amaçlanmaktadır.
- (2) Yatırımcılar, aynı getiri düzeyinde daha az riski tercih etmektedir. Denklem 1.8’de, yatırımcının en düşük getiri seviyesi olan α belirlenmiş ve bu seviyenin üzerinde getiri sağlayacak en düşük riske sahip portföyün oluşturulması amaçlanmaktadır.

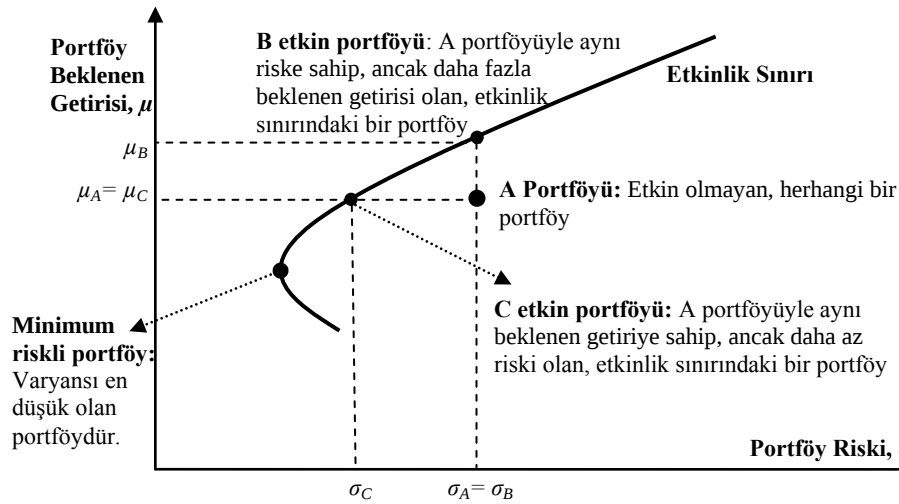
1.5. Etkin Portföy

Markowitz portföy optimizasyon problemindeki asıl konu, portföyün getirisinin maksimize ve riskin minimize edilmesiyle oluşturulacak portföylerdir. Bu iki amacı aynı anda ve optimum noktada belirlemek oldukça güçtür. Normalde, portföy getirisinin maksimum olduğu noktada riskin de minimum olmasını beklemek rasyonel değildir. Diğer bir anlatımla, portföy getirisinin maksimum olduğu noktada,

portföyün riskini minimum yapmak veya portföy riskinin minimum olduğu noktada portföy getirisini maksimum kılmak pek mümkün değildir.

Bu anlamda Markowitz, portföyün her risk seviyesindeki optimum getiriyi veya her getiri seviyesinde optimum riski sağlayan portföyler oluşturmuştur. Oluşturulan bu portföyler kümesine, etkin portföylerin oluşturduğu sınır anlamında “etkinlik sınırı” (efficient frontier) adı verilmiştir. Bu etkinlik sınırındaki portföyler kümesinin her bir elemanı, etkin portföy olarak isimlendirilir. Tanım gereği, etkin portföyün riskine sahip daha iyi getirili portföy olmadığı veya etkin portföy getirisine sahip daha az riskli bir portföyün olmadığı bilinmektedir. Markowitz (1952), etkinlik sınırı için en az iki durumun sağlanması üzerinde durmuştur. Birincisi, yatırımcının beklenen getiri - varyans optimizasyonunu arzulamasıdır. Portföy getirisinin olabildiğince yüksek ve portföy riskinin ise olabildiğince düşük seviyeye taşınması arzu edilir. İkincisi ise mantığa uygun düzeyde beklenen getiri ve kovaryans seviyesinin yakalanması gerekliliğidir.

Şekil 1.5: Etkinlik Sınırı



OV'ye göre oluşturulan etkin portföy için, genel kabul görmüş 2 temel şart sağlanmalıdır. Bu şartlar şunlardır (Wang ve Xia, 2002:3; Michaud, 1998:9):

- (1) Söz konusu portföy beklenen getiri seviyesinde daha az riskli başka bir portföyün olmaması;

- (2) Söz konusu portföy risk seviyesinde daha fazla getiriye sahip başka bir portföyün olmamasıdır.

Şekil 1.5'deki etkinlik sınırı, çok varlık içeren sonsuz sayıda portföy alternatifinden oluşmuş, portföylerin risk ve getiri düzeylerini gösteren bir harita gibi düşünülebilir. Bu haritada, etkinlik sınırının dışında portföy olması mümkün değilken, etkinlik sınırı üzerindeki her noktada portföy olduğu kabul edilir ve bu etkinlik sınırındaki sonsuz sayıdaki portföylere etkin portföyler adı verilir. Etkinlik sınırı içindeki noktalarda oluşturulan portföyler ise etkin portföyler olarak kabul edilmez. Örneğin Şekil 1.5'te, μ_A getirisine ve σ_A riskine sahip A portföyü etkin değildir. A portföyüyle aynı getiriye sahip C portföyü daha az riske sahiptir. Bu $\mu_A = \mu_C$ getiri seviyesinde C portföyü etkinlik sınırı üzerinde olduğundan, bu getiri seviyesinde C'den daha az riskli portföy yoktur. Ayrıca, A portföyüyle aynı riske ve daha fazla getiriye sahip B portföyü etkinlik sınırı üzerinde olduğundan, $\sigma_A = \sigma_B$ risk seviyesinde B'den daha fazla getiriye sahip portföy yoktur.

Şekil 1.5'te görüldüğü gibi, etkinlik sınırının sol tarafındaki alternatif portföylerde risk daha düşük olacaktır. Etkinlik sınır eğrisi üzerindeki minimum riske sahip portföy noktasının altındaki bölge etkin değildir. Etkin portföyler, etkinlik sınır eğrisinin sadece minimum risk noktasının üstünde kalan kısmını içermektedir (Bodie vd., 1993:214-215). Yatırımcı görüşüne göre tercih edilecek optimum portföy, yine bu etkin portföy alternatifleri içinden belirlenebilir.

Michaud (1998:44-46), I. tip hatanın %10 ($\alpha = 0,10$) varsayımı altında, OV etkin portföyler için %90 güven seviyesini gösteren çizimler yapmıştır. Michaud (1998:60-69), söz konusu bu kabul edilebilir bölgede oluşan yeni revize edilmiş etkin (resampled efficient) portföylerin, OV etkin portföylere göre daha robust ve yatırım sezgisine yatkın olduğu üzerinde durmuştur.

Etkinlik sınırı çizgisi, sonsuz sayıdaki optimum portföyleri temsil etmektedir. Etkinlik sınırı üzerindeki herbir noktanın getiri ve risk eksenleri üzerindeki izdüşümleri, o noktayı temsil eden portföyün getiri ve risk seviyesini göstermektedir. Etkinlik sınırının genelde kesintisiz sonsuz sayıda portföy kombinasyonlarından

oluştugu kabul edilir. Chang vd. (2000), etkinlik sınırının kesintisiz olmayacağını, bazı kısımlarının kısıtlara ve portföydeki varlıklara yapılan yatırım oranlarına bağlı olarak görünmez olabileceğini göstermişlerdir.

Jobson ve Korkie'nin 1981'de yaptıkları bir çalışmada, pozitiflik kısıtına uygun simülasyonlar sonunda elde ettikleri portföylerin yüksek Sharpe rasyosuna göre sıralandığında, yakın performansa sahip etkin portföy yapısında olduğunu belirlemişlerdir (Michaud, 1998:57). Bu çalışmada, birim katlanılan riske karşı portföy getirisini maksimize eden genellikle performans ölçütü olarak kullanılan Sharpe oranı ($S = \mu / \sigma$) amaç fonksiyon olarak kullanılmıştır. Sharpe oranına göre, birim riske karşı beklenen getiriye maksimize eden portföy seçimi uygun olmaktadır. Bu duruma diğer açıdan bakılırsa, birim getiriye göre minimum riski taşıyan (değişim katsayısı $= \mu / \sigma$) orana göre de portföy seçimi mümkündür. Değişim katsayısının minimizasyonu ile oluşturulan optimum portföyün de Sharpe oranıyla aynı sonuçlar vereceği görülebilir.

Bu bölümde, MPT çerçevesinde Markowitz OV portföy optimizasyonu ile ilgili temel kavramlar tartışılmıştır. Bir sonraki bölümde ise, portföy optimizasyonunda kullanılan temel modeller ve bu modellerin tanımlanmasında dikkate alınması gereken hususlar ve yaklaşımlar tartışılmaktadır.

2. PORTFÖY OPTİMİZASYON PROBLEMİNDE ÖNEMLİ HUSUSLAR VE PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA KULLANILAN BAŞLICA MODELLER

2.1. OV Optimizasyonunda Michaud'un Üzerinde Durduğu Yaklaşımlar

Markowitz OV optimizasyon modeline getirilen eleştiriler, birçok makale ve çalışmada tartışılmıştır. Bu çalışmada, OV modelinin yeni modifikasyonlara ihtiyacı olması tartışılmıştır. Michaud (1998:39-142), OV optimizasyonlarını iyileştirmek için aşağıdaki yedi yaklaşımı önermektedir:

1) İstatistiksel çıkarsama (statistical inference): Portföyle ilgili elde edilen istatistiksel çıkarsamaların optimize edilmiş portföyle uyuşması gerekmektedir. Optimizasyonda elde edilmiş portföydeki atamalar, özellikle getirisi yüksek ve riski düşük varlıklara yapılmış olmalıdır. Ataması yapılan birkaç varlık yüksek getiri ve düşük riske sahip olmayabilir, bu durumda atama yapılmış diğer varlıklarla korelasyonunun zayıf veya zıt bir yapıda olması gerekir.

2) Revize edilmiş etkinlik sınırı: Revize edilmiş etkin portföylerin, OV etkin portföylere göre daha robust olduğu üzerinde durulmuştur. Bu portföyler, %10 hata dikkate alınarak hesaplanmakta olup bu hata seviyesindeki portföyler diğer açıdan %90 kabul edilebilir OV etkin bölgededir. Revize edilmiş etkin portföylerin, basit simülasyon hesaplamalarıyla belirlenen pratik bir yöntem olarak görülmesi doğru olmaz. Bu yöntem, optimizasyonda kullanılan verilerin tahmin edilemez olduğu düşünülerek, simülasyonlarla revize edilmiş girdilerle optimum portföyler elde etmektedir.

3) Portföy etkinlik analizi: Optimize edilmiş portföyler, Sharpe oranı gibi performans ölçütleriyle değerlendirilmelidir. Yatırımcı, en yüksek Sharpe oranı veya en düşük risk değerine sahip portföye yatırım yapmayı tercih edebilir. Bu durumlar dikkate alınarak portföy etkinliği değerlendirilebilir.

4) Düzeltilmiş girdi tahmini: James-Stein ve Frost-Savariño gibi tahminleme yöntemleriyle, portföy optimizasyonunda kullanılan verilerin belirlenmesi üzerinde

durulmaktadır. Bu anlamda Stein tahminlemesi, bir grup bilgiyi kullanarak önemli bir kısım prosedürler üzerinden OV optimizasyonunu geliştirilen araçtır.

5) Önceliklerin ve referans noktasının tanımlanması: Referans bazlı optimizasyon, her varlığın getirisini referans olarak dikkate alan OV portföy optimizasyonudur. Böylece portföy optimizasyonundaki düzensizlik ve belirsizlik azaltılmış ve seçilen portföy yatırımı iyileştirilmiş olmaktadır. Yatırım bazlı yapının oluşturulmasına zemin hazırlarken, yatırım ilişkisiz portföylerin optimizasyonda yer almamasını desteklemektedir.

6) Özenli olarak elde edilen getiri öngörülerinin kullanımı: Getiri öngörülerinin kullanılması, pratikte OV optimizasyonu için önemlidir. Theil ve Goldberger 1961'deki çalışmalarında, getiri ve risk öngörülerinde bulunmak amacıyla doğrusal regresyon analiz yöntemini kullanmışlardır. Michaud ise 1998'deki çalışmasında, Theil ve Goldberger'in çalışmasını rehber edinerek, hisse senedi portföyleri için getiri öngörüsü üzerinde durmuştur. Hisse senedi öngörüsünün zor olmamakla beraber, yatırım yönetimine çok katkı sağlayacak potansiyel taşıdığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada, hisse senetlerinin getiri ve varyans öngörülerini ARFIMA ve FIGARCH modelleri kullanılarak elde edilmesiyle daha yüksek performanslı optimum portföylerin elde edilebileceği hipotezi test edilmektedir.

7) Yaygın hatalardan kaçınma: Amacına uygun ölçeklendirilmeyen veriler, optimizasyon probleminde en sık karşılaşılan hatalar arasında yer almaktadır. Getiri, risk ve işlem maliyetleri gibi değişkenler, aynı ölçü birimleriyle ve karşılaştırılabilir özellikte olmalıdır. Ölçeklendirme işlemi, (1) öngörü değeri ile gelecekteki gerçek değer arasındaki ilişki ile (2) gelecek değerdeki beklenen oynaklık veya standart sapma olmak üzere iki noktanın ürünüdür.

Geleneksel OV modeline getirilen eleştiriler ve bahsedilen bu yaklaşımlara dikkat edilmesi, OV modelini daha güvenilir hale getirecektir. Michaud (1998:39-40), burada bahsi geçen 7 yaklaşımdan her birinin portföy optimizasyonu aşamalarını iyileştirici ve olumlu katkısı olacağını belirtmektedir.

2.2. OV Modeli Oluşturulurken Dikkate Alınması Gereken Hususlar

OV optimizasyonunun pratikteki en belirgin problemi, kararsızlık ve belirsizlik olarak ifade edilebilir (Michaud, 1998:141). Örneğin OV optimizasyonunun karasız olmasının önemli bir nedeni, girdi varsayımlarından küçük sapmaların portföy optimizasyonu üzerine büyük değişimlere neden olmaktadır (Michaud, 1989:35). Böylece, optimizasyonların tanımlanmasında ve çözümünde ciddi sorunlar olmakta, bu da optimizasyon sonuçlarına birikimli olarak yansımaktadır.

Klasik OV modeline yapılan diğer önemli bir eleştiri ise, optimizasyonda kullanılan beklenen getiri ve riskin, gelecekte de aynı şekilde davranmasını beklemenin her zaman çok doğru olmadığı hususudur (Fisher ve Statman, 1997:42; Black ve Litterman, 1992:28; Michaud, 1998:127).

Bu anlamda OV modeli, modern anlamda portföy oluşturmak için tercih edilmesine karşın, birçok yönden eleştirilmekte ve daha robust çözüm önerileri aranmaktadır. Focardi vd. (2004), uygulamacıların karşılaştıkları en önemli problemin, klasik OV modelinin beklenen getiri ve kovaryans matrisi gibi girdilere çok duyarlı olduğunu ifade etmektedirler. Portföyün beklenen getirisinin, portföy optimizasyonu işleminde elde edilen ağırlıkların verilerdeki küçük değişimlerine bile çok duyarlı olması, en çok dikkate alınması gereken noktalardandır. Buna ek olarak, çok sayıda varlıktan oluşan portföy atamasında durağan bir kovaryans matrisinin elde edilmesindeki güçlükler ve modelin gelecek tahminleşmesindeki zayıf başarısı da dile getirilmiştir. Elde edilen beklenen getiri ve kovaryans matrisindeki sapmaların birçok nedeni olabilmekte ve bu hatalar OV optimizasyonu sonucunda görülmeyen büyük tahmin hatalarına neden olmakta, hesaplanandan daha büyük riske sahip portföyler elde edilebilmektedir (Ghaoui vd., 2003).

Focardi vd. (2004) çalışmalarında, yukarıda bahsedilen girdi duyarlılığı problemi, durağan kovaryans matrisinin elde edilmesindeki güçlük ve gelecek tahminlemesindeki zayıf başarısı gibi sorunların çözümünde Bayesian ve robust yaklaşımlarını önermekte ve bu yaklaşımların tahmin hatasındaki duyarlılığı azaltacağını, model gücünü iyileştireceğini ve daha iyi performans sağlayacağını belirtmektedir. Buna göre, portföy optimizasyonu problemlerinde, daha güvenilir ve

başarısı yüksek sonuçlar elde etmek için, aşağıdaki yaklaşımların dikkate alınması gerekmektedir.

2.2.1. Bayesian Yaklaşımı

Bayesian yaklaşımına göre, varlığın gelecekteki gerçek beklenen getirisi rassal olduğu kabul edilir. Bir hesaplama üzerinde kullanılacak veriler elde edilmeden önce, yatırımcının görüşleri doğrultusunda seçilen dağılım “ilk belirlenen dağılım” (prior distribution) olarak isimlendirilir (Gelman, 2002:1634–1637; Focardi vd. 2004:44). Verilerin toplanması ve hesaplanması sonucunda, dağılım hakkındaki yatırımcı görüşleri değişebilmektedir. Bayes’in kuralı, bu yeni olasılık dağılımı olan “nihai belirlenen dağılım”ı (posterior distribution) hesaplayan formüle sahiptir (Gelman, 2002:1627–1628; Focardi vd. 2004:44). Portföy yöneticileri, kontrolü kaybedeceklerini düşündüklerinden, portföy optimizasyon modeli üzerinde Bayesian teknik kullanımına istekli değillerdir. Ancak Bayesian yaklaşımı, portföy yöneticilerine daha çok kontrol olanağı verdiği ifade edilmektedir (Focardi vd., 2004:44-45).

Varlık beklenen getirilerinin hesaplanması üzerine klasik yaklaşıma göre, varlıklara ait beklenen getiriler arasındaki kovaryans ve gerçek beklenen getiri değerleri bilinmez ve ortalama bir değer olarak kabul edilir. Doğru değeri tahmin etmek güçtür ve bu tahmindeki hatalar, OV portföy optimizasyon kararlarını etkilemektedir. Bu anlamda, beklenen getirilerin belirlenmesinde Bayesian yaklaşımı önem kazanmaktadır. Focardi vd. (2004:44), bu hataların önemine değinerek¹ Bayesian yaklaşımının gerçek beklenen getirilerin bilinmez ve rassal olduğu sonucuna varmışlardır. Kovaryans matris kullanan yöntemlerin gerçek öngörü gücünün olmadığı ifade edilmiştir. Kovaryans matris kullanan metotlar, varlık getirisini öngörmekten çok varlık getirisini tahminlemektedir. Bunun sonucu olarak,

¹ Focardi vd. (2004), bu duruma 3 örnek dayanak sunmuşlardır. 1) Jobson ve Korkie’nin 1981’deki çalışmalarında, eşit ağırlıklı portföyün genellikle OV optimize portföye göre daha başarılı olduğu görülmüştür. 2) Jorion’nun 1985’deki çalışmasında, OV optimize portföylerin, portföy optimizasyonunda tek alternatif yöntem olmadığı görülmüştür. 3) Chopra ve Ziemba’nın 1993’deki çalışmalarında, OV optimizasyonunda, varlık getirilerindeki belirsizliğin, riskten daha etkili olduğu görülmüştür.

kovaryans matris kullanan yöntemlerin ancak oynaklığın küçük olduğu piyasalarda iyi çalışabildiğini, oynaklığın yüksek ve yapısal değişim geçiren piyasalarda zayıf kaldığı ifade edilmektedir. Bu anlamda, birleştirici dinamik faktör modelleri, dönem verilerinden elde edilen parametreler yardımıyla daha iyi uyumluluk içinde geleceğe yönelik öngörülerde daha başarılı olmaktadır. Başka bir deyişle, çok faktörlü modellerden elde edilmiş kovaryans matrisiyle özellikle kısa ve hatta orta-uzun dönemli finansal ve iktisadi zaman serilerinde, öngörü başarısı belirgin şekilde iyileşmiştir. Markov zinciri de dahil edilen Monte Carlo metotlarındaki son gelişmelerle birlikte, Bayesian dinamik faktör modelleri daha güçlü bilgisayarlara sahip olunan bugünlerde daha çok kullanılmakta, ancak çok hesaplama yükü ve zaman gerektirmektedir (Focardi vd., 2004:45).

2.2.2. Robust Yaklaşım

Markowitz OV modelinin, beklenen getiri ve korelasyon girdi verilerine çok duyarlı olması (Creia ve Stubbs, 2006) ve bu girdilerdeki belirsizlik (Tütüncü ve Koeng, 2004) modelin çalışmasındaki en büyük dezavantajlarından biridir. Robust portföy optimizasyonunun arkasındaki temel fikir, beklenen getirinin nokta değer olarak belirlenmesinden aralık ve hatta istatistiksel bir dağılım olarak belirlenmesi gerektiği ve bu belirsizliğin optimizasyon modeline dahil edilmesidir (Fabozzi vd., 2006:308-311). Creia ve Stubbs (2006), finansal hesaplamalarda robust optimizasyon metodolojisinin pek yaygın olmamasına rağmen, pratik ve etkin bir yaklaşım olduğu görüşündedirler. Ancak, Fabozzi vd. (2006:308) ise muhtemelen yeni ve çok teknik bir yaklaşım olması nedeniyle, robust portföy optimizasyonunun pek tercih edilmediğini ifade etmişlerdir.

Gao vd. (2007) göre MPT, özellikle 1970'lerdeki yüksek oynaklığın etkisindeki hisse senedi piyasasındaki büyük kayıptan yatırımcılarını koruyamamıştır. Böylece normal olmayan durumlarda portföy getirisini bir ölçüde garanti altına alan robust optimizasyon yöntemlerine verilen önem artmıştır. Gao vd., en kötü durumun (maksimum varyansın) minimize edilmesini amaçlayan bir optimizasyon modeli önermişler. Bu çalışma sonucunda, Shanghai hisse senedi borsasından rassal seçilen 13 hisse senedine ait 2005-2006 verilerinin kullanılmasıyla

oluşturulan robust portföy, Markowitz OV modeline göre oluşturulan etkin portföyden daha başarılı bulunmuştur. Gülpınar ve Rüstem (2007) de, çok dönemli yapı için min-max modeli kullanarak elde ettikleri sonuçların robust olduğu sonucuna varmışlardır. Tütüncü ve Koenig (2004), klasik OV modelinin zayıf yönlerine vurgu yaparak, tutucu yatırımcılar için robust optimizasyonun daha anlamlı olacağını ifade etmişlerdir.

Yatırımcı robust portföyleri tercih etmektedir. Monte Carlo yaklaşımlarına göre robust optimizasyon yapısındaki hesaplamalar, 1990'ların sonunda daha etkin kabul edilmiştir. Klasik OV modeli, maksimum Sharpe oranı problemi ve riske maruz değer (RMD) problemlerinin herbirinin hemen hemen orijinal yöntemleriyle aynı zamanda çözüm alternatifi olan Robust çözüm yöntemleri de kullanılmaktadır (Focardi vd., 2004:46).

Klasik OV portföylerine göre Robust OV portföylerin başarısı, veri girdilerindeki değişimlere göre daha istikrarlı ve daha yüksek performanslı oluşundandır. Ayrıca robust optimizasyon yapısı transfer maliyeti ve piyasa değişimleri gibi optimizasyon problemine bir çok karmaşıklık getiren kısıtlarda önemli olan esneklik yapısına sahiptir (Focardi vd., 2004:46).

2.2.3. Ortalamaya Dönüş

Klasik teoriye göre, hisse senedi getirisinin rassal olarak değiştiği, bu nedenle gelecek değeri tahmin edilemediği ve geçmiş getiri değerlerine bağlı olmadığı kabul görmüştür. Pratikte, etkin market hipotezi (EMH) daha geçerlidir. EMH'e göre, anlık gelen her bilgi, hisse senedi fiyatında anlık rassal değişimlere neden olabilmektedir (Focardi vd., 2004:47-48).

Ortalamaya dönüş (mean reversion), varlık getirilerinin normalden yüksek veya aşağı seyrettiği bir dönemden sonra bir şekilde yeniden uzun dönem ortalamasına döneceğini ifade eder. Varlık değerleri, yakın dönemdeki trendin sürekliliğini sürdürmediği, belli bir süre sonra uzun dönem trendine girdiği birçok akademisyen tarafından belirtilmiştir (Zhang, 2010; Vehvilainen, 2010; Grönlund ve Pedersen, 2008:31-33; Chow ve Kwan, 1997:160-161). Monoyios ve Sarno (2002),

Ocak 1988 ile Aralık 1998 dönemine ait 11 yıllık S&P 500 ve FTSE 100 Endeksleri gelecek piyasası değerleri üzerinde yaptıkları çalışmada, doğrusal olmayan bir ortalamaya dönüş yapısı gözlemişlerdir. Enerji piyasası (Blanco ve Soronow, 2001), petrol ve doğalgaz piyasası (Geman, 2010), tahvil-bono piyasası (Bhanot, 2005), hisse senedi gelecek piyasası (Monoyios ve Sarno, 2002) vb işlem değerleri üzerinde yapılan birçok çalışma, ortalamaya dönüşü desteklemektedir. Özetle ortalamaya dönüş, varlık fiyatlarının farklı dağılımlara sahip olduğunu, ancak bir etkidenden sonra tekrar mevcut dönem fiyatına veya uzun dönem ortalamasına döneceğini savunur. Böylece varlıklar, zamanla değer ve risklerde oluşan gelişmeler sonucunda meydana gelen fiyat değişimleri sonucunda geleceğe yönelik en iyi öngörü değeri olan bugünkü fiyatına yakın dalgalanma yapacaktır (Monoyios ve Sarno, 2002; Focardi vd., 2004:47-48).

2.2.4. Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar

OV etkin portföy için portföy veya MPT'ne göre risk hesaplamalarında varyans ve standart sapma dikkate alınırken portföyün beklenen getirisinden aşağı ve yukarı sapmaları dikkate alınmaktadır. Portföyün riskinin ölçümü ile ilgili, varyans ve standart sapma yerine sadece aşağı yönlü riski dikkate alan semivaryans ve ortalamadan mutlak sapma gibi birçok alternatif risk hesaplamaları söz konusudur.

Son yıllarda yaygın olarak kullanılan, alternatif risk ölçümü yaklaşımları dikkat çekmektedir. Bunlardan en yaygın olanı, çift yönlü risk hesaplaması yapan varyans ve standart sapma yerine, sadece aşağı yönlü riski dikkate alan semivaryans hesaplamasıdır (Swisher ve Kasten, 2005; Ogryczak ve Ruszczyński, 1999; Markowitz vd., 1993). Swisher ve Kasten'e (2005) göre aşağı yönlü riski dikkate alarak hesaplamalar yapması, post modern portföy teorisini (PMPT) MPT'den ayıran en önemli özelliklerden biridir. Özellikle uzun dönemde çok sayıdaki varlığın getirilerinin dağılımı artan bir şekilde asimetric özelliğe sahiptir. Böylece, oluşturulan etkin bir portföyün riskinin hesaplamasında varyansın kullanılması her zaman uygun bir risk ölçüsü olmayabilir (Michaud, 1998:23-25).

Riske göre diğer bir alternatif portföy optimizasyonu, varyans yerine beklenen getiri ortalamalarından mutlak sapmaları dikkate alan ortalama mutlak sapma (OMS) olarak ifade edilebilir. Kuadratik programlamanın zorlukları, doğrusal yapı kullanılarak aşılmaya çalışılmıştır. Varlıklar arasındaki kovaryansı dahi kullanmamasından dolayı OMS, çok varlıklı portföylerde işlem yükünü hafifletmektedir. Kovaryansı dikkate alan OV modelinde, kovaryansı kullanmayan OMS ile hesaplanan optimum portföylerin tahmin hatasına yol açacak büyük bilgi kaybına neden olabileceğine değinilmiştir (Kardiyen, 2008).

Portföyler içindeki varlık getirilerinin asimetrik yapısı, yüksek dereceli momentlerin de dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Markowitz vd. (1993)'ne göre, pozitif çarpıklık portföy getirilerinin genel özelliğidir. Ancak, ortalamaya göre üçüncü dereceden moment olan çarpıklık yerine aşağı yönlü riski (semi-varyans) dikkate alarak portföy optimizasyonu yapmak, fayda fonksiyonlarının oluşturulması ve hesaplanmasını kolaylaştırmaktadır.

Portföy riskinin ölçümü, entropi olarak da değerlendirilebilmektedir. Entropi, düzensizlik veya belirsizlik olarak ifade edilmekte ve riskin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Entropi, riskin eşdeğeri olarak risk yerine kullanılabilir. 1972'de Phippatos ve Wilson, Sharpe'ın tekli endeks modelini dikkate alarak portföy entropi değerini, portföyün riski olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların OV ve tekli endeks modeli sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür (Wang ve Xia, 2002:14). Altaylıgil (2008) de modelin daha başarılı çeşitlendirme yapacağı düşüncesiyle Shannon entropi ölçüsünü ortalama varyans çarpıklık modeline dahil etmiştir.

2.2.5. Fayda Fonksiyonunun Belirlenmesi

Birçok finansçıya göre, belirsizlik altında karar vermenin temelinde beklenen faydayı maksimize etmek yatmaktadır. Bu anlamda, fayda fonksiyonunun model tanımlaması önem kazanmaktadır. Pratikte, yatırımcı profiline ve özelliğine göre değişebilen yatırımcının fayda fonksiyonunun belirlenmesi, görüldüğünden çok daha zor ve bilinmezdir. Bu durum, optimum portföyün oluşturulmasını

güçleştirmektedir. Aivazian vd. (1983), farklı fayda fonksiyonlarını incelemişler ve uygun fayda fonksiyonunun belirlenmesindeki güçlüklerle değinmişlerdir.

Markowitz OV etkin portföyü için beklenen fayda fonksiyonu optimizasyonu, varlık beklenen getirilerin normal dağılmasına ve kuadratik yapıya bağlıdır. Ancak portföydeki varlıkların getiri dağılımı genellikle asimetric yapıdadır. Ayrıca, servetin artmasıyla, yatırımcının beklenen kuadratik faydasının azaldığı bilinmekte, başka deyişle kuadratik fonksiyonlar servetteki değişime göre doğrusal olarak artmamaktadır. Böylece beklenen faydanın maksimizasyonu, OV etkin portföylerle uyumlu olmamaktadır. Araştırmacılar da optimum portföy tanımlamasında, spesifik fayda fonksiyonlarının optimizasyonuna yönelmişlerdir (Michaud, 1998:25-26).

Pratikte, optimizasyonun tanımlanma sıkıntısı, fayda fonksiyonun kullanımını belirgin şekilde engellemektedir. Optimum portföyün belirlenmesinde, kullanılan algoritmaların uygulanabilirliği ve geçerliliği, önemli sorunlardandır. Birçok uygulamada, doğrusal olmayan optimizasyon yapılarının kullanılması sıkıntısıyla karşılaşilmektedir.

Yatırımcı için spesifik fayda fonksiyonu belirlemek, görüldüğünden daha güç olmakta veya tam olarak bilinmemekte, ayrıca kişiden kişiye, riske karşı duyarlılığına göre de değişmektedir. Uygulamacılar, kuadratik programlamadaki algoritma ve hesaplama güçlüklerinden dolayı hesaplaması daha pratik olan OV etkinliğini tercih etmektedirler. Bu anlamda kuadratik fayda fonksiyonu kullanmak, akademisyenlerle uygulamacıları ayıran nokta olarak düşünülebilir (Michaud, 1998:26).

Chow (1995) çalışmasında, klasik OV modelinin, genel portföy optimizasyon probleminin çözümünde özel bir yöntem olduğunu ve yetersiz kaldığını, çözüm için fayda fonksiyonunun kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Birçok fayda fonksiyonunun, getiriye maksimize ve bir çeşit riski de minimize etmesinin de zayıf kaldığını açıklayan Chow'a göre, portföy optimizasyon modeli, yüksek getiriye, düşük standart sapmayı ve yatırımcının kendi katlanabileceği toleransında içeren en düşük hatayı araştırmalıdır.

Son yıllarda yapılan çalışmaların birçoğu, kişiden kişiye portföy oluşturmada risk ve getiri sınırlarının farklılaştığını ve portföy oluşturma davranışının değiştiğini göstermektedir. Bu durum, davranışsal finansın önemini her geçen gün artırmaktadır. Fisher ve Statman (1997), 10.000 \$'lık uzun vadeli ABD hazine kağıdı ile kısa vadeli 10.000 \$'lık S&P 500 future anlaşmasının risklerini karşılaştırarak, aslında uzun dönemli hazine kağıdı almanın daha riskli olduğunu ancak kişilere daha az riskli geldiği üzerinde durmuşlardır. Bu anlamda, kişilerin farkında olmadan daha riskli yatırımlar içeren portföylere yönelebildiği düşünülebilir.

2.2.6. Çok Dönemli Yatırım Hedeflerine Göre Portföy Oluşturulması

Geleneksel OV portföy optimizasyonu, getiri değerlerinin dönemine göre genellikle aylık, çeyrek veya yıllık olarak mevcut dönemi izleyen dönem sonrası için geçerli olmaktadır. Ancak birçok büyük yatırım firması ve büyük fon yöneticileri, 5, 10 veya 20 yıl gibi, çoğunlukla çok uzun dönemli yatırım hedeflemektedirler.

Özellikle uzun dönemli yatırımlar için, beklenen getirinin geometrik ortalama yerine aritmetik ortalama ile hesaplanması önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu duruma uç bir örnek vermek gerekirse, bir varlığın bir dönem %100 getirisi, diğer dönem -%50 getirisi söz konusu olsun. Bu verilere göre beklenen getiri, aritmetik ortalaması alınarak %25 olarak hesaplanır². Ancak geometrik ortalamaya göre getirisi, bileşik getiri hesaplamasında olduğu gibi %0 sonucunu³ verecektir. Bu durumda çok dönemler için geometrik ortalama, klasik aritmetik ortalamaya göre hesaplanan beklenen getiriye göre tercih edilmelidir. Geometrik dizi özelliği gösteren bileşik faize göre yatırım yapılmış para, nüfus, gayri safi milli hasıla gibi genelde sağa veya sola eğik serilerin ortalamaları için geometrik ortalama en uygun merkezi

² Bu varlığın 2 dönem sonundaki getirisi aritmetik ortalama ile hesaplanırsa; $(1,00-0,50)/2=0,25$ yani %25 olarak bulunur.

³ Bu varlığın 2 dönem sonundaki getirisi geometrik ortalama ile hesaplanırsa; oransal olarak büyüyen getirilerin bileşik getiri hesabı söz konusu olmaktadır. Bu bileşik getirilerin ortalaması da geometrik ortalama olarak hesaplanmalıdır. Farklı değişim oranına sahip 2 dönem olduğu için, ortalama getirisi, geometrik ortalama (G) ile aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$G = \sqrt{(1+1,00) \cdot (1-0,50)} = \sqrt{2 \cdot 0,50} = 1$$

Serinin tüm değerlerine 1 eklendiğinden dolayı sonuçtan 1 çıkartılır. Böylece, G'ye göre ortalama getiri %0 olacaktır.

eğilim ölçüsüdür. Hisse senedi getirileri, genelde sağa eğik seriler olduğundan, aritmetik ortalama uygun bir merkezi eğilim ölçüsü olarak benimsenemez. Markowitz, bu anlamda matematikte de kullanılan getirilerin logaritmalarının alınmasından sonra aritmetik ortalarının hesaplanmasını ve sonrasında elde edilen değerlerin anti logaritmasının alınmasını önermiştir. Sonuç olarak, uzun dönemli yatırımın büyümesinin, portföy yatırımdan elde edilenlerin tekrarlı yatırım yapılmasına benzetmekte ve bileşik getiri hesaplaması şeklinde değerlendirilmesi gerektiği üzerinde durmaktadır (Markowitz, 2006:116-125; Kritzman, 1993).

Klasik Markowitz OV modeli tek dönemlik olarak ifade edilmiş olup literatürde çok dönemli portföy optimizasyon hesaplamaları da vardır. Çelikyurt ve Özekici (2007), çok dönemli yapı için Markov zincirini dikkate alarak oluşturdukları fayda fonksiyonlarını kullanarak OV modeli üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Roy'un 1952'deki güven sınırını dikkate alarak model oluşturulması üzerinde durmuşlardır. Oluşturulan Markov geçiş matrisiyle, 5 dönemlik senaryo değerlendirmesi yapmışlardır (Çelikyurt ve Özekici, 2007). Gülpınar ve Rüstem (2007), çok dönemli yapı için min-max modeli kullanmışlar ve sonuçları back testing kullanarak da değerlendirmişlerdir.

2.2.7. Finansal Planlama Çalışmalarında Simülasyonun Önemi

Birçok finansal kurumun en önemli işlerinden biri, uzun dönemli yatırımları için seçilen varlıkların belirlenmesi ve bu varlıklara yatırım oranlarının dağılım planlamasını yapmasıdır. Bu anlamda, OV etkin portföy analizi büyük anlam kazanmakta ve borç-varlık finansal planlamasında, Monte Carlo simülasyonu önemli bir yere sahip olmaktadır.

Birçok finansal kuruluş, yatırımlarını uzun dönemli yapmaktadır. Bilgisayar ortamında tekrarlanan yüzlerce simülasyon sonucunda, firmanın dönemler itibarıyla değişen borç-varlık durumları ve buna göre portföy atamalarının gerçekleştirilmesi, net nakit akışı ve saklı atama kararlarını da içerdiği için şirket fonlama konumu için çok önem kazanan bir hesaplama olmaktadır. Bu anlamda, uzun dönemli yatırım

planlamalarında, OV etkin portföylere göre, firmanın fon durumunu ve nakit akışlarını içeren planlanmalar daha tercih edilmelidir (Michaud, 1998:29-31).

2.2.8. İşlem Maliyetinin Dikkate Alınması

İşlem maliyeti çoğunlukla ihmal edilir veya sabit kabul edilir. Ancak aynı ülkede bile, hisse senedi, döviz ve tahvil alımlarında farklı komisyon ve vergi oranları olmaktadır. Bu işlem ve vergi oranları, yatırım dilimlerine ve ülkeye göre de büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Hatta bazı yatırım araçlarına teşvik amacıyla bazı dönemlerde ve/veya bazı ülkelerde vergi muafiyeti uygulanabilmektedir. Bu durum optimum portföyün oluşturulmasında büyük farklılıklara neden olabilmekte ve portföy optimizasyonu için modele eklenen komisyon ve vergiyi içeren her kısıt, oluşturulacak modeli daha karmaşık bir yapıya sokmaktadır. Portföy optimizasyon modelindeki kısıt sayısının artması model etkinliğini zayıflatmış bilinmektedir (Alexander ve Baptista, 2006). Ayrıca, son yıllarda birbiriyle her geçen gün korelasyonu yükselen uluslararası piyasalar, uluslararası çeşitlendirmedeki avantajı azaltmış dikkate alınmalıdır (Guidolin ve Hyde, 2008).

Portföylerin izleyen dönemlere ait beklenen getiriler arasındaki farkın, portföyün revizyonunda gereken transfer maliyetiyle karşılaştırılması suretiyle model oluşturulması daha anlamlı olmaktadır (Markowitz ve Dijk, 2003). Sonuç olarak, çok dönemli portföy optimizasyonlarında, genelde dikkate alınmayan veya sıfır maliyetli kabul edilen işlem maliyetlerinin pratikte önemli olduğu bilinmekte ve dikkate alınması gerekmektedir. Ancak modele dahil edilen bu işlem maliyetleri, model hesaplamasını karmaşık yapıya sokabilmekte ve etkinliğini azaltabilmektedir.

2.2.9. Finansal Kısıtlar, Faiz Oranları ve Sermaye Yapısı Gibi Diğer Faktörlere Dikkat Edilmesi

Finansal kısıtlar, faiz oranları ve sermaye yapısı gibi faktörlere duyarlılığı yüksek olan varlıklar, söz konusu faktörlerin oynaklığının arttığı dönemlerde, görüldüğünden daha riskli olabilir. Guidolin ve Hyde (2008), faiz oranlarına bağlı olarak hisse senedi piyasalarının doğrusal olmayan yapıya sahip olduğunu ve portföy

optimizasyonlarında rejim değişimini (düşen ve yükselen piyasalardaki gibi) dikkate almak gerektiğini ifade etmişlerdir.

2.2.10. OV Optimizasyon Problemi Çözümü için Alternatif Yaklaşımlar

Son yıllarda, OV matematiksel modelinde bulanık mantık kullanılmaktadır. Varlık beklenen getirisinin genelde tarihi verilerindeki maksimum ve minimum değerleri arasında ne değer alacağı belirsiz olduğu ve bu anlamda istatistiksel dağılımların dikkate alınması gerektiği düşünöldüğünde, bulanık mantık önem kazanmaktadır. Bulanık mantık kullanmanın, OV optimizasyon problemi etkinliğini destekler sonuçlar üzerinde durulmaktadır (Grupta vd., 2008; Smimou vd., 2007).

Bilgisayarların hızlarının artması işlevselliğini artırmış ve çok yoğun ve güçlü hesaplamaların yapılmasına olanak vermiştir. Bilgisayarların hesap yükünü hafifleten bu gelişmeye paralel olarak yapay zekanın gelişmesi ve dolayısıyla OV optimizasyon problemi çözümünde de kullanılması sağlamıştır. Bu anlamda, OV problemi çözümünde izlenecek yol için genetik algoritmalar (GA) ve yapay sinir ağları (YSA) ön plana çıkmaktadır. Branke vd. (2009), pratikte kısıtların ve alt problemlerin çok olması nedeniyle çok amaçlı algoritma ve parametrik kuadratik programlamanın kombinasyonu olan zarflama tabanlı çok amaçlı yeni bir algoritma ile OV optimizasyon problemine çözüm sunmuşlardır.

GA'nın kullanılmasının, OV modeli problemlerinin çözümünde daha başarılı olduğu savunulmuştur (Huang, 2007; Chang vd., 2000). Xia vd. (2000), transfer maliyetlerinin önemine değinerek, transfer maliyetlerini içeren daha başarılı optimizasyonların GA ile elde edilmesinin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir.

Yu vd. (2008), S&P 500, FTSE 100 ve Nikkei 225 gibi 3 büyük endeksi ve USD/EUR, USD/GBP ve USD/JPY gibi 3 döviz kuru için ortalama, varyans ve çarpıklık öngörülerini YSA ile yapılmış ve sonrasında YSA tabanlı portföy optimizasyonu yapmışlardır. YSA kullanılarak OV modeli optimizasyon problemi çözümlerinde başarılı bir alternatif yaklaşım olduğunu savunan çalışmalar vardır (Fernandez ve Gomez, 2007; Yu vd., 2008).

2.3. Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller

Portföy optimizasyon problemlerinde getiriye ağırlık veren veya sadece riske ağırlık veren modeller olduğu gibi, risk ve getiriye yatırımcı tercihinine göre hemen hemen aynı önemi veren modeller de vardır. Bu modeller, Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Başlıca Modeller

	Model İsmi	Açıklama
Portföyün getirisine ağırlıklı önem veren modeller	Endeks Modelleri	Varlık ile piyasa arasındaki korelasyon ve varlık getirisi ön plandadır.
	Geometrik Ortalamaya Göre Optimizasyon	Bileşik getiriye ön plana almakta ve çok dönemli yatırımlarda avantaj elde eder.
Portföyün riskine ağırlıklı önem veren modeller: Varlık getirilerinin beklenen değerden sapmaları üzerine yoğunlaşmıştır.	Ortalama Mutlak Sapma Modeli (OMS)	Aritmetik ortalamadan mutlak sapmaların ortalamasına göre portföy optimizasyonu yapar.
	Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (OVÇ)	Varyans ve serideki çarpıklığı dikkate alan bir modeldir.
	Ortalama Semivaryans Modeli	RMD gibi, sadece aşağı yönlü riske göre portföy optimizasyonunu amaç edinir.
	Ortalama Hedef Modeli (OHM)	Hedefteki getiriden sapmayı dikkate alarak, risk ve getiri ilişkisine göre optimum portföyü amaçlar.
	Beklenen Getiriden Sapmaya Göre Optimizasyon	Portföy getirisi ile piyasa getirisi arasındaki fark olan izleme hatasını minimize etme amaçlıdır.
Portföyün risk ve getirisine göre optimum portföyler: Yatırımcı tercihinine göre bazen getiri, bazen risk ön plana alınır. Bazen de, katlanılabilecek taban riske göre portföyün getirisi optimize edilir veya en az beklenen getiriye göre portföyün riski minimize edilir.	Kuadratik Programlama Modeli	Risk ve getiriye verilen farklı seviyedeki öneme göre portföy optimizasyonlarına imkan sağlar.
	Fayda Fonksiyonu	Yatırımcı tercihinine göre, portföyün riskine veya getirisine ne ölçüde önem verileceği belirlenir.
	Sharpe Oranı	Birim riske karşı, beklenen getiriyi maksimize etmeye dayanır.
	Sermaye Piyasası Doğrusu (CML)	Risksiz faiz oranını sabit yapmak üzere, etkinlik sınırına çizilen teğet doğrusunun kesişim noktasını optimum portföy olarak belirler. Klasik CML hesaplaması, klasik Sharpe oranına göre aynı portföyü verir.
	Çok Amaçlı Optimizasyon Modelleri	Risk minimizasyonu, getiri maksimizasyonu başta olmak üzere, iki veya daha fazla amaç içeren modellerlerdir.
	Min-Mak Stratejisi	Maksimum varyanslı portföy alternatifleri arasından en iyi alternatifin seçimi olarak ifade edilebilir.

Portföy risk ölçümü için genellikle portföyün beklenen getiriden sapması olarak portföy standart sapması veya portföy varyansı kullanılmaktadır. Günümüzde

risk ölçüm yöntemleri, ortalamadan sapma dağılımını çift yönlü ve sadece aşağı yönlü olarak dikkate alan yöntemler olmak üzere 2 çeşit olarak düşünülebilir.

Birinci tip risk ölçüm modelleri, dağılımı dikkate almakta olup, portföy beklenen getirisinin ortalamadan pozitif ve negatif sapmalara dayanmaktadır. Bunlar, risk olarak standart sapmayı dikkate alan “ortalama standart sapma”, ortalamadan sapmaları mutlak değerce dikkate alan “ortalama mutlak sapma” ve çarpılık-basıklık gibi ortalamadan sapmaların 3. ve 4. momentlerini dikkate alan “ortalama mutlak moment” üzerine geliştirilmiş modellerdir (Fabozzi vd., 2007:54-55).

İkinci tip risk ölçüm modellerinden “RMD” ve “ortalama semivaryans modeli” ise sadece aşağı yönlü riski dikkate alan modellerdir. Benati (2003), varyansın bazı durumlarda uygun bir risk ölçüm aracı olmadığını ve şirket iflası gibi aşağı yönlü en kötü durumları içeren durumları göz önüne alan istatistiksel modellerin riski daha iyi ölçebildiğini ifade etmiştir.

2.3.1. Kuadratik Programlama Modeli

Kuadratik programlama, Markowitz portföy optimizasyonlarının çözümünde kullanılan bir tekniktir. Programlama kelimesi, matematiksel yapıdaki eşitlik ve eşitsizlik kısıtları içeren optimizasyonlar için kullanılır. Kuadratik kelimesi ise, programlamada ikinci dereceden bir ifade olan varyansın, optimizasyon amacıyla yer almasından kaynaklanmaktadır. OV etkin portföylerinin hesaplamasında, çok sayıda alternatif algoritmalar kullanılmaktadır. Bu algoritmalarından hangisinin seçileceği, hesaplama hızı, varlık sayısı, kısıtların yapısı ve sayısı, sonuçlara gösterilen duyarlılığa göre değişmektedir. OV etkinliği için Kuadratik Programlama aşağıdaki gibi modellenebilmektedir ve amaç, ϕ değerinin minimize edilmesidir (Michaud, 1998:11-21).

$$\phi_{\min} = \sigma_p^2 - \lambda \mu_p \quad (2.1)$$

Burada, σ_p^2 portföyün varyansını ve μ_p ise portföyün beklenen getirisini göstermektedir. λ ise, kısıtın amaç fonksiyona dahil edilmesi için çarpan olarak kullanılır.

Burada λ değeri sıfırdan artı sonsuza kadar değerler verilerek çözümlenen amaç fonksiyonlar, etkin portföylere ait yatırım ağırlıklarının elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Etkinlik sınırı tanımlanmasında, λ ve ranklar⁴ önemli rol oynamaktadır. λ ilişkili elde edilen revize edilmiş etkinlik sınırı simülasyon hesaplamalarında ortalama, medyan, minimum, maksimum, getiri vb değerler hemen hemen aynı kalırken, portföy riskleri yüksek çıkabilmektedir. Bu da daha ileri düzeyde çalışmaları gerektirmektedir (Michaud, 1998:66-67). Doğrusal ve Kuadratik OV portföy optimizasyon modelleri için, yakın zamanda stokastik çerçevede (Zhou ve Li, 2000), parça arı kolonisi yaklaşımı (Cura, 2009) ve GA yaklaşımı (Huang, 2007) gibi çözümler vardır. Bu model bazı çalışmalarda, alternatif olarak aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Cura, 2009; Xia vd., 2000).

$$\phi_{\min} = \lambda \sigma_p^2 - (1 - \lambda) \mu_p \quad (2.2)$$

Burada, $\lambda \in [0,1]$ arasında değer alabilmektedir. Riske karşı çok duyarlı bir yatırımcı için λ değeri 1'e yaklaşırken, yatırımcının riske kayıtsızlık derecesine göre λ değeri sıfıra yaklaşmaktadır.

Sharpe (1963), denklem 2.1'deki amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi bir maksimizasyon fonksiyonu olarak ifade etmiştir.

$$\phi_{\max} = \lambda \mu_p - \sigma_p^2 \quad (2.3)$$

⁴ Rank: Etkinlik sınırı için α güven seviyesinde (genelde %90) etkinlik sınır bölgesi oluşturmak mümkündür. Örneğin 50 adet etkin portföy olduğu kabul edilsin. Diğer tüm etkin portföylere göre, en düşük varyansa sahip etkin portföy 1. rank, en yüksek getiriye sahip etkin portföy 50. rank kabul edilir (Michaud, 1998:42-47). Verilerin yenilenmesi ile yapılan yüzlerce simülasyonlarla elde edilen revize edilmiş etkinlik sınırları da bu güvenlik bölgesindedir. Revize edilmiş etkinlik sınırı, diğer ranklardaki OV etkin portföylere göre gerçek riski daha düşük olarak kabul edilir (Michaud, 1998:49-62).

Kuadratik programlama modeli, yatırımcının katlandığı riske göre değişebilen bir model olarak da aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Fabozzi, 2007:35).

$$\phi_{mak} = \mu_p - \lambda \sigma_p^2 \quad (2.4)$$

Buradaki λ , riske verilen ceza katsayısı olarak değerlendirilebilir ve sıfırdan başlayarak daha yüksek sayılar verilerek farklı optimizasyon fonksiyonları elde edilebilir. Her bir optimizasyon fonksiyonu çözümünden, söz konusu risk seviyelerine göre etkinlik sınırındaki portföy ağırlıklarına ulaşılır. Böylece λ , portföydeki risk seviyesini ayarlayan araç olarak kullanılabilir. Birçok portföy atama kararlarına ve yatırım yönetimine göre, λ katsayısının 2 ile 4 arasında olduğu kabul edilmiştir (Fabozzi vd., 2007:35).

Kuadratik programlama modelleri, fayda fonksiyonu olarak da düşünülebilir. Burada yatırımcının risk katlanabilirlik derecesine göre λ değeri ve dolayısıyla fayda fonksiyonu belirlenmektedir.

2.3.2. Fayda Fonksiyonu

Fayda fonksiyonu, yatırımcının yatırımından beklediği faydanın maksimizasyonuna dayanır. Beklenen fayda, fonksiyonun maksimize edilmesi amaçlanarak yatırımcının katlanabileceği riske göre yatırım getirisi tercih edilmektedir. Ancak yatırımcıya göre katlanabilecek risk değişmekte ve bu nedenle yatırımcılara göre farklı fayda fonksiyonları söz konusu olmaktadır. Bu amaçla, aşağıdaki fayda fonksiyonu maksimize edilmektedir (Wang ve Xia, 2002:10).

$$Z_{mak} = E[U(\mathbf{R}^T \mathbf{W})] \quad (2.5)$$

Burada,

U : fayda fonksiyonu,

$\mathbf{R}$: varlık beklenen getirileri matrisini,

$\mathbf{W}$: varlık ağırlıklarını göstermekte olup bütçe kısıtı ($\sum_{i=1}^N w_i = 1$) söz konusudur.

Bu modelin temel varsayımları aşağıdaki gibidir (Wang ve Xia, 2002:10):

- (1) Yatırımcı, beklenen faydayı maksimize etmeye çalışır.
- (2) Yatırımcı, aza karşılık çoğu tercih eder.
- (3) Yatırımcılar riskten kaçarlar ve rassal getiri yerine daha kesin bir getiriyi tercih ederler.
- (4) Fayda fonksiyonu, sürekli, monoton artan ve konkav yapıdadır.
- (5) Getiri ve varyans kovaryans matrisinin sınırsız olmayan girişi olup, optimum yatırım ağırlıklarını sağlayacak bir çözüm vardır.

Fayda fonksiyonunda asıl karşılaşılan problem, fayda fonksiyonun tam olarak belirlenememesi ve yatırımcıdan yatırımcıya farklılık göstermesidir. Bu durum, pratikte çözümlenmesi güç olan modellere neden olmaktadır. Fabozzi vd. (2007:45-48), portföy uygulaması ve hesaplamalar göz önüne alınarak doğrusal, kuadratik, üstel ve logaritmik fayda fonksiyonlarının kullanılabildiğini ifade etmişlerdir.

Yatırımcı tercihlerine göre tanımlanabilecek çok sayıda alternatif fayda fonksiyonları söz konusudur. Fayda fonksiyonu, klasik kuadratik programlama modeli olarak aşağıdaki gibi yazılabilir (Ehrgott vd., 2004). Bu model, portföy optimizasyon probleminin çözümü güç olan Kuhn-Tucher optimizasyon koşullarını gerekli kılmaktadır.

$$\phi_{\min} = \sigma_p^2 - \lambda \mu_p \quad (2.6)$$

2.3.3. Sharpe Oranı

Sharpe oranı, birim riske karşılık, risksiz faiz oranından arındırılmış beklenen getiriyi ifade eder. Sharpe oranı, her bir varlık için hesaplanıp değerlendirilebileceği gibi, portföy için de bir performans ölçütü olarak kullanılabilir. Sharpe (1966), bu oranı özellikle yatırım fonlarının performansının değerlendirmesinde kullanmıştır. Böylece OV problemi, risksiz faiz oranı göz önünde bulundurularak da birim riske (standart sapma) karşılık beklenen getirinin optimizasyonu şeklinde aşağıdaki gibi modellenebilir (Sharpe, 1994; Buckley vd., 2003:8; Hodges vd., 1997).

$$Z_{mak} = \frac{\mu_p - r_f}{\sigma_p} \quad (2.7)$$

Burada, r_f risksiz faiz oranıdır. Böylece portföyün birim riskine karşılık portföyün risksiz faiz oranının üzerindeki getirisinin maksimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Sharpe oranı, birim riske karşılık beklenen getiriyi ifade ettiğinden amaç fonksiyonu maksimizasyon yapısındadır. Bu oran, daha farklı şekillerde de modellenebilmektedir. Bazı OV portföy optimizasyon problemlerinde, Sharpe oranı olarak adlandırılmış veya risksiz faiz oranı göz önünde bulundurulmadan birim riske (standart sapma) karşılık beklenen getiri optimizasyonu şeklinde ifade edilmiştir (Churilov vd., 2004:300; Maller ve Turkington, 2002:502).

$$Z_{mak} = \frac{\mu_p}{\sigma_p} \quad (2.8)$$

Bawa (1976:1180) çalışmasında, aşağıdaki gibi bir modeli kısa satış olmayan portföy optimizasyonu için önermiştir.

$$Z_{min} = \frac{t - \mu_p}{\sigma_p} \quad (2.9)$$

Burada, t değeri $-\infty \leq t \leq \infty$ aralığında olmak üzere, çok sayıda belirli t değeri için optimizasyon çözümü yapılır. Portföyün ortalama getirisi, t değerinden yüksek olan bütün portföyler ($\mu_p > t$), portföyün getirisi t 'den küçük olan portföylere tercih edilir. Burada kullanılan algoritmayla finansal piyasalarda portföy seçimi yapılmaktadır. Bu yöntem, hem risk sever hem de riskten kaçan yatırımcıların olduğu piyasa şartlarına göre çözüm aramaktadır (Bawa, 1976:1181).

Sharpe oranının tersi, denklem 2.10'daki gibi düşünülebilir. Bu ifade değişim katsayısı olarak bilinmekte ve birim getiriye karşılık portföy riskini ifade ettiğinden, aşağıdaki gibi minimize edilmelidir. Bu değişim katsayısı da portföy optimizasyonu için bir model olarak kullanılabilir.

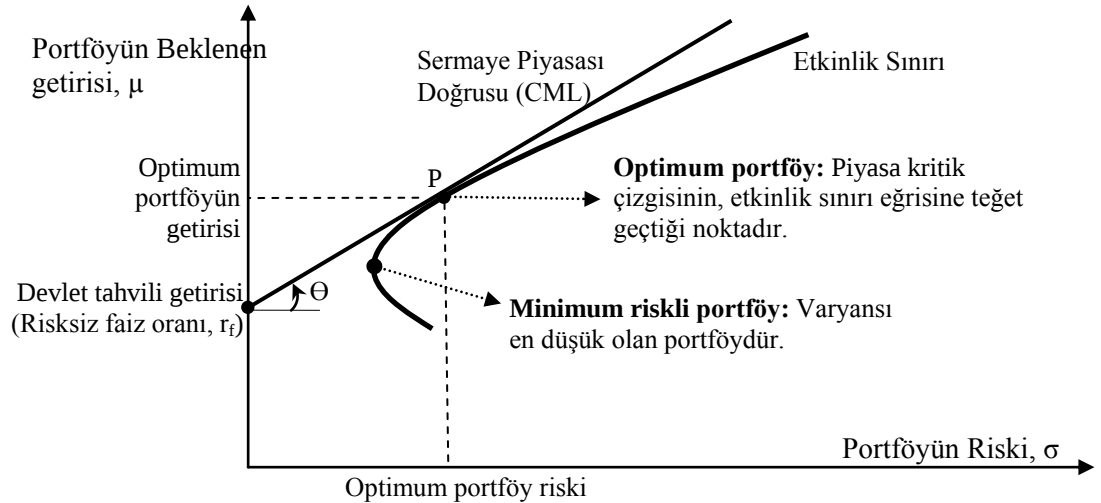
$$Z_{min} = \frac{\sigma_p}{\mu_p - r_f} \quad (2.10)$$

2.3.4. Sermaye Piyasası Doğrusu (CML)

Portföy içinde olması gereken varlıkların ağırlıklarının belirlenmesinde, sermaye piyasası doğrusu (Capital Market Line - CML) dikkate alınabilir. Etkinlik sınırının tercih edilmesi gereken portföy alternatiflerinden oluştuğu bilinmektedir. Etkin portföy seçiminde, Şekil 2.1'deki varyansın en düşük olduğu, en düşük riskli olan noktanın altındaki etkinlik eğrisindeki portföy seçenekleri, rasyonel olmaması nedeniyle etkin portföy olarak değerlendirilmezler (Bodie vd., 1993:208-219). Bu noktanın altındaki seçenekler, aynı risk düzeylerinde daha düşük getiri sunmakta ve rasyonel yatırımcının tercih etmeyeceği alternatiflerden oluşmaktadır.

Risksiz faiz oranı sabit alınarak etkinlik sınırına teğet çizilen CML doğrusunun, etkinlik sınırı eğrisine teğet geçtiği nokta Şekil 2.1'de P ile gösterilmiştir. P noktası, portföy yöneticisinin riske karşılık beklediği getiri oranına göre optimize olan portföy getiri ve risk düzeyini gösterdiği kabul edilmektedir. CML, portföy riskinin birim artışına karşılık piyasanın istediği ek getiriyi temsil eden eğime sahip olmasından dolayı, beklenen getiri ve risk dengesini içermektedir. (Fabozzi vd., 2006:34-39; Fama, 1972:552-553).

Şekil 2.1: CML'ye Göre Portföy Seçimi



Şekil 2.1'deki risksiz faiz oranı, genellikle hazine bonusu risksiz bir kazanç sağladığı için risksiz piyasa faiz oranı olarak kabul edilir. Matematiksel olarak risksiz

faiz oranı, CML'nin sabit değeridir. Yatırımcı yaptığı yatırımla, katlandığı riske oranla bu getiri değeri üzerinde bir getiriyi beklemektedir.

Bütçe kısıtı dikkate alınarak, CML'nin yatay eksen ile yaptığı eğimin maksimize edilmesi suretiyle portföy optimizasyonu yapmak mümkündür. Bir başka anlatımla, burada CML doğrusunun eğimi, CML doğrusunun artış değerinin $(\mu_p - r_f)$, ilerleyiş değeri P noktasındaki portföy standart sapma değeri olan σ_p 'ye oranıyla hesaplanabilir. Bu durum aşağıdaki gibi ifade edilebilir ve bu fonksiyonun maksimize edilmesi sonucunda, optimum portföy olan P noktası belirlenebilir (Elton ve Gruber, 1995:98).

$$Z_{\text{mak}} = \tan\theta = \frac{\mu_p - r_f}{\sigma_p} \quad (2.11)$$

Buradaki bütçe kısıtı olan $\sum_{i=1}^N w_i = 1$ ifadesi dikkate alınmalıdır. Bu portföy optimizasyon yöntemindeki modelin, Sharpe oranı yöntemiyle aynı sonucu vereceği görülmektedir.

Eğer devlet tahvil getirisi değişken veya belirsizlik içeriyorsa, her yatırımcı görüşüne göre oluşturulan farksızlık eğrileri optimum portföyü belirleyecektir. Bu durumda, optimum portföy Şekil 2.2'deki gibi gösterilebilir (Bodie vd., 1993:223-225).

Şekil 2.2'deki P noktası optimum portföy olup yatırımcının farksızlık eğrisinin etkinlik sınır çizgisine teğet olduğu noktadır. Her yatırımcının farksızlık eğrisi, riske karşı duyarlılığına göre değişmektedir. Riske karşı daha duyarlı ve riskten kaçan yatırımcının farksızlık eğrisi, etkinlik sınır eğrisini daha solda teğet yapacak şekilde Q noktasında kesecektir. Riskten kaçan yatırımcı için optimum portföy Q noktasında belirlenmiş olacaktır. Riske karşı daha az duyarlı olan yatırımcının farksızlık eğrisi, etkinlik sınır eğrisini daha sağda teğet yapacak şekilde R noktasında kesecektir. Böylece, riske az duyarlı yatırımcı için optimum portföy R noktasında belirlenmiş olacaktır.

2.3.5. Çok Amaçlı Portföy Optimizasyon Modelleri

Markowitz optimizasyon modelinde, bir taraftan portföyün getirisinin maksimize edilmesi ve diğer taraftan portföy riskinin minimize edilmesi amaçlandığından, bu modellere 2 kutuplu modeller olarak bakılır. Bu nedenle, çok amaçlı modeller de portföy optimizasyonunda kullanılabilmektedir. 1979'da Levy ve Markowitz, Taylor açılımını kullanarak ortalama getiri ve varyans olmak üzere 2 amaçlı bir modeli, fayda fonksiyonu olarak değerlendirmişlerdir. İki amaçlı fonksiyon söz konusu olduğunda, portföy optimizasyon problemlerinde amaç programlama tekniği tercih edilmelidir (Wang ve Xia, 2002:9).

Diğer taraftan portföy optimizasyonunda, ikiden fazla amaç fonksiyonun kullanıldığı modeller de söz konusudur. Örneğin; (1) kısa dönem varlık getirisi performansına göre, (2) uzun dönem varlık getirisi performansına göre, (3) yıllık kar payı dağıtımına göre, (4) Standart and Poors (S&P) yıldız sıralamasına göre (5) riske göre vb amaç fonksiyonlar oluşturulup bu hiyerarşi içinde portföyler optimize edilebilmektedir. Portföy tarihi getirilerinin kısa (12 aylık) ve uzun (36 aylık) dönem varlık getiri performansına göre portföy oluşturmak mümkündür. Bu durumda, önce aşağıdaki gibi her bir varlığa ait dönemsel beklenen getiri hesaplanır (Ehrgott vd., 2004).

$$r_i^{12} = \frac{P_{t,i} - P_{t-1,i}}{P_{t-1,i}} \quad \text{Kısa dönem, (12 aylık) varlık beklenen getirileri.} \quad (2.12)$$

$$r_i^{36} = \frac{P_{t,i} - P_{t-3,i}}{P_{t-3,i}} \quad \text{Uzun dönem, (36 aylık) varlık beklenen getirileri.} \quad (2.13)$$

Burada, $p_{t,i}$, t tarihindeki, i varlığının piyasa fiyatını göstermektedir. Bu durumda, optimizasyonda kullanılan amaç fonksiyonları aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\phi_{mak} = \sum_{i=1}^n (r_i^{12} \cdot w_i) \quad \text{Kısa dönem performansına göre amaç fonksiyon.} \quad (2.14)$$

$$\phi_{mak} = \sum_{i=1}^n (r_i^{36} \cdot w_i) \quad \text{Uzun dönem performansına göre amaç fonksiyon.} \quad (2.15)$$

Yıllık kar payı dağıtımına göre oluşturulan amaç fonksiyonu, varlıkların her birinin yıllık kar payı dağıtımlarının o yılki maksimum piyasa fiyatlarına oranlanmasıyla elde edilen değerlerin, varlıkların portföydeki ağırlıklarıyla çarpımından elde edilmektedir. S&P yıldız sıralamasına göre oluşturulan amaç fonksiyon, derecelendirme kuruluşu olan S&P'nin fon ve varlıkların performansına göre 5 yıldıza kadar verdiği dereceleri göz önüne alarak oluşturulmaktadır. Riske göre oluşturulan amaç fonksiyonlar ise, klasik portföy standart sapması için kullanılan amaç fonksiyonun minimize edilmesine dayanır. Bu amaç fonksiyonlarından başka, yatırım yapılan fon veya şirketlerde sosyal sorumluluklarını yerine getirme, portföydeki hisse senedi sayısı ve ortalama mutlak sapma gibi birçok alternatif amaç fonksiyonu dikkate alınabilir (Ehrgott vd., 2004).

Branke vd. (2009), kuadratik programlamayı içeren çok amaçlı portföy optimizasyon modelinin çözümü için yeni bir veri zarflama tabanlı çok amaçlı algoritma önermişlerdir.

2.3.6. Endeks Modelleri

Sharpe (1963)'ın savunduğu tekli endeks modeli, bu anlamda temel kabul edilebilecek bir açılamdır. Bu model, varlık olarak değerlendirilen bir hisse senedinin, piyasa endeksine göre getirisinin hesaplanmasına dayanır ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Bodie vd., 1993:790).

$$\mu_i = \alpha_i + \beta_i R_m + e_i \quad (2.16)$$

Burada,

μ_i : i hisse senedinin getiri oranını,

R_m : piyasa endeksinin getiri oranını,

β_i : i hisse senedinin market endeksi tarafından ne ölçüde etkilendiğini gösteren bir katsayıyı ve piyasa hareketlerine karşı hisse senedinin tepki şiddetini ve yönünü göstermektedir. Kısaca, hisse senedi ile piyasa endeksi arasındaki ilişki derecesini temsil eder.

α_i : Piyasa hareketlerinden arındırılmış, i hisse senedinin getiri oranıdır.

e_i : Ortalaması sıfır [$E(e_i)=0$] ve varyansı σ_{e_i} olan, i hisse senedine ait raslantı değişkenidir. R_m ve e_i arasında ilişki yoktur [$Cov(R_m, e_i)=0$].

Böylece portföyün beklenen getirisi ve riski aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Wang ve Xia, 2002:6).

$$\mu_p = E(\mathbf{B}^T \mathbf{W}) = E((\alpha_i + \beta_i R_m)^T \mathbf{W}) = \sum_{i=1}^N w_i (\alpha_i + \beta_i E(R_m)) \quad (2.17)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_{e_i}^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, i \neq j}^N w_i w_j \beta_i \beta_j \sigma_m^2 \quad (2.18)$$

Bu endeks modeli, piyasa endeksinde olan hareketlerden hisse senedinin etkilendiği varsayımı üzerine kurulmuştur. Bu tekli endeks modelinde, portföy optimizasyonu için kullanılacak varlıklar için aşağıdaki çıkarsama yapılabilir (Elton ve Gruber, 1995:183).

$$C_i = \frac{\mu_i - r_f}{\beta_i} \quad (2.19)$$

Burada,

C_i : i hisse senedinin portföye dahil edilebilirliği değerlendiren orandır,

μ_i : i hisse senedinin beklenen getiri oranını,

r_f : risksiz varlık getirisini,

β_i : i hisse senedinin beta katsayısını göstermektedir. Beta katsayısı, piyasanın %1 değişimi ile hisse senedinin ne oranda değiştiğini gösteren beklenen getiri oranıdır.

Her hisse senedi için C_i hesaplanır ve bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Buradaki C_i oranları, varlığın birim piyasa davranışına göre sağlayacağı getiriyi gösterir. C_i oranı sıralamasında, yüksek değere sahip hisse senetlerinin, portföy içerisinde olması gerektiği düşünülür veya portföy içerisine girme olasılığı yüksektir veya portföyde yer alması için çekiciliği yüksek hisse senedi olarak değerlendirilebilir. Bir z hisse senedi, sınırda portföye dahil edilmiş olsun ve z hisse

senedinin $C_z = C^*$ oranı dışlanma oranı (cut-off ratio) olarak isimlendirilir. İlgili hisse senedinden yüksek C_i oranına sahip hisseler de portföyde olmalı, düşük C_i oranına sahip hisseler ise portföyden dışlanmalıdır veya açığa satış yapılmalıdır. Bu optimizasyonda, önce dışlanma oranı belirlenir. Daha sonra ise, sıralamada dışlanma oranının üstünde olan ve portföye dahil edilecek hisse senetlerine ne oranda yatırım yapılacağı, yine beta katsayılarına ve varlık beklenen getirilere bağlı bir algoritmayla belirlenir (Elton ve Gruber, 1995:183-185).

Bir hisse senedinin, işlem gördüğü piyasa endeksinde meydana gelen hareketlerin yanında, bulunduğu sektördeki hisse senetlerinin fiyat hareketlerinden de etkilendiği genelde kabul edilmektedir. Bu durumda, endüstri sınıflandırmalarını da içeren, birkaç çok indeksli modeller geliştirilmiştir. Ancak modellere katılan her bir değişkenin, modelin serbestlik derecesini ve güvenilirliğini zayıflattığı unutulmamalıdır. Elton ve Gruber'in 1971'deki çalışmalarında, bu ek endekslerin model başarısını düşürdüğü ileri sürülmüştür. Tek indeksli modellerin, çok indeksli modellere göre daha düşük beklenen riske sahip olmasının yanı sıra kullanımının çok daha kolay olduğu sonucuna varılmıştır (Wang ve Xia, 2002:6).

Firmanın kendisinin sektördeki konumunun riskli olabileceği gibi, sektörün kendisinin de risk içinde olabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, getirilerin azaldığı rejimlerde, yatırımcının çeşitlendirme yaparak riskten kaçamayacağını ve bu durumda betanın risk ölçümünde etkisizleştiği ifade edilmiştir (Downe, 2000).

Feinberg ve Tokic (2002), 1 Eylül 1998 Asya krizinde ve 11 Eylül 2001 terör saldırısında Dow Jones Endeksi'ne dahil temel endüstrilerdeki 30 hisse senedinin verdiği tek günlük olağanüstü fiyat tepkilerini incelenmişlerdir. Buna göre, söz konusu kriz günlerinde, yüksek betaya sahip hisse senetlerinin, düşük betaya sahip hisse senetlerine göre daha hızlı değer kaybetmesinin, yükselişlerde ise daha hızlı değer kazanmasının betanın tek günlük tepkilerde dikkate alınması gereken bir risk ölçüsü olduğunu belirlemişlerdir.

Black (1993), özellikle Fama ve French'in 1992'deki çalışmalarındaki betanın hisse senedi ve portföy hesaplamalarında pek önem verilecek bir faktör olmadığını

vurgulaması ve Pelz'in 1992'deki çalışmasındaki getiri ve beta arasındaki ilişkinin yok olduğu sonucuna varmalarına dikkat çekerek, onlara cevaben betanın önemini vurgulamışlardır. Bir hisse senedi düşük beta değerine sahipse bu hisse senedi piyasaya göre gerçekte olması gerektiğinin altında bir piyasa değerine sahip olurken, yüksek beta ise piyasada olması gerektiğinden daha yüksek değerde olduğu ifade edilmiştir. Böylece, düşük betalı hisse senetlerine yatırım yapmanın daha cazip olduğunu vurgulayarak, yatırım kararları için betanın temel girdilerden biri olması gerektiği üzerinde durmuştur (Black, 1993).

Downe (2000), Feinberg ve Tokic (2002), Black (1993) gibi birçok çalışma, betanın önemine değinmiştir. Bu anlamada, portföy hesaplamalarında beta önemli olmakta ve tekli indeks modelleriyle de başarılı portföy optimizasyonları yapılabileceğini göstermektedir.

2.3.7. Ortalama Mutlak Sapma Modeli (OMS)

Ortalama Mutlak Sapma (OMS veya Mean Absolute Deviation Model –MAD), birim değerlerinin aritmetik ortalamadan veya medyandan (ortanca) mutlak sapmalarının aritmetik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Getiri serisinde sapan birimler bulunması durumunda, aritmetik ortalama uygun bir merkezi eğilim ölçüsü olma özelliğini kaybettiğinden, aritmetik ortalama dayanarak hesaplanan OMS de iyi bir risk ölçüsü olma özelliğini kaybetmektedir. İşte bu durumda OMS, sapan birimlerden olumsuz bir şekilde etkilenmeyen ortancaya göre hesaplanmakta ve bu değişiklik ölçüsü robust OMS olarak bilinmektedir.

OMS matematiksel modelindeki amaç fonksiyon, riskin mutlak ölçüsü olan ortalama mutlak sapmanın minimizasyonuna dayanır. OMS, geniş çaplı portföy optimizasyonlarında karşılaşılan problemlerin çözümü için, 1988'de Konno tarafından önerilmiştir. 1991'de Konno ve Yamazaki, Tokyo Hisse Senedi Borsasındaki hisse senetleri üzerinde OMS modeli ile gerçekleştirilen portföy optimizasyonunun OV modeline göre performanslarının çok yakın düzeyde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. OMS modelinde, kovaryans matrisinin kullanılmaması, optimum portföy tahmininin başarısı için büyük risk taşımaktadır.

OVS modelinde risk hesaplaması, aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Wang ve Xia, 2002:7; Fabozzi vd.,2007:55; Konno ve Yamamoto, 2003).

$$\sigma_p = E \left(\left| \sum_{j=1}^N \mu_j w_j - E \left(\sum_{j=1}^N \mu_j w_j \right) \right| \right) \quad (2.20)$$

OVS modeli, ortalamadan mutlak sapmaların minimize edilmesine hizmet etmektedir. Bu modelin, kuadratik portföy optimizasyon problemlerinde olduğu gibi varyans içermediğinden doğrusal programlamayla çözülebildiği görülmektedir.

Varlık beklenen getirilerinin normal dağıldığı varsayımı altında, OVS modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Fabozzi vd., 2006:118).

$$OVS_{Min} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sigma_p \quad (2.21)$$

Burada, σ_p , portföyün standart sapmasıdır. Böylece, varlık getirilerinin normal dağılması durumunda OV ve MAD yaklaşımı eşdeğer olduğu görülmektedir.

Transfer maliyetlerinin konkav olduğunda bile çabuk çözümü sağlanan bir yapıya sahip olan bir model olduğu vurgulanmaktadır (Konno ve Yamamoto, 2003). Kim vd. (2005), Güney Kore hisse senedi piyasasında yaptıkları bir çalışmada, OVS algoritmasının farklı problemleri çok kısa sürede optimal çözüme yaklaştırdığını belirtmektedir. Konno ve Koshizuka (2005:899), klasik OV modeli yerine OVS modelinin tercih edilebileceği aşağıdaki 4 avantajlı durumu belirtmektedir:

- (1) Karmaşık piyasa şartlarında büyük ölçekli portföylerin optimizasyonu,
- (2) Uluslararası çeşitlendirme içeren çok büyük ölçekli portföylerin optimizasyonu,
- (3) Uzun dönemli varlık yönetim problemleri,
- (4) Hisse senedi ve tahvilden başka, farklı finansal varlıkları içeren entegre portföyler, OV modeli yerine OVS modeli ile çözümlemesi tercih edilebilir.

Ancak Karacabey (2006), Ocak 2000 ile Aralık 2004 (5 yıllık) İMKB-100 hisse senedi verileri üzerinde yaptığı OMS uygulamasında, OV modeline göre oluşturulan portföyleri karşılaştırmıştır. Karacabey, gelişen piyasa olan İMKB'deki verilerle gerçekleştirdiği bu optimizasyon sonucunda, pratikte OMS'nin klasik OV optimizasyonuna göre daha düşük başarıda olduğunu ifade etmiştir. Kardiye (2008) ise, Haziran 2000-Aralık 2003 arasındaki İMKB-50 hisse senedi verilerini kullanarak yaptığı çalışmada, riskten kaçan yatırımcı için Markowitz OV modelini, riske duyarlılığı az olan yatırımcı için ise kullanım pratikliği, işlem yükü azlığı ve dağılım varsayımı gerektirmemesi nedeniyle OMS modelini önermiştir.

2.3.8. Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli (OVÇ)

Bilindiği gibi herhangi bir nicel serinin aritmetik ortalamaya göre üçüncü dereceden momenti, çarpıklığın (eğikliğinin) mutlak bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Seriler, çarpıklık durumuna göre sağa eğik, sola eğik veya simetrik olabilmektedir. Eğiklik, nicel serilerdeki birim değerlerinin küçük değerlerinde mi, aritmetik ortalama etrafında mı, yoksa büyük değerlerin de mi toplanacağını gösterir. Serinin birim değerleri, küçük değerlerde toplanırsa sağa eğik (risk için tercih nedeni), büyük değerlerde toplanırsa sola eğik seri (getiri için tercih nedeni) söz konusudur.

Ortalama varyans çarpıklık modelinde (OVÇ veya Mean Variance Skewness Model -MVS-), ortalama ve çarpıklığın maksimize edilmesi ve varyansın minimizasyonu olmak üzere 3 hedef vardır. Yatırımcıların, ortalama ve varyansın sabit kaldığı ortamlarda, yüksek çarpıklığın varlığıyla ilgilenildiği düşünülür (Wang ve Xia, 2002:8). Mutlak çarpıklığın maksimize edildiği doğrusal programlama modellerinde, eş zamanlı olarak aritmetik ortalama ve serinin sola çarpık olması getiriyi maksimize ederken, riskin bir ölçüsü olan aritmetik ortalamaya göre ikinci dereceden momenti (varyans) ise minimize edilmektedir. Yatırımcılar, portföylerinin ortalama getiri ve riski (varyans) sabit iken, daha büyük sola çarpıklığa sahip portföyleri tercih ederler.

OVÇ modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Wang ve Xia, 2002:8).

$$Z_{mak} = E[(R(x) - r(x))^3] \quad (2.22)$$

Kısıtlar:

$$\sigma_p^2 = E[(R(x) - r(x))^2],$$

Burada,

Z_{mak} : maksimize edilecek amaç fonksiyonunu,

$r(x)$: portföyün beklenen getirisini,

σ_p^2 : portföyün varyansını göstermektedir.

Portföy optimizasyon problemlerinde, ortalamaya göre üçüncü dereceden momentin kullanılması, 1958’de Samuelson tarafından önerilmiştir. Ancak çok sayıda varlık içeren portföylerde hesaplama yapma güçlüğünden dolayı uzun süre kullanılmamıştır. Özellikle 1990’lardan sonra bu alanda yapılan çalışmalar, üçüncü momentin dikkate alındığında optimum portföyün değiştiğini göstermiş, fakat bu değişikliğin yatırımcıya fayda sağlayıp sağlamadığı hala net bir şekilde gösterilememiştir (Wang ve Xia, 2002:8-9).

Altaylıgil (2008), 18 Mart 2005 - 28 Mart 2008 (509 gün) İMKB-30 Endeksi’ne dahil hisse senetleri kullanarak yapılan çalışmada, çok sayıda hisse senedi ve örneklem hacmi büyük olduğunda hesaplama gücü nedeniyle geleneksel çarpıklık yerine Pearson çarpıklık ölçüsü ve entropi dikkate alınmıştır. Bu çalışma sonucunda, Pearson çarpıklık ölçüsünün hızlı ve etkin olabileceği görülmüştür. Bu modelde kullanılan Pearson çarpıklık ölçüsü ve Shannon entropi ölçüsü aşağıdaki gibi ifade edilmiştir (Altaylıgil, 2008; Köseoğlu ve Yamak, 2004:60).

$$\text{Pearson çarpıklık ölçüleri: } \alpha_1 = \frac{(\overline{r_p} - \hat{r}_p)}{\sigma_p} \text{ veya } \alpha_2 = \frac{3 \cdot (\overline{r_p} - \widetilde{r}_p)}{\sigma_p} \quad (2.23)$$

$$\text{Shannon entropi ölçüsü : } -\mathbf{W}^T \text{Log} \mathbf{W} \quad (2.24)$$

Burada, $\overline{r_p}$ ortalama portföy getirisini; $\hat{r}_p$ portföy getirisinin tepe değerini ve $\widetilde{r}_p$ ise portföy getiri serisi medyanıdır. Entropiye göre optimizasyon modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Altaylıgil, 2008).

$$Z_{\min} = \sigma_p + \mathbf{W}^T \text{Log} \mathbf{W} \quad (2.25)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i \mu_i = \mu_0, \quad (\text{Belirlenmiş, belli miktardaki portföy getirisi})$$

$$\frac{3 \cdot (\bar{r}_p - \tilde{r}_p)}{\sigma_p} < 0,$$

yatırım oranlarındaki pozitiflik ve bütçe kısıtı şeklindedir.

Çarpıklığın artırılması, portföy çeşitlendirmesini azaltacağı varsayılır. Çeşitlendirmeyi dikkate alan yeni model, modele entropi ölçüsünün katılmasıyla elde edilmiştir (Altaylıgil, 2008).

2.3.9. Ortalama Semivaryans Modeli

Bir çok yatırımcı, beklentisinin üzerindeki bir getiriyi risk olarak değerlendirmez. Bu nedenle, sadece beklentisinin altında kalan veya beklentisinden aşağı yönlü sapmaları risk olarak değerlendirebilmektedir. Swisher ve Kasten'e (2005) göre, PMPT semivaryansa önem vermekte olup portföy optimizasyonunda bu riskin dikkate alınması gerekmektedir.

Semivaryans, tek yönlü varyansın değerlendirildiği ve özellikle beklenen getiriden aşağı yönlü sapmaları dikkate almaktadır. Ancak semivaryans modeli yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bunun başlıca nedenleri şunlardır (Wang ve Xia, 2002:6):

- (1) Portföy optimizasyon problemlerinde varyans kullanımı daha çok benimsenmekte ve yakınlık duyulmaktadır.
- (2) Ortalamaya göre olasılık dağılımının simetrik olmasından dolayı varyans – semivaryansın orantılı olan değerler almasını sağlamaktadır.
- (3) OV ve ortalama semivaryans modellerinin her ikisinde de, yatırımcının mutlak riskten, artan bir oranda kaçan fayda fonksiyonuna sahip olmasını sağlamaktadır.

Bu nedenler göz önüne alındığında ve özellikle pratikte varyansın semivaryansa göre kullanımı daha kolayda olduğu için daha yaygın kullanıldığı görülmektedir.

Son yıllarda yaşanan krizlerde, yatırımlarda olası kaybın ne olacağı endişesini artırmış ve aşağı yönlü risk ölçümlerini önemli konuma getirmiştir. Bu aşağı yönlü risk ölçüm tekniklerinden en popüler olanı RMD, aynı zamanda risk minimizasyonu amaçlı portföy optimizasyon problemlerinde kullanılmaktadır (Pekkaya, 2002). Ayrıca şirketler, kendilerini disipline etmek, yatırımlarındaki riskliliği yatırımlarındaki fiyat değişimlerine bağlı olarak anlık ölçebilme, bilginin rapor edilmesindeki kolaylık, performans değerlendirmesi ve özellikle ABD’de yasal düzenleyicilerin talepleri doğrultusunda portföyleri için RMD hesaplaması yapmaktadırlar. RMD, belirli bir güven seviyesinde, normal piyasa şartlarında, belirli bir zaman aralığında beklenen en kötü kaybın miktarını tek bir sayı ile temsil eder (Korkmaz ve Pekkaya, 2009:576-578). RMD sayısına göre optimize edilecek portföy modeli, aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Pekkaya, 2002:73-74).

$$RMD_{Min} = \sqrt{\mathbf{W} \cdot (\mathbf{V}_k \cdot \mathbf{C}) \cdot \mathbf{V}_k \cdot \mathbf{W}^T} \quad (2.26)$$

Burada;

$\mathbf{W}$: Portföy içindeki varlıkların ağırlık matrisi,

$\mathbf{V}_k$: Varlıkların güven seviyesine göre ayarlanmış risk matrisleri,

$\mathbf{C}$: Varlıklar arasındaki korelasyon matrisidir.

Buradaki varlıkların güven seviyesine göre ayarlanmış risk matrisleri, belirlenen güven seviyesine göre, standart normal dağılım tablosundan alınan katsayıların her bir varlığın getiri standart sapmalarıyla çarpımından elde edilir. Örneğin, %99 güven seviyesi için hesaplanan RMD sayısında, her bir varlık standart sapması 2,326 sayısı ile çarpılmalıdır. Eğer bu katsayı kullanılmadan elde edilen risk matrisi bu model üzerinde kullanılırsa, bu model portföyün klasik standart sapmasını hesaplayan bir yapı içinde olur (Pekkaya, 2002:73-74).

2.3.10. Ortalama Hedef Modeli (OHM)

Ortalama Hedef Modeli (OHM veya Mean Target Model -MTM-), 1977'de Fishburn tarafından çalışılmıştır. Modelde, yatırım yöneticilerinin çoğunlukla hedefteki getiriye ulaşmadaki risk/başarısızlık ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Bu model, hesaplamasındaki karmaşıklık nedeniyle yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır (Wang ve Xia, 2002:8).

$$F_{\alpha}(t)_{Mak} = \int_{-\infty}^t (t-r)^{\alpha} dF(x), \quad \alpha > 0 \quad (2.27)$$

Burada,

- t : yatırımcının hedef getiri oranını,
- r : beklenen getiri oranını,
- x : yatırımın getirisini,
- α : hedef getiriden daha aşağı yönlü sapma olan risk için sınır parametre,
- F : portföy getirisinin olasılık yoğunluk fonksiyonunu göstermektedir.

2.3.11. Beklenen Getiriden Sapmaya Göre Optimizasyon

Portföyün beklenen getirisi ile piyasa getirisi arasındaki fark portföy izleme hatası (tracking error -TE-) olarak adlandırılır. 1992'deki Roll'un çalışmasını geliştiren Baptista (2008), bu izleme hatasını minimize eden bir portföy optimizasyonu modeli geliştirmiş ve izleme hatası varyansını (TEV) minimize eden bu optimizasyona ortalama-TEV modeli adı verilmiştir. Bu modelle, genel kabul görmüş bir görüş olan, piyasa getirisi üzerinde elde edilecek portföy getirisinin güvence altına almak amaçlanmıştır.

Dembo ve Rosen (1999), piyasadaki tüm olası senaryolara göre model oluşturmuşlar ve izleme hataları üzerinde çalışmışlardır. Dembo ve Rosen, oluşturdukları portföyleri portföy çoğaltması (replication) olarak ifade etmişler ve bu modelin opsiyon gibi doğrusal olmayan yapıları da içeren portföylerin OV modeli başta olmak üzere, birçok piyasa yapısına göre uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

2.3.12. Geometrik Ortalamaya Göre Optimizasyon

Latene, 1959, 1967 ve 1969'da yaptığı çalışmalar sonucunda, log-normal dağılıma sahip bir portföyün, geometrik ortalama getiriye göre maksimize edilmesinin OV modeline göre daha etkin olduğu sonucuna varmıştır. Eğer getiriler lognormal dağılım içinde olursa, portföy optimizasyon problemlerinde geometrik ortalamanın maksimize edilmesiyle OV etkin portföy elde edilir. Bu geometrik ortalama (G) hesaplaması aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Estrada, 2010:24; Wang ve Xia, 2002:14).

$$G = \prod_{i=1}^n (1 + r_i)^{1/n} - 1 \quad (2.28)$$

Burada, r varlık getiri serisi değerleri ve n ise veri sayısıdır. Bu ifadeden yararlanarak, geometrik ortalama kullanılarak portföyün getirisinin maksimize eden amaç fonksiyonu elde edilebilir (Estrada, 2010:24).

$$Z_{Mak} \cong \text{Exp} \left\{ \text{Ln}(1 + \mu_p) - \frac{\sigma_p^2}{2(1 - \mu_p)^2} \right\} - 1 \quad (2.29)$$

Estrada (2010), 22 gelişmiş ve 26 gelişmekte olan ülke verilerini kullanarak geometrik ortalama ile portföy optimizasyonu yapmıştır. Geometrik ortalamaya göre yapılan portföy optimizasyonlarında, çeşitlendirmenin zayıf olduğu portföyler elde edilmiştir. Çeşitlendirmenin zayıf olması, portföy teorisine göre uygun görülmeyen bir yapı olup, portföyün daha yüksek riske sahip olacağını gösterir. Ancak geometrik ortalamaya göre oluşturulan uzun vadeli yatırımlarda, portföylerin daha yüksek ve istikrarlı getiri sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Çok dönemli yatırımlarda, geometrik ortalamaya göre portföy optimizasyonu yapılabilir. Ancak pratikte, portföy yöneticileri genellikle kısa dönemli yatırımlara zorlanmaktadır (Estrada, 2010). Bunun birinci nedeni, yatırım sonuçlarını yıl sonunda görüp portföy yöneticilerinin performanslarını değerlendirmek isteyen şirket yönetimlerden kaynaklanmaktadır.

2.3.13. Min-Mak Stratejisi

Rüstem vd. (2000), OV optimizasyonunun çok sayıda getiri ve risk değerlerine sahip senaryolardan oluştuğunu ifade ederek, bu durumda min-mak stratejisini önermektedirler. Bu metodun, karar vericilerin oluşturdukları etkinlik sınırında portföyleri de içeren senaryolardaki optimum ve en kötü yatırım alternatifleriyle dikkate alarak hesaplanmasını içeren robust bir yöntem olduğu ifade edilmektedir. Burada getiri ve riske göre oluşturulmuş tüm alternatif portföyler arasından risk ve getiriye göre en kötü senaryolar göz önüne alınarak portföylerin seçimi yapılır. Gao vd. (2007) ve Gülpınar ve Rüstem (2007), min-mak modeli için en kötü durum olan maksimum varyansın minimize edilmesini amaçlayan bir portföy optimizasyon modelini savunmuşlardır.

Bu bölümde, portföy optimizasyonu için göz önüne alınması gereken hususlar ve Michaud'un savunduğu yaklaşımlar üzerinde durulmuştur. Bu husus ve yaklaşımlara dikkat edilmesi durumunda, Markowitz OV modelinde zayıf kalan noktalarında açıklar bir ölçüde kapatılıp, daha geçerli portföy optimizasyon modellerinin oluşturulmasına olanak sağlanacaktır. Ayrıca bu bölümde, genel olarak kullanılan portföy optimizasyon modellerine değinilmiştir. Bir sonraki bölümde, varlıkların beklenen getiri ve risklerinin öngörüsünde kullanılan uzun hafıza modellerinden ARFIMA ve FIGARCH yöntemleri kısaca tanıtılmıştır.

3. UZUN HAFIZA MODELLERİ

OV portföy optimizasyonu problemlerinden birisi, geçmiş verilerin aritmetik ortalamasının beklenen getiri olarak OV modeline temel girdi olarak dahil edilmesidir. Portföy optimizasyon girdilerindeki küçük değişimler, sonuçlarda büyük değişimlere neden olmaktadır (Michaud, 1989:35). Bu geçmiş getiri verileri, modelin tahmin hatasının büyümesine neden olabilmektedir (Fisher ve Statman, 1997:42). Bu anlamda, varlık tarihi getirilerinin aritmetik ortalaması olan beklenen getiri ve varlık tarihi getirilerinin standart sapması olan risk yerine, bu girdileri daha iyi temsil edecek veriler bulunabilir. Bu girdiler kullanılarak seçilecek olan portföy varlıklarına gelecek için yatırım yapılması planlanmaktadır. Bu anlamda, varlıkların gelecek dönemlerdeki piyasa değerlerinin daha başarılı şekilde öngörülmesi önemlidir. İzleyen dönemlere ait sırasıyla getiri ve risk öngörülerinin portföy optimizasyonunda kullanılması daha anlamlı olabilir. Ancak bu noktadaki en büyük engel, hisse senetlerinin getiri değerinde rassallık söz konusu olup gelecekteki değerinin öngörülemez olduğudur. ARIMA gibi bütünleşik öngörü modellerine göre, uzun hafıza modellerinin hisse senetlerine ait tarihi verileri uygun model ile temsil yeteneği güçlüdür ve zaman serisini daha az parametreyle modelleyebilmektedir (Caballero vd., 2002). Bunun temel nedenlerinden birisi, uzun hafıza modellerinden olan ARFIMA modellerinin yapısı, trigonometrik fonksiyonlardaki gibi dalgalı bir yapıda olup, dalgalanmaları daha az parametreyle modelleyebilmesidir.

Durağanlık şartı sağlanan zaman serileri, özellikle öngörülerde bulunma amacıyla kullanılırlar. Birinci dereceden otoregresif seriler, serinin en son değerini alarak bir sonraki dönem için öngörü yapabilmekte ve bu öngörüler zamanla seri ortalamasına yaklaşmaktadır. Eğer seri durağan değilse seri birim kök içeriyor demektir ve zamanla öngörüler sabit kalmamakta ve serinin ortalamasından uzaklaşabilmektedir. Ayrıca birçok istatistiki çıkarsama, zaman serisinin durağanlık varsayımı üzerine bina edilmekte olup, seri üzerindeki hemen her çıkarsamadan önce zaman serisinin durağanlığına bakılması gerekmektedir. Durağan olmayan serilerin varyansı, zamanın bir fonksiyonu şeklinde davranmasına neden olmakta ve böylece geçmişte yaşanan şokların etkisini serinin kalıcı olarak taşımasını sağlayacaktır. Bu

durumdaki durağan olmayan serilerde yapılan öngörülerin güvenilirliği yoktur (Barışık ve Çevik, 2008). Ancak, uzun hafıza taşıyan ekonometrik zaman serileri ne tam durağandır, ne de tam durağan olmayan seriler gibi davranır (Kutlar ve Turgut, 2006:123). Bu anlamda, serilerin bütünleşme dereceleri için 1 veya 0 olarak kesin bir ifade kullanmak doğru olmayabilmektedir. Uzun hafıza taşıyan zaman serilerinin bütünleşme derecesi -0,5 ile 0,5 arasında ondalık bir sayı ile modellenir.

Bu serilerin uzun hafıza olarak isimlendirilme nedenleri, serinin öngörü değerleri durağan seriler gibi kısa zamanda ortalamaya yaklaşmaz. Uzun hafıza modelleri, zaman serisindeki dalgalanmayı yakaladığında, bu serilerin öngörü değerleri genellikle dalgalanan bir yapı içinde daha uzun süre sonunda sönümleşerek ortalamaya yaklaşır. Uzun hafıza modellerinin başarısı, alternatif modellere göre çok daha az parametre ile bu dalgaları yakalamasıdır.

3.1. Kesirli Bütünleşme (FI)

Zaman serileri genellikle bazı süreçlerin birikimli etkilerini yansıtır. Zaman serileri genelde zamanın etkisini gösteren trendin etkisi altındadır. Durağan olmayan zaman serilerinde kısa dönem ortalaması anormal şekilde değişirken, uzun dönemde sabit kalmaktadır. Bu nedenle farkları alınmış (birikimli olmayan) serilerin birim değerlerinin kısa dönem ortalaması görece olarak sabit kalmaktadır. Bu farkların durgunluğu veya durağanlığı (birim kök içermemesi), istatistik açıdan oldukça tercih edilmektedir. Diğer bir anlatımla, durağan seriler sabit bir ortalama ve sabit bir varyansa sahiptir. Bir zaman serisi, kısa dönem ortalamasına göre durağan değilse, serisinin birinci veya nadiren ikinci farkları alınarak durağan hale getirilir. Varyansına göre durağan olmayan serilerin logaritması veya karekökü alınarak durağanlaştırılmakta veya birim kökten arındırılmaktadır.

Zaman serisi verileri, bir kere fark alındığında seri durağan hale geliyorsa, zaman serisi ham verilerinin bütünleşme derecesi olan I^d 'sı $d=1$ olan seri olarak değerlendirilir. Eğer zaman serisi ikinci fark alınarak durağan hale geliyorsa, $d=2$ olan seri olarak değerlendirilir, ancak genelde seriler en fazla birinci dereceden bütünleşiktir.

Birçok ekonomik ve finansal zaman serileri uzun hafıza ya da kesirli bütünleşmeye (FI) sahip süreçlerin özelliklerine sahiptir. Pratikte, birçok çalışmada $I(1)$ 'e karşı eşbütünleşme modeli reddedilirken, kesirli eşbütünleşme modelleri reddedilememektedir. Bu durum özellikle son on yılda FI ile ilgili çalışmalarda önemli bir artışa neden olmuştur.

ARMA gibi alternatif modellerin otokorelasyon değerleri üstel veya geometrik şekilde azalırken ARFIMA modelleri hiperbolik azalan otokorelasyonlara sahiptir (Bhardwaj ve Swanson, 2004:4-5). Hiperbolik olarak azalan otokorelasyon fonksiyonuna sahip finansal zaman serilerinde uzun hafızadan söz edilebilir. FI süreci uzun hafıza olarak ifade edilir ve bütünleşme derecesi olan d , teknik olarak 0 ile 1 arasında kesirli bir değer almaktadır. Bu anlamda serideki bir şokun etkisi, seri üzerinde çok sayıda dönem boyunca hissedilecektir (Kasman ve Torun, 2007). FI süreci temel olarak, hafıza sürecini yönlendiren fark parametrelerinin kullanılması olarak özetlenebilir ve birçok makro ekonomik zaman serileri uzun hafıza özelliği göstermektedir (Hinich ve Chong, 2007). Zumbach (2003)'a göre, uzun hafızanın en önemli üstünlüğü matematiksel temellerin güçlü olması değil, aynı parametreleri kullanarak finansal zaman serisindeki yapıyı 1 saatten 1 aya kadar tanımlayabilmesi, yakalayabilmesi ve temsil edebilmesidir. Baillic (1996) çalışmasının sonucunda ise, FI süreçlerin önemli cazibe nedenini, alternatiflerine göre birim kökün uç değerlerinde daha fazla uyumluluk göstermesi ve şokları içeren zaman serilerine tam uyumlu olması sonucunda zaman serilerine uzun dönemde anlamlılık katması şeklinde özetlenebilir. Chaiwan vd. (2009) 4 Güneydoğu Asya ülkesinin borsa endeksleri üzerinde yaptıkları çalışmada, dışsal değişkenleri içeren uzun hafızalı finansal verilerde, varyans modellerinin başarı duyarlılığını arttırdığını ifade etmişlerdir.

FI modelleri 1980'de Granger ve Joyeux'un ve Hosking (1981) tarafından yapılan çalışmalarla ortaya atılmıştır (Hinich ve Chong, 2007; Bisaglia, 2002). FI modelleri, hisse senedi (Dionisio vd., 2007; Kasman ve Torun, 2007; Kwiatkowski, 2000; Lux ve Kaizoji, 2004), faiz oranı (Duan ve Jacobs, 2007; Karanasos vd., 2006), enflasyon (Bos vd., 1998; Conrad ve Karanasos, 2005; Caggiani ve

Castelnuova, 2008) başta olmak üzere, opsiyon piyasalarında (Yıldıztan ve Bölükbaşı, 2010), tarımsal future piyasalarında (Tansuchat, 2009), satın alma paritesi (Chung ve Lai, 1993) vb. birçok alanda uygulamaları vardır ve bu çalışmalarda uzun hafıza modelleri kullanılmıştır.

Uzun hafıza, şokların uzun süreli olarak seri üzerinde etkili olduğu AR sürecini barındırmakta, fakat zamanla ortalamaya dönüş süreci içermektedir. Otoregresif hareketli ortalama (Autoregressive Moving Average -ARMA) ve Otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average -ARIMA) modelleri ise, uzun hafızayla uyumlu olmayan tutucu şekilde çok uzun süre şokların etkisini üzerinde taşıyabilmektedir (Balcılar, 2002; Jensen, 1999). Böylece, uzun hafıza öngörü modellerinde, öngörülen ilk değerler serideki dalgalanmayı içerirken, sonraki değerler seri ortalamasına yakınsamaktadır.

Bütün hisse senedi piyasalarındaki oynaklık, ortalamaya dönüş içerisindeki kesirli bütünleşik süreçte olduğu bilinmektedir. Böylece, şokları izleyen şartlı varyansın optimum öngörü değeri yavaş hiperbolik olarak azalmaktadır (Dionisio vd., 2007).

ARMA veya ARIMA süreçlerinin amacı, zaman serisinde tespit edilen hafızayı modellemektir ve kısa hafızalı modellerdir. Ancak, hisse senetleri getirileri çarpık yapıya sahip olduğundan ARMA modeli kullanılarak elde edilen getiri öngörüsü ile hisse senedinin ortalama getirisinden elde edilen beklenen getiri yakın sonuçlar vermektedir. Bu durumda, ARMA modellemesi pek bir avantaj sağlamamaktadır. FI saptanan serilerde, FI'yi modele dahil eden uzun hafızalı ARFIMA modeli kullanılması daha anlamlı olacaktır. Uzun hafızadan kastedilen, serinin çok dönem önceleri gerçekleştirdiği davranışı dahi modele yansıtması ve bu durumun da göz önüne almasıdır. Böylece FI modellerde, öngörü başarısı artmaktadır. ARMA gibi kısa hafızalı modeller ise daha çok varlığın son dönemdeki davranışlarına göre modelleme yapmaktadır. Ayrıca, ARMA'da eski gecikmeleri örneğin AR(15), AR(20) modele dahil etmek gerekse de, persimoni (basitlik) prensibine aykırı düştüğü ve başarı seviyesi düşük olduğu için bu çeşit parametrelili modellerin kullanılması pek uygun görülmez. Bu anlamda ARFIMA, yapısı gereği uzun

hafızalı olduğundan daha avantajlı bir yapıya sahiptir ve uzun dönemli seri davranışını genellikle çok az parametreyle kontrol edebilmektedir (Caballero vd., 2002). Uzun hafızalı modeller, daha az parametreyle zaman serisindeki yapıyı yakalayabilmektedir (Lux ve Kaizoji, 2004). Bazı çalışmalarda ARFIMA modelleri için yüksek derecelerden ziyade, doğrudan AR ve MA parametreleri için ikiden ($0 \leq p$ ve $q \leq 2$) başlayıp azaltmak suretiyle modelin seçimi yapılabilmektedir (Bisaglia, 2002; Kwiatkowski, 2000). Kısa hafızalı seriler yüksek frekanslı olup ARMA modeli yapıyı yakalarken, uzun hafızalı seriler düşük frekanslı olup, kesirli bütünleşme parametresi olan d model yapısını yakalamaktadır.

Zaman serisi modellerinde basitlik (persimoni) prensibi genel kabul görmüştür. Bu prensibe göre, her parametre modele yeni belirsizlikler getirir ve diğer değişkenlerle kovaryansı yüksektir. Kısaca, modelde her bir parametre eklenmesi varyansın büyümesine neden olacak ve modelin belirsizliği artacaktır. Bu nedenle, aynı özelliklere sahip modellerden daha az parametrelili modeller tercih edilmektedir. Bu anlamda, ARMA modeli serideki dalgalanmayı yakalayamadıysa veya çok parametreyle yakaladıysa da uygun bir model olarak kabul edilmeyebilir. ARMA modelinin çok parametreyle veya örneğin AR(20)'de serideki dalgalanmayı yakaladığı modeli, FI modelleri alternatif modellerine göre daha az parametreyle yakalayabilmesi önemli bir avantajdır.

Durağan olmayan bazı serilerin uzun hafızalı yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Bir zaman serisindeki bütünleşme değerinin $I(0)$ veya $I(1)$ olarak karar vermek arasında çok fark vardır ve bıçağın iki keskin ucu gibi değerlendirilir. Burada asıl çözümlenemeyen sorun, durağan olmamanın nedeninin uzun hafızadan mı yoksa gerçekten de durağan olmamadan mı kaynaklandığıdır (Balcılar, 2002; Karanasos vd., 2006). Bu sınırın tam olarak belirlenemediği söylenebilir. Piyasa verilerini tam temsil eden modelin bulunması hemen hemen imkânsızdır. Bu anlamda amaç, uygun modelin veya trendi en iyi yakalayan modelin bulunmasıdır. Fakat hisse senedi serilerindeki trend, hafıza, mevsimsellik, asimetriklik, doğrusallık gibi serideki bütün özellikleri yakalayan tek bir modeli belirlemek pek mümkün değildir.

Kesirli bütünleşme, frekans yaklaşımıyla modelleme yapmaktadır. Bilindiği gibi zaman serileri mevsimlik, yıllık veya 4 yıllık dönemlerde devresel hareketler yapmaktadır. Bu hareketler serinin frekans ortamında veya dalgalı bir yapı içinde olduğunu göstermektedir. FI modelleri, matematiksel yapısından dolayı, birden fazla dalgalı hareketi içeren serileri dahi yakalayabilmektedir.

Cuñado vd. (2008), 1928-2006 yılı arasında S&P 500 günlük verilerini kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda, gerek düşen piyasalarda ve gerekse yükselen piyasalarda, oynaklığın süreklilik gösterdiğini görmüşlerdir. Bu dönemlerin çoğunda, FI parametresi olan d , 0 ile 0,5 arasında ($0 < d < 0,5$) olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda, S&P 500 hisse senedi verilerinin söz konusu dönem boyunca uzun hafızalı yapıya sahip olduğu ve ortalamaya dönüş davranışını sergilediğini doğrulamaktadır.

3.2. Robinson Testi

Geleneksel birim kök testlerine ek olarak, kesirli bütünleşme modelleri için geliştirilmiş daha uygun birim kök testleri vardır. Robinson (1994a; 1994b) da durağan olmayan zaman serilerine de uygulanabilen, geniş kullanım alanına sahip ve özellikle uzun hafızalı zaman serilerinde de uygulanabilen birim kök testini araştırmıştır. Balcılar (2003:4), Robinson testinin durağan olmayan serilerde bile kullanılabilen genel bir model olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca Robinson testi, zaman serisinin her hangi bir bütünleşme düzeyine göre sıfır hipotezinin kurulmasını mümkün kılmakta ve bu test ile serideki bütünleşme derecesi hesaplanabilmektedir.

Zaman serisi $\{y_t\}_{t=1}^T$ şeklinde tanımlanmış olduğunda, Robinson testi aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Gil-Alana ve Robinson, 1997:241; Gil-Alana, 2007).

$$(1-L)^d y_t = u_t \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.1)$$

Burada, $\{u_t\} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$ veya hataların beyaz gürültü (kovaryans durağan ve anlamsız ilişkili) olarak dağıldığı, L gecikme operatörü ve d ise kesirli bütünleşme derecesidir.

FI operatörü olan $(1-L)^d$ ve d reel sayı olmak üzere, Maclaurin serisinde aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Hinich ve Chong, 2007; Gil-Alana ve Robinson, 1997:242; Gil-Alana, 2007).

$$(1-L)^d = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma(j-d)}{\Gamma(-d)\Gamma(j+1)} L^j \quad (3.2)$$

$$\text{veya} \quad (1-L)^d = 1 - dL + \frac{d(d-1)}{2} L^2 - \dots \quad (3.3)$$

Burada, $x > 0$ olmak üzere $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} z^{x-1} \exp(-z) dz$ olarak ifade edilir.

FI sürecinde d bütünleşme değeri önemlidir. Buradaki d değeri kesirli olup $-0,5 < d < 0,5$ arasında (sıfır hariç) olması, zaman serisinin uzun hafıza taşıdığını göstermektedir.

3.3. ARFIMA Modeli

Zaman serisi $\{y_t\}_{t=1}^T$ şeklinde tanımlanmış olduğunda, ARFIMA(p, d, q) süreci aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Balcılar, 2003; Hinich ve Chong, 2007).

$$\phi(L)(1-L)^d y_t = \theta(L)u_t \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.4)$$

Burada, $\{u_t\} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$, L gecikme operatörü, $\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p$ ve $\theta(L) = 1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q$ olmaktadır. Bu modelde, d sayısı tam sayı olmadığı için bu süreç FI olarak isimlendirilir.

Serideki bütünleşme derecesinin $d \in (-\frac{1}{2}, 0) \cup (0, \frac{1}{2})$ olması durumunda, söz konusu zaman serisinde FI modeller söz konudur (Shao ve Wu, 2007). Otokorelasyon fonksiyonunun hiperbolik olarak azalması, zaman serisi verilerinde uzun hafızanın varlığını gösterir. Böylece, şokların etkisi uzun zaman sürer (Kasman ve Torun, 2007:14).

Tablo 3.1’de de görüldüğü gibi, zaman serisindeki bütünleşme derecesi $-0,5 < d < 0$ arasındaki ise zaman serisi orta hafıza bilgi taşıdığı ve zaman serisindeki bütünleşme derecesi $0 < d < 0,5$ arasındaki ise zaman serisi uzun hafıza bilgi taşıdığı şeklinde değerlendirilir. Zaman serisindeki bütünleşme derecesi $0,5 < d < 1$ ise serinin, FI modellerine göre çok yüksek varyanslı olduğu ve ancak çok uzun sürede ortalamaya dönme özelliği taşıdığını bilinir. Bu anlamda birim kök taşıdığı düşünülerek, bir kere fark alarak bütünleşme derecesi $-0,5 < d < 0$ aralığına çekilerek, seriye FI modelleri uygulanabilir.

Tablo 3.1: Serinin Yapısına Göre FI Parametresinin Değerine Göre Anlamı

FI	Serinin Durumu Hakkında Açıklama
$-1 < d < -0,5$	Kovaryansı durağan olan seri ve tersi alınamaz (non-invertable).
$-0,5 < d < 0$	Orta hafızalı , kovaryansı durağan, tüm otokorelasyonlar negatif, ortalamaya dönen süreç, otokorelasyon fonksiyonu hiperbolik olarak azalmaktadır.
$d = 0$	Beyaz gürültü, durağan seri, seride hafıza yoktur.
$0 < d < 0,5$	Uzun hafızalı , kovaryansı durağan, AR süreci tutucu, ortalamaya dönen bir süreç söz konusudur. Gecikmeler arttıkça korelasyon ve kısmi korelasyonlar monoton ve hiperbolik olarak azalmaktadır.
$0,5 < d < 1$	Sonsuz varyanslı, durağan değil, ancak ortalamaya dönme özelliği var.
$d = 1$	Birim kök süreci, durağan olmayan seri, açık bir trend içerir ve ortalamaya dönmez.
$1 < d$	Patlayıcı bir yapıya sahiptir.

Kaynak: Kwiatkowski (2000), Balcılar (2002), Bisaglia (2002), Bon ve Dyson (2006) yararlanarak hazırlanmıştır.

Uzun hafızaya sahip FI süreçlerin ortalamaya dönüş davranışı taşıması (Chung ve Lai, 1993; Balcılar, 2002), hisse senedi getiri öngörüsü için aranan bir özelliktir. Böylece, hisse senedinin bir sonraki dönem gerçekleşecek getirisi, her dönem için getiri serisinin aritmetik ortalaması yerine, uygun FI modelinden elde edilen öngörü değerinin dikkate alınması daha anlamlı olacağı düşünülmektedir.

3.4. FIGARCH Modeli

Zaman serilerinde, oynaklık olarak ifade edilen varyansın modellenmesinde ve öngörülmesinde de uzun hafızalı modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Zaman serisinde uzun hafıza tespit edildiğinde, FIGARCH ile modellenip varyans öngörüsü yapılabilmektedir. FIGARCH, zaman serilerinde GARCH modeline göre daha esnek bir yapıya sahip olduğundan uygun bir modeli yakalama özelliği yüksektir. FIGARCH ile GARCH arasındaki belirgin fark, zaman serisi üzerinde meydana gelen eski şoklar yüksek oranlı olarak azalırken, son şokların etkisi daha uzun süreli kalacak şekilde hiperbolik olarak azalmaktadır (Kasman ve Torun, 2007:17-18).

Birçok çalışmada, geleneksel GARCH(1,1) ve EGARCH(1,1) modellerine göre FIGARCH(1,d,1) gibi uzun hafızalı modeller, zaman serisindeki varyansı yakalamada daha başarılı olmuşlardır (Tansuchat vd., 2009). FIGARCH modeli, standart GARCH modelinden elde edilmiş olup, aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Yıldıztan ve Bölükbaşı, 2010).

$$\phi(L)(1-L)^d(u_t^2 - \sigma_t^2) = [1 - \beta(L)](u_t^2 - \sigma_t^2)u_t^2 \quad (3.5)$$

Burada, $\{u_t\} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$, L gecikme operatörü ve $\phi(L) = [1 - \beta(L) - \alpha(L)]$ olmaktadır.

Bu bölümde, uzun hafızaya sahip zaman serisinin klasik ARMA ve ARIMA modellerine göre üstünlükleri ve zaman serisinin uzun hafıza taşıyıp taşımadığının belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Ayrıca, uzun hafıza modelleri olan ARFIMA ve FIGARCH modellerine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise, ARFIMA ile İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetlerinin beklenen getirileri ve FIGARCH ile de bu hisse senetlerinin izleyen dönemdeki oynaklığı olan varyans öngörülleri yapılarak, 42 aylık dönem için dinamik portföy optimizasyonlar yapılmıştır. Sonrasında, öngörü getirileri kullanılarak elde edilen optimize portföylerin, daha yüksek performansa sahip olup olmadığı hipotezi test edilmiştir.

4. ARFIMA VE FIGARCH YÖNTEMLERİNİN MARKOWITZ OV PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA KULLANILMASI: İMKB-30 ENDEKS HİSSELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Markowitz OV portföy optimizasyon problemlerine yıllardır çözüm aranmaktadır. Bu bölümde, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'ndan (İMKB) elde edilen hisse senedi verileri kullanılarak, ARFIMA yöntemiyle beklenen getiri öngörülleri ve FIGARCH yöntemiyle de bu hisse senetlerinin izleyen dönemdeki oynaklığını temsil eden varyans öngörülleri yapılmıştır. Bu çalışmada, FI yöntemleriyle elde edilen hisse senedi öngörü verileri kullanılarak optimize edilmiş portföylerin daha yüksek performans göstereceği hipotezi test edilmiştir. Bu anlamda, 42 aylık dönem için getiri öngörülleri kullanılarak Sharpe oranına ve riske göre optimize edilmiş dinamik portföylerin performansı, piyasa getirisine ve klasik OV beklenen getiri ve risk verileri kullanılarak Sharpe oranına ve riske göre optimize edilmiş dinamik portföylerin performansları ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın verileri, 26 Aralık 1985 yılında kurulan ve 3 Ocak 1986'dan itibaren hisse senetlerinin işlem gördüğü İMKB'den elde edilmiştir. MPT üzerine çok sayıda çalışma vardır ve bunlardan bazıları da Türkiye'de İMKB hisse senetleri kullanılarak yapılmıştır.

İMKB hisse senetleri kullanılarak oluşturulan portföy uygulama çalışmaları genellikle risk dikkate alınarak (Kapusuzoğlu ve Karacaer, 2009; Sayılğan ve Mut, 2010; Demirtaş ve Güngör, 2004) ve özellikle RMD minimizasyonu amaçlı portföy optimizasyonlarıdır (Pekkaya, 2002; Bozkuş, 2005). İMKB-30 endeks hisse senetleri üzerine OV-Çarpıklık ve OV-Çarpıklık-Entropi modelleri gibi yüksek dereceden momentler kullanılarak portföy optimizasyonu yapan çalışma da vardır (Altaylıgil, 2008). Risk temelli doğrusal programlama yapısındaki portföy optimizasyonlarından OMS'ye dayanan (Karacabey, 2006; Kardiye, 2008; Cihangir vd., 2008; Haklı, 2006) İMKB hisseleri üzerinde portföy optimizasyon çalışmaları da bulunmaktadır.

İMKB-30 ve İMKB-100 Endeksleri kapsamındaki hisseler üzerinde kuadratik programlama uygulaması (Kapusuzoğlu ve Karacaer, 2009; Atan, 2005; Çetin, 2007; Demirtaş ve Güngör, 2004), İMKB-30 ve İMKB-100 hisseleri üzerinde klasik

Markowitz OV modeli uygulaması (Küçükkocaoğlu, 2009) yanısıra Sharpe ve Teynor gibi performans ölçütlerine göre oluşturulan portföylerin performans karşılaştırmaları da yapılmıştır (Kayalidere ve Aktaş, 2010; Küçüksille, 2009).

Bozdağ vd. (2010) minimum getiriye maksimum yapan portföy olan minimaks kuralına göre portföy seçimini üzerinde çalışmışlar, ancak oynaklığın yüksek olmasından dolayı İMKB hisse senetlerinde minimaks optimizasyonunu başarılı bulmamışlardır. Bozdağ ve Türe (2008), finansal piyasalardaki belirsizlik ortamının olmasından dolayı, portföy optimizasyonunun bulanık doğrusal programlama ile başarılı sonuçları verebileceğini belirtmişlerdir.

Portföy optimizasyon problemleri çözümünde GA kullanılmasına yönelik İMKB üzerine bazı uygulamalar yapılmıştır (Sayılğan ve Mut, 2010; Küçüksille, 2009; Akay vd., 2002; Demirci ve Kesintürk, 2007). Bu çalışmalarda, portföy optimizasyon problemi çözümüne, GA kullanımı avantaj sağladığı düşünülmektedir.

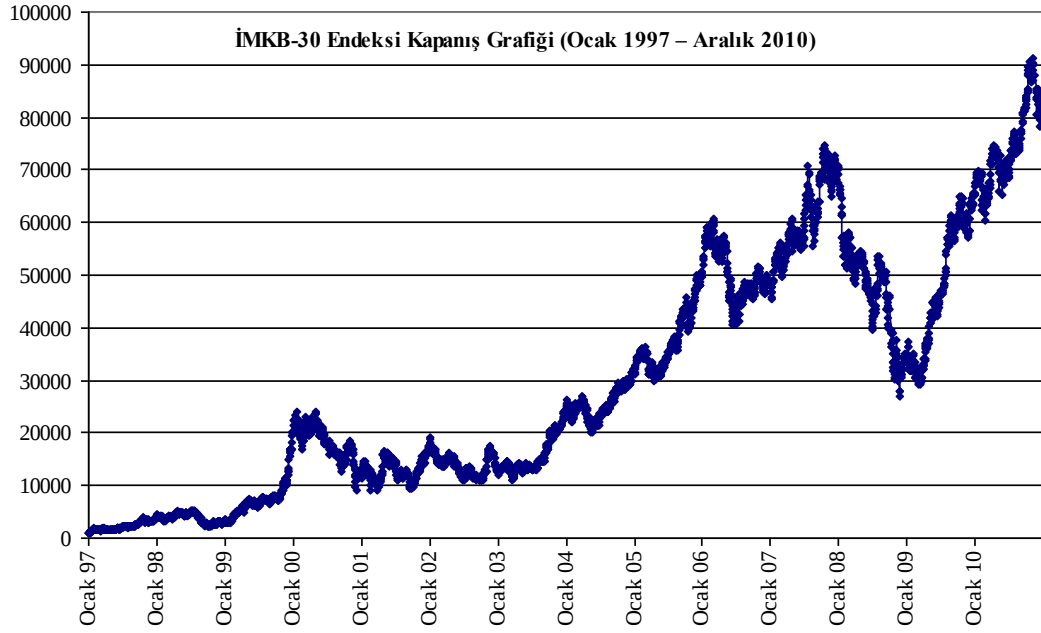
Bu çalışma, İMKB hisse senedi verileri üzerine bir portföy optimizasyonudur. Çalışmada kullanılan hisse senedi getiri ve risk verileri, ARFIMA ve FIGARCH modelleri kullanılarak, 42 aylık dönem için hisse senetlerinin gelecekte alacakları değerlerin öngörülerini elde edilerek yapılmıştır. Bu veriler kullanılarak, her aya ait Sharpe oranını maksimum ve ayrıca riski minimum yapan portföyler optimize edilmiştir. Bu optimizasyonlar sonucunda elde edilen portföy getirileri, klasik OV portföy optimizasyon modelinde tartışma konusu olan, hisse senetleri tarihi getiri verilerinin aritmetik ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen portföy optimizasyon modelinin getirileri ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın iki açıdan literatüre katkısı olacağı düşünülmektedir. Bunlar, (1) klasik OV portföy optimizasyon modelindeki veri problemine ARFIMA ve FIGARCH ile bir alternatif sunmak ve (2) Sharpe oranı kullanılarak özellikle İMKB hisseleri üzerine bir portföy optimizasyonu gerçekleştirmektir.

4.1. Veriler

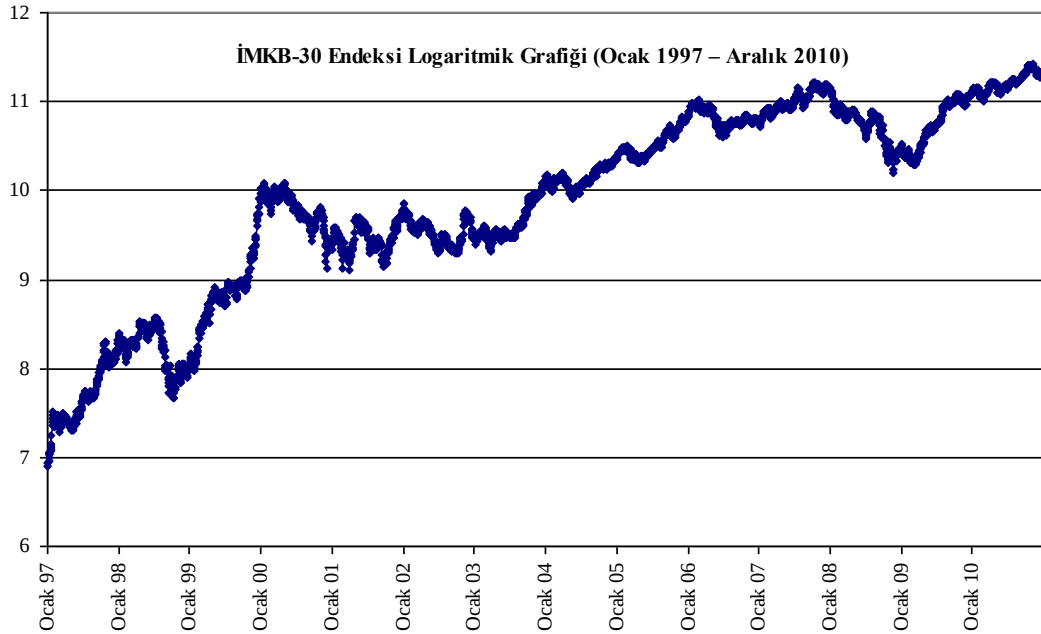
Araştırmada, Ocak 1990 - Haziran 2010 aralığında İMKB-30 Endeksi hisse senedi verileri kullanılmıştır. Türkiye sermaye ve para piyasaları 1994, 1997 ve 2000

krizlerini yaşamıştır. İMKB hisse senetleri, oynaklık seviyesi yüksek olup, gerek bu krizler öncesinde ve sonrasında da yüksek oynaklıklar gözlenmektedir. Bu durum, Ek 1 ve Ek 2’deki İMKB-100 grafiklerinde görülmektedir.

Şekil 4.1: İMKB-30 Endeksi Kapanış Grafiği (Ocak 1997 – Aralık 2010)



Şekil 4.2: İMKB-30 Endeksi Logaritmik Grafiği (Ocak 1997 – Aralık 2010)



İMKB-30 Endeks hesaplamaları 1997 yılı ile başlamış olup Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'deki İMKB-30 Endeksi kapanış fiyatları verilmiştir (İMKB, 2011). Şekil 4.1'de İMKB-30 Endeksi kapanış değerleri, Şekil 4.2'de ise İMKB-30 kapanış değerlerinin doğal logaritması alınmış değerleri vardır. Doğal logaritma grafiğinin verilme nedeni, küçük değerli verilerdeki yüzdesel değişimlerin daha belirgin olarak grafik üzerinde görülmesi ve bu anlamda oransal değişimlerin ve büyük fiyat hareketlerinin daha net takip edilebilmesi içindir. Ek 1'de, İMKB-100 Endeksi'nin kapanış değerleri verilmişken Ek 2'de İMKB-100 Endeksi'nin logaritmik grafiği verilmiştir.

İMKB'de, diğer hisse senetlerine göre spekülasyonlardan en az etkilendiği düşünülen ve işlem hacmi en yüksek olan 30 hisse senedinden oluşan İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetleri üzerinde uygulama yapılmıştır. İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetleri İMKB'nin internet web adresinden belirlenip, aynı siteden ve bir kısmı İMKB'den CD olarak Ocak 1990 - Haziran 2010 dönemi ay sonu piyasa kapanış fiyat bilgileri elde edilmiştir. Aynı döneme ait aylık İMKB-30 Endeks kapanış değerleri ve İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetleri aylık olarak elde edilmiştir. Piyasadaki işlemlerin daha istikrarlı olması ve çoğu hisse senedi için piyasa işlemlerinin henüz açık olmamasından dolayı 1990 öncesinde çoğu zaman verilerinin olması, verilerin başlangıç zamanı olarak Ocak 1990 seçilmesinin asıl nedeni olmuştur.

İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetlerinden veri sayısı yeterli olanlar hesaplamalara dahil edilmiştir. Hisse senedi beklenen getiri ve varyans öngörülleri 42 ay için yapılmıştır. Böylece, son 42 aylık veriler, portföy performansı ölçümünde kullanılmıştır. Bu öngörüler kullanılarak 42 ayın her biri için optimize edilen portföylerin başarılarının ölçülmesi için bu 42 aya ait piyasada gerçekleşen kapanış fiyatları kullanılarak portföylerin performansları değerlendirilmiştir. Öngörü için kullanılan veri setinin, serideki dalgalanmaları içeren modelin tahmin edilebilmesi için yeterli sayıda veriye sahip olması gerekmektedir. Oomen (2001:18), varyans modellemesi ve öngörüsünde FI modelinin GARCH'a göre daha iyi çalıştığını, ancak daha çok veri kullanılması gerektiği ifade edilmiştir. Zaman serilerde, konjonktür dalgalanlarının 3-5 yıl sürebildiği (Orhunbilge, 1999:8) veya 2-10 yıl arasında artma

veya azalma şeklinde tekrarlanabilen yapıda olduğu ifade edilir (Yüzer vd., 2009:300). Zaman serisi gözlem değerlerinin uzun dönemde artma veya azalma yönündeki genel eğilim olan trend 7 yıl kadar sürebilmektedir (Yüzer vd., 2009:297). Bu anlamda, FI modellerinin serideki dalgalanmaları daha iyi modelleyebilmesi için yaklaşık 7 yıldan daha az verisi olan serilerde öngörü yapılmamış ve optimizasyona dahil edilmemiştir. Öngörü için kullanılan hisse senetleri arasında Turkcell hisse senedi, en kısa veri setine sahip olup ilk öngörü için 78 veriye sahiptir.

Çalışmada, veri sayısı yeterli görülen ve bir önceki yıl İMKB-30 Endeksi'nde olan hisse senetleri ve firma isimleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Bu tabloda ayrıca, optimizasyonda kullanılmak üzere, hisse senetlerinin 6 aylık öngörü dönemlerine göre elde olan gözlem sayıları da verilmiştir.

Tablo 4.1'de görüldüğü üzere, bazı hisse senetleri, bazı dönemlerde İMKB-30'da oluşturulan portföye dahil edilmemiştir. Bu seçim için, İMKB'nin internet sitesinden alınan hisse senetlerinin İMKB-30 Endeksi'ne dahil olmasının yanı sıra bu dönemlerde hisse senetlerinin yeterli veri sayısına sahip olmasına dikkat edilmiştir. Bir hisse senedinin söz konusu hesaplamaların yapılacağı yılın bir yıl öncesinde, ağırlıklı olarak İMKB-30 Endeksi'ne dahil olması, söz konusu yıldaki optimizasyon hesaplamalarına dahil edilmesinde belirleyici kriter olmuştur. Örneğin AKGRT, 2004 ve 2005 yıllarında İMKB-30'da uzun süre işlem görmüş, ancak 2006 yılında İMKB-30 kapsamına alınmamıştır. Bu anlamda, 2007 yılındaki optimizasyon hesaplamalarında 2006 yılının dikkate alınmasından dolayı, AKGRT 2007 yılına ait hesaplamalara dahil edilmemiştir. AKGRT hisse senedinin, ilk çeyrek hariç 2007 yılı boyunca tekrar İMKB-30 Endeksi'nde yer almasından dolayı 2008 yılı optimizasyon hesaplamalarına katılmıştır. AKGRT hisse senedinin 2008 yılı boyunca da İMKB-30 Endeksi'nde yer alması da 2009 optimizasyonlarında dikkate alınmasını sağlamıştır. FINBN ve FORTS hisse senetleri, 2006 yılında İMKB-30'da yer almalarından dolayı 2007 optimizasyonlarında dikkate alınırken, bu hisse senetlerinin izleyen her yılın büyük bölümünde İMKB-30'da olmamaları, bu yıllarda optimizasyon dışında tutulmasına neden olmuştur. 2008 ve 2009 yılları boyunca, FINBN tek çeyrek İMKB-30 Endeksi'ne dahil iken, FORTS bu yıllarda İMKB-30 da hiç yer almamıştır.

Tablo 4.1: Optimizasyonda Kullanılan Hisse Senetleri ve 6 Aylık Öngörü Dönemleri için Kullanılan Gözlem Sayıları

	Hisse Senedi		2007		2008		2009		2010
	Kodu	Adı	1. Y.yıl	2. Y.yıl	1. Y.yıl	2. Y.yıl	1. Y.yıl	2. Y.yıl	1. Y.yıl
1	AKBNK	AKBANK	197	203	209	215	221	227	233
2	AKGRT	AKSİGORTA			156	162	168	174	180
3	AEFES	ANADOLU EFES							113
4	ARCLK	ARÇELİK	204	210	216	222	228	234	240
5	AYGAZ	AYGAZ					228	234	
6	DOHOL	DOĞAN HOLDİNG	162	168	174	180	186	192	198
7	DYHOL	DOĞAN YAYIN HOLD.	100	106	112	118	124	130	138
8	EREGL	EREĞLİ DEMİR ÇELİK	204	210	216	222	228	234	240
9	FINBN	FİNANSBANK	202	208					
10	FORTS	FORTIS BANK	195	201					
11	GARAN	GARANTİ BANKASI	198	204	210	216	222	228	234
12	GSDHO	GSD HOLDİNG	86	92	98	104			
13	HURGZ	HÜRRİYET GAZETE.	178	184	190	196	202	208	
14	IHLAS	İHLAS HOLDİNG	153	159					
15	ISCTR	İŞ BANKASI (C)	204	210	216	222	228	234	240
16	ISGYO	İŞ GMYO	84	90	96	102	108	114	
17	KRDMD	KARDEMİR (D)					126	132	140
18	KCHOL	KOÇ HOLDİNG	204	210	216	222	228	234	240
19	PETKM	PETKİM	197	203	209	215	221	227	233
20	PTOFS	PETROL OFİSİ	187	193	199	205	211	217	
21	SAHOL	SABANCI HOLDİNG	113	119	125	131	137	143	149
22	SKBNK	ŞEKERBANK	116	122	128	134	140	146	152
23	SISE	ŞİŞE CAM	204	210	216	222	228	234	240
24	TEBNK	T. EKONOMİ BANKASI							118
25	TSKB	T.S.K.B.	204	210	216	222	228	234	240
26	TOASO	TOFAŞ OTO. FAB.	185	191	197	203			221
27	TCELL	TURKCELL	78	84	90	96	102	108	114
28	TUPRS	TÜPRAŞ	187	193	199	205	211	217	223
29	THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI	192	198	204	210	216	222	228
30	VESTL	VESTEL	198	204	210	216			
31	YKBNK	YAPI VE KREDİ BANK.	204	210	216	222	228	234	240
Söz konusu dönemde optimizasyonda kullanılan toplam hisse senedi sayısı			25	25	24	23	22	22	22

İMKB sitesinden aylık verilerde, Migros hisse senedinde bazı yıllarda eksik veri olması nedeniyle hesaplamalara alınmamıştır. Asya Bank, BİM Mağazaları, Deniz Bank, Doğu Otomotiv, Enka İnşaat, Halk Bankası, KOZA Madencilik, TAV Hava Limanları, TEKFEN Holding, Türk Telekom, Ülker ve Vakıflar Bankası hisse senetleri, uzun süre İMKB-30 Endeksi'ne dahil işlem görmelerine rağmen, diğer hisse senetlerine göre İMKB'de işlem görmeye geç başlamışlardır. Bu anlamda örneklem hacimlerinin küçük olmasından dolayı hesaplamalara dahil edilmemişlerdir. Eczacı İlaç, BAGFAŞ ve SİMPAŞ hisse senetleri ise bu dönemlerde sadece 1 yıl içinde belli dönem İMKB-30'da olmuş, istikrarlı olarak İMKB-30'da yer almamaları nedeniyle hesaplamalara dahil edilmemiştir.

ISGYO hisse senedinin 2007 ve 2009 yıllarının ilk yarılarında 6 aylık risk öngörüsünde, SKBNK hisse senedinin 2008 ve 2009 yıllarının ikinci yarılarında 6 aylık risk öngörüsünde ve TSKB hisse senedinin 2007 yılının ikinci yarısında 6 aylık risk öngörülerinde, anlamsız değerler elde edilmiştir. Bundan dolayı, sözkonusu hisse senetleri bu dönemlerde, optimizasyona dahil edilmemiştir. Bu durumlar Tablo 4.1’de italik olarak yazılmış ve tablo son satırındaki optimizasyonda kullanılan toplam hisse sendi sayısında dikkate alınmamıştır.

Veri sayısı yeterli olan serilerin sürekli getirileri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bir hisse senedinin t ayına ait sürekli getirisi (r_t) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Korkmaz ve Pekkaya, 2009:290).

$$r_t = \ln \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (4.1)$$

Burada, t ayı son işlem gününe ait hisse senedi düzeltilmiş kapanış fiyatı y_t ve t ’den bir önceki ayın son işlem gününe ait hisse senedi düzeltilmiş kapanış fiyatı y_{t-1} ’dir.

Tablo 4.2’de Ocak 1990 – Haziran 2010 dönemi için aylık hisse senedi sürekli getirilerine ait tanımlayıcı istatistikleri elde edilmiştir. Bu tablodaki değişim katsayıları, verilerin ortalama değerine göre genelde standart sapma değerlerinin yüksek olduğunu ve serilerin oynak bir seyir içinde olduğunu göstermektedir. Örneğin PETKM hisse senedi Şubat 1994’de piyasa değeri %65,94 azalmış, sürekli getiri hesaplamasında bu değer -1,077 düzeyinde olmaktadır. Verilerin alındığı dönemde, 13 tane hisse senedi verisinde sürekli getiri değeri en az 1 defa -0,7’nin altına düşmüştür. Yine PETKM hisse senedi bu düşüşten bir kaç ay sonra Ekim 1994’de %114,29 artış göstermiş, sürekli getiri olarak bu değer 0,762 olarak dikkate alınmıştır. PETKM hisse senedi en sert yükseliş yaşadığı ay Aralık 1999 olup, bu hisse senedinin değeri bir ay içinde %165 artmıştır. Bu %165’lik değer artışı, sürekli getiri karşılığı olan 0,975 olarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Hesaplamalara dahil edilen dönemdeki hisse senetlerinden 26 tanesi en az 1 defa sürekli getiri olarak 0,600’in (kesikli getiri olarak 0,822’ye karşılık gelmekte) üzerinde getiri değerine

sahip olduğu ve 13 tanesi sürekli getiri olarak 0,800'in (kesikli getiri olarak 1,226'ya karşılık gelmekte) üzerinde getiri değerine sahip olduğu dönemler vardır. Hesaplamalara dahil edilen dönemdeki hisse senetlerinden 18 tanesi en az 1 defa sürekli getiri olarak 0,600'in (kesikli getiri olarak -0,451'ye karşılık gelmekte) altında düşüş yaşamış olduğu ve 9 tanesi sürekli getiri olarak 0,800'in (kesikli getiri olarak -0,551'e karşılık gelmekte) altında düşüş yaşamış olduğu gözlenmiştir. Sürekli getiri olarak toplamda 82 defa 0,600 sınırı, 23 defa 0,800 sınırı, 28 defa -0,600 sınırı ve 10 defa -0,800 sınırı aşılmıştır. Bu durum, Türkiye için en istikrarlı ve derinliği olan İMKB-30 hisselerinde dahi oynaklığın çok yüksek düzeyde olduğunu destekler niteliktedir. Oynaklığın yüksek olması veya verilerde bu sıkıntılar öngörülerdeki hata payını artırabilmekte, dolayısıyla bu veriler kullanılarak yapılan portföy optimizasyonlarının başarısını düşürmektedir⁵.

Tablo 4.2'deki verilerin standart sapmaları incelendiğinde, oynaklığı en yüksek hisse senetleri sırasıyla, HURGZ, GSDHO, DOHOL, DYHOL, KRDM, YKBNK, IHLAS ve THYAO olarak sıralanabilir. Riskliliği düşük olan hisse senetleri ise sırasıyla, AEFES, ISGYO, TCELL, AKBK, SAHOL, TSKB, AYGAZ ve TEBK olarak sıralanabilir. Rikse göre yapılan portföy optimizasyonlarda, klasik OV modelindeki gibi veriler kullanılırsa, bu standart sapma değerleri atamalarda belirleyici olmaktadır. Riski düşük olan hisse senetlerinde, atamalar yoğunlaşırken, çok düşük korelasyon olmadıkça, nispeten yüksek riskli hisse senetlerine atama yapılmaz.

Tablo 4.2'deki değişim katsayıları, getirilere göre hisse senetlerinin risklerini vermektedir. Değişim katsayısına göre, oynaklığın en yüksek olduğu hisse senedi ISGYO olup, bu hisse senedini sırasıyla GSDHO, KRDM, TCELL, DYHOL, IHLAS, TEBK ve VESTL izlemektedir. Değişim katsayısının en az olduğu hisse senetleri ise sırasıyla AYGAZ, AKBK, GARA, TUPRS KOCHL, PTOFS, ISCTR ve YKBNK olarak sıralanabilir. Verileri kullanılan toplam 31 hisse senedi incelendiğinde, değişim katsayısı 5'i geçen 20 hisse senedi ve 10'u geçen 8 hisse

⁵ Burada aktarılan bilgiler, tablolarda çok yer tutacağından verilmemiştir. İstendiğinde ilgililere verilebilir.

senedi vardır. Klasik OV portföy optimizasyon modeli, aritmetik ortalama ve standart sapma verilerini temel girdi olarak kullandığından dolayı, özellikle değişim katsayısının düşük olduğu hisse senetlerinde atamaları yoğunlaştırması beklenir. Klasik OV modelinde, değişim katsayısının yüksek olduğu hisse senetlerinde ise diğer hisse senetlerine göre korelasyon katsayısından kaynaklanan büyük avantaj olmadıkça atama yapılmasını beklemek pek anlamlı olmaz.

Tablo 4.2: Hisse Senedi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Hisse Senedi	Orta-lama	Mak-simum	Mini-mum	Standart Sapma	Çarpık-lık	Basıklık	Jarque-Bera	Anl.	<i>n</i>	Değişim Katsayısı
AKBNK	0,0349	0,6685	-0,4749	0,1662	0,3976	3,9314	14,934	0,001	239	4,757
AKGRT	0,0365	0,6614	-0,9163	0,1985	-0,3805	5,6622	59,416	0,000	186	5,439
AEFES	0,0196	0,5931	-0,2995	0,1124	0,8810	7,8471	131,889	0,000	119	5,732
ARCLK	0,0355	0,7376	-0,5705	0,1908	0,1351	3,7415	6,384	0,041	246	5,371
AYGAZ	0,0408	0,8183	-0,3687	0,1847	0,8900	5,4132	92,167	0,000	246	4,524
DOHOL	0,0324	0,7629	-0,7775	0,2367	0,3129	4,4879	22,146	0,000	204	7,298
DYHOL	0,0136	0,7873	-0,6804	0,2322	0,0432	4,6058	15,301	0,000	142	17,129
EREGL	0,0292	0,7569	-0,8353	0,1980	0,0642	5,0970	45,244	0,000	246	6,790
FINBN	0,0378	0,7270	-0,9037	0,2058	-0,0171	6,0487	94,508	0,000	244	5,446
FORTS	0,0326	0,6596	-0,9223	0,1997	-0,0810	5,8652	81,329	0,000	237	6,115
GARAN	0,0408	0,6598	-0,5921	0,1980	0,0192	3,7053	4,989	0,083	240	4,847
GSDHO	0,0052	0,9163	-0,9920	0,2387	-0,4926	6,9955	90,317	0,000	128	46,089
HURGZ	0,0354	1,2905	-0,6032	0,2481	1,1852	8,3217	311,110	0,000	220	7,014
IHLAS	0,0144	0,9163	-0,8210	0,2251	0,2027	5,7978	64,933	0,000	195	15,621
ISCTR	0,0399	0,8952	-0,7348	0,2184	0,7724	5,6556	96,747	0,000	246	5,478
ISGYO	0,0023	0,4361	-0,4223	0,1472	0,0025	3,4510	1,068	0,586	126	63,993
KRDMD	0,0063	0,9263	-0,6665	0,2291	0,5114	5,6631	48,829	0,000	144	36,293
KCHOL	0,0374	0,9520	-0,5419	0,1996	0,7266	5,3754	79,479	0,000	246	5,340
PETKM	0,0272	0,9748	-1,0771	0,2228	0,3422	7,4597	202,728	0,000	239	8,206
PTOFS	0,0380	0,6391	-0,6246	0,2052	0,2637	4,2307	17,108	0,000	229	5,402
SAHOL	0,0252	0,6316	-0,6437	0,1717	0,0985	4,5971	16,724	0,000	155	6,822
SKBNK	0,0206	0,4937	-0,5282	0,1978	-0,0856	3,2001	0,457	0,796	158	9,596
SISE	0,0323	0,9746	-0,5261	0,2031	0,6538	5,6818	91,239	0,000	246	6,285
TEBNK	0,0160	0,4193	-0,5232	0,1851	-0,1442	3,1031	0,485	0,785	124	11,598
TSKB	0,0305	0,5213	-0,4700	0,1791	-0,0306	3,1510	0,272	0,873	246	5,864
TOASO	0,0308	0,8001	-0,5355	0,2134	0,2971	4,4586	23,462	0,000	227	6,932
TCELL	0,0057	0,6931	-0,5108	0,1587	0,2427	6,1495	50,775	0,000	120	27,869
TUPRS	0,0419	0,9994	-0,9323	0,2192	0,3388	6,9075	150,070	0,000	229	5,234
THYAO	0,0325	0,8880	-0,7938	0,2250	0,4225	5,1143	50,547	0,000	234	6,932
VESTL	0,0192	0,7651	-0,6265	0,2084	0,2041	4,2478	17,236	0,000	240	10,876
YKBNK	0,0405	1,3698	-0,8127	0,2262	0,7987	8,2875	312,716	0,000	246	5,585

Örnekleme verilerinin normal dağılıma yakınlığının belirlenmesinde, simetri yapısından sapma olarak tanımlanan asimetri veya çarpıklığın (*Ç*) bir ölçüsü olan üçüncü dereceden moment ve basıklığın (*B*) bir ölçüsü olan dördüncü dereceden

moment dikkate alınabilir. Normal dağılıma yakınlık için çarpıklık değerinin sıfıra yakın olması, basıklık değerinin ise 3'e yakın olması aranır (Gujarati ve Porter, 2009:131-132). Bir serideki çarpıklık değerinin pozitif değerinin olması, serinin sağa çarpık dağılım içinde ve verilerin çoğunun ortalamasının solunda ($Mod < Medyan < Ortalama$) olduğunu gösterir. Bir serideki çarpıklık değerinin negatif değerinin olması, serinin sola çarpık dağılım içinde ve verilerin çoğunun ortalamasının sağında ($Ortalama < Medyan < Mod$) olduğunu göstermektedir (Aczel, 1993:20). Bir serideki basıklık değerinin 3'den küçük değerde olması serinin basık yapıda olduğunu gösterir.

Jarque-Bera (JB) istatistiği, büyük örneklem hacimlerinde yapılan çarpıklık ve basıklık değerlerini dikkate alan normallik testidir. Örneklem verilerinin normal dağılım içinde olup olmadığını gösteren önemli bir ölçüdür. Normal dağılmış seride, $\zeta=0$ ve $B=3$ olup JB istatistiğinin sıfır olması beklenir. JB istatistiği, 2 serbestlik dereceli bir χ^2 dağılımına uymaktadır. JB istatistiğinin hesaplanması aşağıdaki formülle yapılır (Gujarati ve Porter, 2009:131-132).

$$JB = n \left(\frac{\zeta^2}{6} + \frac{(B-3)^2}{24} \right) \quad (4.2)$$

Burada, ζ çarpıklık katsayısı, B basıklık katsayısı ve n örneklem hacmidir.

Buradaki serilerin normal dağılıma uygunluğu incelendiğinde, %1 güven düzeyinde Jarque-Bera istatistiğine göre ARCLK, GARA, ISGYO, SKBNK, TEBNK ve TSKB normal dağılıma yakın bir yapı içinde olduğu, diğer serilerde ise çarpık ve/veya basık olduğu görülmektedir.

FI uygulamalarında yaygın olarak kullanıldığı gibi, hesaplamalarda kullanılacak bütün seriler, öncelikli olarak serilerin birim kök olabilirliği için ADF (Augmented Dickey-Fuller, Dickey ve Fuller, 1979) ve PP (Phillips-Perron, Phillips ve Perron, 1988) testleri (Conrad ve Karanasos, 2005) sabitli, sabitli ve trendli modelleri incelenmiş, hiçbir seride birim köke rastlanmamıştır. ADF ve PP testlerinin sıfır hipotezi (H_0), zaman serisinin birim kök içermesi üzerine kurulur.

Hisse senedi öngörülerini 6 aylık bir süre için yapılacağından, her bir öngörü modeli çalıştırılacak dönem için, ayrı ayrı birim kök testi yapılmıştır. Bu birim kök testlerinin hepsi sabitli, sabitli ve trendli olarak incelenmiştir. ADF ve PP birim kök test sonuçları Ek 5’den Ek 11’e kadar olan tablolarda verilmiştir. Buradaki sonuçlara göre, sürekli getirilerin elde edilmesi ile %1 güven seviyesinde, bütün serilerin birim kök sorunu olmadığı görülmüştür. Getiri serileri üzerinde çalışıldığından, genelde birim kök sorunu söz konusu değildir.

Ek 5’de, tüm verilere ait birim kök test sonuçları gösterilmiştir. Diğer birim kök testi sonuçları ise sadece öngörü işlemleri yapılacak verilerin kullanıldığı dönemlere aittir. Örneğin Ek 6’da, 26 adet hisse senedine ait birim kök testi sonuçları Temmuz 2007-Aralık 2007 dönemi için aylık getiri ve risk öngörülerinin yapılabilmesi için incelenmiştir. Bu birim kök testi sonuçları, Ocak 1990 - Haziran 2007 tarihi arasındaki veriler kullanılarak elde edilmiştir. Bu dönemde, verileri uygun ve İMKB-30 Endeksi’ne giren hisse senetleri Tablo 4.1’de görülen tablodan belirlenmiştir. Ek 5 ile Ek 11 arasındaki tablolardaki birim kök testleri bu şekilde oluşturulmuştur.

Risksiz faiz oranı verileri Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası web sitesinden alınmıştır (TCMB, 2011). Merkez Bankası sitesindeki bankalararası para piyasa işlemlerinden, gecelik gerçekleşen yıllık basit faiz oranı ağırlıklı ortalama serisi, aylık veri olarak elde edilmiştir. Bu seri değerleri, 12’ye bölünmek suretiyle aylık faize çevrilerek, Ek 18’deki “Gerçekleşen Hisse Senedi Getirileri” tablosunun en son sütununda sunulmuştur.

4.2. ARFIMA ile Beklenen Getiri ve FIGARCH ile Risk Öngörülerini

Klasik OV portföy optimizasyon modelindeki veri problemine, ARFIMA ile hisse senedi beklenen getirisi ve FIGARCH ile hisse senedi varyans öngörüsü yapılarak çözüm aranmıştır. Portföy optimizasyon modelinde kullanılacak verilerin, elde edilmesi için izlenen aşamalar bu kısımda anlatılmıştır.

Kasman ve Torun (2007), 1988-2007 tarih aralığında İMKB-100 Endeksi’nin günlük getiri serisinin kullanıldığı çalışmada, finansal zaman serisinde uzun hafızalı

yapı olan FI etkisi tespit etmişler ve FIGARCH'ın geleneksel kısa hafızalı GARCH ve IGARCH'a göre daha başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Dionisio vd., (2007), S&P 500 (USA), Nikkei (Japonya), PSI 20 (Portekiz), CAC 40 (Fransa), DAX 30 (Almanya), FTSE 100 (İngiltere), IBEX 35 (İspanya) ve MIB 30 (İtalya) hisse senedi endekslerinin oynaklığı üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, FIGARCH modelinin klasik GARCH ve IGARCH modellerine göre, zaman serisindeki davranışı daha iyi modellediği saptanmıştır. Bu çalışmada, endekslerin oynaklığı yanı sıra, fiyat boyutunda da uzun hafıza etkisini temsil eden hareketlilik gözlenmiştir.

Lux ve Kazizoji (2004), Tokyo Borsasında işlem gören hisse senetleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kısa hafıza modelleri olan ARMA ve GARCH, uzun hafıza modelleri olan ARFIMA ve FIGARCH ile öngörü performansları 100 günlük başarıları MSE (Mean Squares Error, Kareli Hataların Ortalaması) ve MAE (Mean Absolute Error, Ortalama Mutlak Hata) kriterlerine göre incelenmiştir. Özellikle ilk 40 günlük öngörüler olmak üzere, MSE kriterine göre hemen her dönem uzun hafıza yapılarının öngörülerini daha başarılı bulunmuştur.

Hisse senedinin gelecekteki değeri rassal değiştiği bilineninden dolayı, gelecekteki değerini öngörüsünde başarılı olabilecek bir model belirlenmesi hala araştırılmaktadır. Portföy optimizasyonlarında, hisse senedi geçmiş getiri serisinin aritmetik ortalaması yaygın olarak kullanılmakta olup portföy optimizasyonundaki başarı düzeyleri olumsuz etkilemektedir (Fabozzi, 2007:139). Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar OV optimizasyon modelinin etkinliğini kısıtlayan bazı önemli çıkarsamaların olduğunu ileri sürmektedir. Bu çıkarsamalardan en önemlisi model sonuçlarının, beklenen getiri ve risk gibi girdilere çok duyarlı olmasıdır. Beklenen getiri, risk ve korelasyon girdilerinin belirlenmesi, optimizasyon tahmini kadar iyi olmalıdır. Lamm (2000), risk yönetim sistemlerinin birçoğunun, sayısal yöntemlerle getiri, risk ve korelasyon öngörülerine ağırlık verdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada, portföy optimizasyonunda kullanılacak olan hisse senetlerine ait beklenen getirileri ARFIMA ve risk değerleri ise FIGARCH ile öngörüsü yapılarak, daha başarılı portföyler oluşturulabileceği hipotezi test edilmiştir.

Bu çalışmada, öngörü için Ocak 1990 tarihinden başlayarak, kademeli olarak Aralık 2006 – Aralık 2009 dönemlerini kapsayacak şekilde veriler kullanılmıştır. FI modelleri kullanılarak hisse senetlerinin daha başarılı getiri ve varyans tahmini yapılacağı beklenmektedir. Bu tahminlerle oluşturulan portföyün performansının da klasik OV modelinde kullanılan verilerle elde edilen portföy getirisi ve piyasa getirilerinden daha başarılı olup olamayacağı araştırılmıştır.

Uzun hafıza modelleri ile zaman serisinin geçmiş verileri kullanılarak öngörü modeli oluşturulabilmektedir. Bu modeller, verilerdeki dalgalanmaları daha az parametreyle tahmin etme özelliğine sahiptir.

Bhardwaj ve Swanson (2004:4), ARFIMA'nın ARMA gibi alternatif modellere göre daha fazla öngörü dönemi ufkuna sahip olabileceğini ifade etmiştir. Jiang ve Tian (2010:10-14), Newyork hisse senedi piyasası aylık verileri kullanarak birçok modelin öngörü performansını incelemiş ve Vektör OtoRegresif FI modeliyle varyans öngörüsünün 5 yıla kadar yapılabileceğini belirtmiştir. Barkoulas vd. (2000:183), Yunanistan borsası hisse senedi getiri verilerini alarak yaptıkları çalışmada, FI modeli öngörülerinin AR modeline göre en az 6 aydan fazla ufuk için daha yüksek performans göstereceği sonucuna varmışlardır. Poon ve Granger (2003:496), ARFIMA modelinin varyans öngörüsünde başarısının yüksek olduğunu ifade eden çalışmaların olduğunu ve özellikle 6 aylık varyans öngörülerinin tercih edilebileceğini ifade etmiştir. Bu anlamda, çalışmadaki FI modelleri öngörülerini 6 aylık olarak yapılmıştır. Bu öngörü işlemindeki aşamalar örneğin AKBNK hisse senedi için aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Aşama 1) AKBNK hisse senedine ait Ağustos 1990 - Aralık 2006 dönemine ait (197 veri),⁶ aylık sürekli getiriler, ADF ve PP birim kök testleriyle incelenmiştir. Bu işlem, diğer tüm serilerde de yapılmış ve incelenen serilerde birim kök bulunmamıştır. ADF ve PP birim kök testi sonuçları Ek 5 - Ek 11'de sunulmuştur.

⁶ Hisse senetlerinin borsada işlem görmek üzere, piyasaya açılış tarihlerinde farklılıklar vardır. Bu anlamda, Ocak 1990 sonrası piyasa işlemine açılan hisse senetlerinde daha az veri olabilmektedir. Ocak 1990 öncesi işleme açılan hisse senetlerinde, bu tarihten itibaren verileri hesaplamaya dahil edilmiş olup, en fazla Ocak 1990-Aralık 2006 dönemi verileri (204 veri) kullanılmıştır. Bu hisse senetlerine ilişkin örneklem hacimleri Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Aşama 2) Kesirli bütünleşik yapıdaki serilerde, birim kök olup olmadığını incelenmek amaçlı, Gauss programındaki longmem kütüphanesindeki Robinson testi uygulanmıştır. Robinson testinde, her hangi birim kök düzeyine göre sıfır hipotezi kurulabilmekte ve serideki bütünleşme derecesi hesaplayabilmektedir (Balcılar, 2003:4). Öngörü için kullanılacak serilerde birim köke rastlanmamıştır. Kullanılan Robinson testinde H_0 hipotezi birim kökün bir ($d=1$) olması üzerine kurulur. Ek 14’de de görüldüğü gibi, z-istatistiği değerleri $\pm 1,65$ ’in dışında olmasından dolayı, H_0 hipotezi reddedilerek birim kökün olmadığına karar verilir. Robinson testine ait GAUSS kodları Ek 12’de sunulmuştur.

Robinson testinde birim kök çıkması durumunda, fark alma işlemi söz konusu olmakta, ancak fark almalarda, zaman serisi uzun hafıza özelliğini kaybedebilmektedir. Uzun hafızalı kesirli bütünleşik serilerde bütünleşme katsayısı $0 < d < 0,5$ aralığında olmakta, eğer $0,5 < d < 1$ aralığında olursa, fark alınarak serinin bütünleşme katsayısı $-0,5 < d < 0$ aralığına getirilebilir. Buradaki hesaplamalarda, fark alma işlemi gerektirecek duruma rastlanmamıştır.

Gauss programı, farklı alanlara yönelik her alanda grup kodlamalarından oluşmaktadır. Bu grup program kodlarına kütüphane (library) denmektedir. Örneğin bu çalışmada kullanılan kodlar fanpac ve longmem kütüphaneleri üzerinden çalışmaktadır. Gauss programı olduğu halde, bu kütüphanelerdeki kodlar bilgisayarda yüklü olmazsa kütüphaneler programa yüklenemeyecek ve eklerde belirtilen kodlar çalışmayacaktır. Ek 12’deki “library longmem;” komutu, program geçici belleğine longmem kütüphanesinin yüklemesini sağlar. Gauss programının bu eski sürümü verileri not defteri veya kendi içinde kaydedilen dosyalardan tanımaktadır. “load x[197,1]=akbnk107.txt” komutu, programla aynı klasörde olan akbnk107.txt dosyasındaki verileri alması sağlar. “call robgsp(x, pw);” komutu, longmem kütüphanesi içindeki Robinson testini veriler üzerinde çalıştırır. Kodlama sonucunda elde edilen z-istatistiği ve p -değeri incelenir ve serideki FI etkisinin olup olmadığına karar verilir.

Aşama 3) Ağustos 1990 - Aralık 2006 dönemine ait veriler kullanılarak, Gauss programında longmem kütüphanesi kullanılarak ARFIMA ile hisse senedi getirileri

öngörüsü yapılmıştır. Bu hesaplama ile Ocak 2007- Haziran 2007 tarihleri arasındaki 6 aylık dönemde her ay için öngörü serisi elde edilmiştir. Bu öngörü için sırasıyla AR ve MA derecesi 3 olan ARFIMA(3, d ,3) ile başlayarak, ARFIMA(0, d ,0)'a kadar tüm kombinasyonlar incelenmiş, öncelikle SBC (Schwarz Bilgi Kriteri), sonrasında AIC (Akaike Bilgi Kriteri) ve HQ'nin (Hannan-Quin Bilgi Kriteri) en küçük değere sahip olanından başlayarak ve model tahmin katsayılarının anlamlı olan en uygun model seçimi yapılmıştır (Caggiani ve Castelnova, 2008; Chung ve Lai, 1993). ARFIMA'da özellikle SBC bilgi kriterine göre gecikme sayısı belirlenmekte ve model seçimi yapılmaktadır (Bhardwaj ve Swanson, 2004:9). Söz konusu seçilen uygun modele göre yapılan öngörü serisi değerlendirmeye alınmıştır. ARFIMA ile yapılan model seçimi ve öngörü hesaplamaları için kullanılan GAUSS kodları Ek 13'de sunulmuştur.

ARFIMA modelinde katsayıların anlamlı çıkmaması, genelde ARFIMA(0, d ,0) modeline karar verilmesiyle neticelenmiştir. Böylece öngörülerin çoğunda, sadece d parametresi, öngörülerde belirleyici rolü üstlenmiştir. Yapılan bu işlemi destekleyici olarak Lux ve Kaizoji (2004), Tokyo Borsası hisse senetleri üzerinde yaptıkları çalışmada, ARFIMA modellerini sıfır ve bir ($p \in \{0,1\}$ ve $q \in \{0,1\}$) gibi az sayıda parametreyle belirlemişlerdir. Bu durum, hisse senedi getirileri için, AR ve MA süreçlerinin olmadığı, sadece kesirli bütünleşme değeri ve hisse senedi getirilerinde rassallığın varlığını destekler niteliktedir.

Ek 14'deki GAUSS kodlarında longmem kütüphanesi kullanılarak, ARFIMA modeli seçimi ve her tahmin modeline göre 24 aylık seri öngörü değerleri hesaplanmıştır. Program kodları, " $p = 3;$ " ve " $q = 3;$ " ifadeleri için ARFIMA(3, d ,3) modeli SBC, AIC ve HQ bilgi kriterleri, her bir tahmin parametresinin p -değerini, model SSE değerini de içinde bulundurduğu birçok hesaplamayı yapmaktadır. Daha sonra kademeli olarak " $p = 0;$ " ve " $q = 0;$ " ARFIMA(0, d ,0)'a kadar tüm alternatif modeller incelenip, özellikle SBC ve AIC olmak üzere model seçim kriterleri ve parametre katsayı anlamlılıklarına göre en uygun model belirlenmektedir. Bu işlem, sonucunda seçilen modele ait 6 aylık öngörü serileri kayıt altına alınmıştır. Böylece, AKBNK'nın ilk serisi olan Ağustos 1990 – Aralık 2006 (197 veri) verileri

kullanılarak Ocak 2007 – Haziran 2007 arasındaki 6 aylık öngörü serisi elde edilmiştir.

Sonraki 6 aylık dönem olan Temmuz 2007-Aralık 2007'ye ait öngörüler için, aynı şekilde Robinson testi ve ARFIMA hesaplamaları tekrarlanmış ancak, veri aralığı Ağustos 1990 - Haziran 2007 (203 veri) olarak alınmıştır. Bu şekilde her bir 6 aylık dönem için ayrı ayrı öngörü serileri elde edilerek, 42 aylık öngörü serileri tamamlanmıştır. Bu işlem diğer hisse senetleri için de tek tek yapılmıştır.

ARFIMA modellerine göre beklenen getiri öngörülerini Ek 15'de sunulmuştur. Ek 17'de ise, öngörü dönemlerinde gerçekleşen sürekli getiri değerleri verilmiştir. Hisse senedinin gelecekte alacağı değeri öngörmenin güç olduğu bilinmesine rağmen, hisse senetlerinin yükseliş kaydedeceği, çoğu zaman %96,25 gibi doğru tahmin edilmiş ve bu sonuçlar Ek 18'de görülmektedir. Ancak, hisse senetlerinin düşüş dönemlerini belirlemede %2,26 gibi bir başarı düzeyi görüldüğünde, ARFIMA modelinin hisse senedi düşüş dönemlerini yakalayamadığını söylemek yanlış olmaz. Ancak, burada İMKB'nin gelişmekte olan ve oynaklığı yüksek bir piyasa olduğu unutulmamalıdır. Hatta Ek 4'teki tablodan da görüldüğü gibi, enflasyonun ve faiz oranının düştüğü öngörü döneminde dahi hisse senetlerinin oynaklık derecesinde belirgin bir azalma olmamakta, hisse senetlerindeki dalgalı seyir sürmektedir. Öngörülerin yönünün artış yönünde gerçekleşen ile aynı yönlü belirlenmesi %96,25 iken, düşüş dönemleri dikkate alındığında doğru öngörülen yönlerin oranı toplamda %53,63 olmaktadır. Bu başarı düzeyi zayıf öngörü verilerini kullanma sonucunda, portföy optimizasyonlarının başarısını da olumsuz etkilenebilmektedir. Ancak, bu 42 aylık dönemdeki hisse senedi kesit ve zaman serilerinde toplam 534 getiri verisi pozitif olurken 443 getiri verinin negatif olması ve getiri değerlerindeki oynaklığın yüksek olması dikkat çekicidir. Ek 4'teki tabloda, bu 42 aylık öngörü döneme ait özellikle değişim katsayıları incelendiğinde, GSDHO, SISE, ISGYO ve DOHOL gibi bazı hisse senetlerinde değişim katsayıları büyük negatif değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, bu hisse senetlerin beklenen getirilerinin küçük de olsa negatif çıkmış olmasıdır. Ancak öngörü dönemindeki oynaklıkların yüksek olması

ve belirgin şekilde değer kaybeden hisse senetlerinin varlığından dolayı, öngörü başarı düzeylerinin zayıf olacağını tahmin etmek zor değildir.

Öngörülerin yapılması için kullanılan veri seti dönemi olan Ocak 1990 – Aralık 2006 arasında kısa şok niteliğinde Türkiye’de 1994, 1997 ve 2001 krizlerinin yer alması ve böylece veri setinde oynaklığın yüksek olması öngörülerdeki başarı düzeyini zayıflatmaktadır. Öngörü dönemi olan Ocak 2007 – Haziran 2010 dönemi içinde de 2007 sonlarında ABD’de patlak veren mortgage kredilerinden kaynaklanan kriz, 2008’de etkisini artırarak devam ettirmiştir. Diğer birçok ülke gibi Türkiye ve dolayısıyla İMKB, “Mortgage Krizi”nin etkisinden 2009’da dahi tam kurtulamamıştır. Örneklem verilerindeki krizler genelde şok tarzında ve kısa süreli olmasına karşın, öngörü döneminde bu krizlere göre daha uzun süre devam eden 2007-2008 “Mortgage Krizi”nin etkisi, öngörülerin başarısını olumsuz etkilediği söylenenebilir. Bu “Mortgage Krizi”nin İMKB-30 ve İMK-100 Endeksleri’ni nasıl etkilediği ve 2009 başlarında kadar endekslerin derin ve uzun süre boyunca dip noktaları test ettiği, Ek 1, Ek 2 ve Şekil 4.1’deki grafiklerden de gözlenebilmektedir.

Aşama 4) Bu serinin Ağustos 1990-Aralık 2006 dönemine ait veriler kullanarak, Gauss programında funpac kütüphanesi kullanılarak FIGARCH ile varyans öngörüsü yapılmıştır. Bu öngörü için Ocak 2007-Haziran 2007 tarihleri arasındaki 6 aylık dönemde her ay için FIGARCH(1,d,1) kullanılarak öngörü serisi elde edilmiştir.

Son yıllarda, risk ölçümünde önemli gelişmelerin adımı kabul edilen RMD’yi geliştiren JP Morgan (1995), GARCH(1,1) ve EGARCH(1,1) modellerini kullanarak varyans tahmini yapmıştır. Başarı düzeyinin yüksek olması ve genel kabul görmüş bir model olması açısından birçok çalışmada GARCH(1,1) ve FIGARCH(1,d,1) üzerinde yoğunlaşılması, FI modelleri varyans öngörüsünde AR(1) ve MA(1) süreçli varyans modeli olan FIGARCH(1,d,1) kullanımını tercih nedeni yapmaktadır (Kasman ve Torun, 2007; Zumbach, 2003; Tansuchat vd., 2009). Conrad ve Haag (2005) çalışmalarında, farklı parametrelere sahip FIGARCH(p,d,q) modellerini ayrıntılı olarak incelemiş, $p < 2$ dikkate alınması uygun görülmüş ve özellikle FIGARCH(1,d,1) modelinin temsil yeteneği yeterli görülmüştür. Çalışmalarında daha yüksek sayıda parametrelerin kullanıldığı durumlara rastlanmamıştır. Duan ve

Jacobs (2007), p ve q parametrelerini 3'ten büyük olduğunda anlamsız bulmuş ve FIGARCH(1, d ,1), FIGARCH(2, d ,2) ve FIGARCH(3, d ,3) karşılaştırması yapmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, FIGARCH(1, d ,1) modeli parametreleri gerek anlamlılık düzeyi ve gerekse persimoni prensibine göre FIGARCH(1, d ,1) modelinin uzun hafızalı serilerde daha tercih edilmesi gereken bir yapıda olduğu görülmüştür.

ARFIMA ile elde edilen getiri öngörü serileri gibi, FIGARCH ile varyans öngörüsünde de 6 aylık dönemler halinde ayrı ayrı öngörü serileri olarak elde edilmiştir. FIGARCH(1, d ,1) ile yapılan öngörü hesaplamaları için kullanılan GAUSS kodları Ek 19'da sunulmuştur. Bu kodlar kullanılarak, FIGARCH(1, d ,1) modeline göre 6 aylık varyans öngörülerini yapılmıştır. Bu kodlardaki “library fanpac,pgraph;” komutu fanpac kütüphanesi aktif hale getirilmesini; “setDataset akbnk107.txt;” komutu akbnk107.txt dosyasının yüklenmesini; “estimate run1 figarch(1,1);” FIGARCH(1, d ,1) modeline ait parametrelerin ve anlamlılıkların hesaplanmasını ve “forecast 6;” komutu, modele göre 6 dönemlik varyans öngörüsünün yapılmasını sağlamaktadır.

FIGARCH(1, d ,1) modeline göre elde edilen varyans öngörülerinin karekökü olan her bir hisse senedine ait standart sapmalar Ek 20'de sunulmuştur. Verilerdeki oynaklığın yüksek olduğu görülen Tablo 4.2'deki standart sapmalar incelendiğinde, söz konusu varlıkların varyans öngörülerinin de genelde olması gerekenden daha yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

4.3. Portföy Optimizasyonları

Portföy optimizasyonu için birçok alternatif model vardır ve başlıca modeller bölüm 2.3'de açıklanmıştır. Bu çalışmada, Sharpe oranına göre portföy getirisi maksimize eden ve portföy riskini minimize etmeyi amaçlayan modeller kullanılmıştır. Araştırmada, yeni denebilecek bir model önerilmemiş, ancak var olan modelde kullanılan veri problemine çözüm aranmıştır. Bu anlamda, ARFIMA ve FIGARCH yöntemleriyle elde edilmiş getiri ve risk öngörülerini kullanılarak 42 döneme ait dinamik portföy optimizasyonları yapılmıştır. Buradaki dinamik portföylerden kasıt, 42 aylık dönem için, her ay değişen hisse senedi getiri-risk öngörülerini ve korelasyon matrisi ile yeni portföy optimize edilmesidir. Elde edilen

bu dinamik portföylerin getiri performansı, piyasa getirisini temsil eden İMKB-30 Endeksi ve klasik portföy optimizasyonu için kullanılan verilerle optimize edilmiş dinamik portföy getirileriyle karşılaştırılmıştır.

4.3.1. Portföyün Getirisinin ve Riskinin Hesaplanması

Optimizasyonlar Ocak 2007- Haziran 2010 tarih aralığına ait her ay için ayrı ayrı yapılmıştır. Optimizasyon, veri aralığını izleyen ay için en ideal portföyü oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, en düşük riske sahip, en yüksek Sharpe oranına sahip portföyler oluşturulmuştur. Bu optimizasyonlar için 4 tane matris söz konusudur.

Getiri matrisi, $B (nx1)$: Optimize edilecek döneme ait öngörülen hisse senedi beklenen getiri değerlerinden oluşan bir satır matrisidir. Her ay için ayrı optimizasyon yapılacağından bu getiri matrisleri söz konusu aya ait hisseleri için ARFIMA öngörülerinden elde edilen getiriler kullanılarak oluşturulmuştur. Bu hesaplamalarda kullanılan bütün getiri matrisleri 31x1 boyutlu olur.

Risk matrisi, $V (nxn)$: Optimize edilecek döneme ait öngörülen hisse senedi varyanslarının karekökü değerlerinden oluşan köşegen⁷ bir matristir. Bu matris, FIGARCH ile elde edilen izleyen aya ait her bir hisse senedi öngörülen varyansların karekökü değerlerinin hisse senedi sırasına göre köşegen şekilde matrise yerleştirilmesiyle oluşan köşegen matristir. Her ay için ayrı optimizasyon yapılacağında ve ayrı risk matrisi oluşturulmuştur. Bu hesaplamalarda kullanılan bütün risk matrisleri 31x31 boyutludur.

Korelasyon matrisi, $C (nxn)$: Söz konusu döneme kadar hisse senedi sürekli getiri değerleri arasındaki ilişkilerden elde edilen bir kare matristir. Söz konusu optimizasyon yapılacak aya kadar olan bütün veriler kullanılarak elde edilen korelasyon matrisi, optimizasyon hesabı yapılacak her ay için ayrı ayrı elde edilmiştir ve 31x31 boyutlu bir matristir.

⁷ Köşegen (diagonal) matris: Sadece köşegen değerleri olup, diğer bütün elemanları sıfır olan kare matristir (Korkmaz ve Pekkaya, 2009:616).

Ağırlık matrisi, W ($n \times 1$): izleyen ay için, portföyün optimum hisse senedi dağılımını gösteren bir satır matrisidir. Bu matrisin bir özelliği, tüm elemanlarının 0-1 aralığında değeri olup, matris elemanları toplamı her zaman 1'e (%100) eşittir. MS Excel 2007'de Çözücü yardımıyla optimizasyon işlemi yapılmış olup, bu optimizasyon sonunda, atamalarla bu matris oluşmaktadır. Başlangıç değerleri olarak, 0 yerine matris elemanlarına 0,01 gibi küçük değerler verilmiştir.

Getiri, risk, korelasyon ve ağırlık matrisleri, portföyün beklenen getirisinin ve portföy riskinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Portföyün getirisi: Portföyün getirisi olan 1×1 boyutlu WE^T matrisidir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$E = WB^T = W \cdot B^T \quad (4.3)$$

Burada B^T , B 'nin transpozesidir.

Portföyün riski: Portföy varyansı (riski) olan, 1×1 boyutlu $WVCVW^T$ matrisidir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$S^2 = WVCVW^T = (W \cdot ((V \cdot C) \cdot V)) \cdot W^T \quad (4.4)$$

Burada, W^T , W 'nin transpozesidir.

Sharpe oranı: Birim riske karşılık portföyün beklenen getirisi olarak özetlenebilir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Fabozzi, 2006:316; Sharpe, 1994).

$$\text{Sharpe Oranı} = \frac{E - r_f}{S} \quad (4.5)$$

Burada r_f risksiz faiz oranıdır.

Buradaki optimizasyonlar, W matrisinin belirlenmesi üzerinedir. Burada, Sharpe oranına göre model, portföyün birim riskine karşılık getiriyi maksimize

etmeyi amaçlayan bir fonksiyondur. Riske göre optimize edilen modellerde ise portföy riskini minimize etmeyi amaçlayan bir fonksiyondur.

4.3.2. Portföy Optimizasyonunda Kullanılan Modeller

Bu optimizasyon işlemindeki hesaplamalar için ağırlık matrisi hariç, öncelikle getiri, risk ve korelasyon matrisleri oluşturulmalıdır. Optimizasyon sonucunda, bu 3 matris yardımıyla ağırlık matrisi belirlenmektedir. Buradaki portföy optimizasyonlarında, iki tip optimizasyon üzerinde durulmuştur. İlk tip optimizasyona göre, portföyün maksimum Sharpe oranı ve ikinci tip optimizasyona göre ise portföyün minimum riske sahip olması amaçlanmıştır.

Modellerde açığa satışa izin verilmemiştir. Sharpe oranına göre modellerde, birim riske karşı en yüksek getiriyi sağlayan portföyler aranmaktadır. Riskin minimum düzeyde olması, her iki tip modelde de önemli rol oynar. Bu anlamda, portföyde yer alacak hisse senetlerinin arasındaki korelasyonun düşük olması, portföy varlıklarını yüksek getirili ve düşük riske sahip olması kadar önemli bir belirleyicidir. Modeller aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

Model S: Sharpe oranının maksimize edilmesine göre portföy optimizasyon modeli olup aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{mak} = \frac{E - r_f}{S} \quad (4.6)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

$$\text{Burada; } E = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i; \quad S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j$$

E : portföyün beklenen getirisini,

S^2 : portföyün varyansını,

μ_i : i varlığının beklenen getirisi,

w_i : i varlığının portföydeki ağırlığını,

w_j : j varlığının portföydeki ağırlığını,

σ_{ij} : i . ve j . varlıklar arasındaki kovaryans değerini göstermektedir.

Model S(%20): Sharpe rasyosuna göre optimizasyon olup, ağırlık matrisinin elemanları %20'yi (0,20) aşmayacak şekilde kısıtlanmıştır. Bu senaryoya göre, bir hisse senedine %20'den fazla yatırım yapılması istenmemektedir. Böylece, bazı varlıklara yüksek oranlı atmaların önüne geçilmesi ve portföyün en az 5 varlıktan oluşmasını sağlanacaktır.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{mak} = \frac{E - r_f}{S} \quad (4.7)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1; \quad w_i \leq 0,2 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

$$\text{Burada; } E = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i; \quad S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j$$

Model S(%30): Sharpe rasyosuna göre optimizasyon olup, ağırlık matrisinin elemanları %30'yi (0,30) aşmayacak şekilde kısıtlanmıştır. Bu senaryoya göre, bir hisse senedine %30'den fazla yatırım yapılması istenmemektedir. Bu durumda, hisse senedi atamalarında %20 kısıtında olduğu kadar çeşitlendirme için zorlama yapılmamakta, en az 4 hisse senedine yatırım yapmanın yeterli olacağı optimum portföy aranmaktadır.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{mak} = \frac{E - r_f}{S} \quad (4.8)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1; \quad w_i \leq 0,3 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

$$\text{Burada; } E = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i; \quad S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j$$

Model R: Varyansın veya riskin minimize edilmesine göre optimizasyon olup aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{\min} = S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (4.9)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

Model R(%20): Riskin minimize edilmesine göre optimizasyon olup ağırlık matrisinin elemanları %20'yi aşmayacak şekilde kısıtlanmıştır. Bu senaryoya göre, bir hisse senedine %20'dan fazla yatırım yapılması istenmemektedir. Böylece, bazı varlıklara yüksek oranlı atmaların önüne geçilmesi ve portföyün en az 5 varlıktan oluşmasını sağlamak amaçlıdır.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{\min} = S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (4.10)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1; \quad w_i \leq 0,2 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

Model R(%30): Riskin minimize edilmesine göre optimizasyon olup ağırlık matrisinin elemanları %30'u aşmayacak şekilde kısıtlanmıştır. Bu senaryoya göre, bir hisse senedine %30'dan fazla yatırım yapılması istenmemektedir.

$$\text{Amaç fonksiyon: } Z_{\min} = S^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (4.11)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1; \quad w_i \leq 0,3 \quad \text{ve} \quad w_i \geq 0$$

Bütün optimizasyon çözümlerinde, risk ve korelasyon matrisleri 31x31 boyutlu getiri ve ağırlık matrisleri 1x31 boyutlu olarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Büyük M metodu, optimizasyon çözümünde yer alınması istenmeyen varlıkların

yinelemelerde (iterasyon) devre dışı bırakmaya zorlamak amaçlı kullanılmaktadır (Taha, 1997:86). Buraki büyük matris hesaplarında sıralamalardan kaynaklanan hataların önüne geçmek için, tüm hisse senetlerinin sıralamasına dokunulmadan hesaplamalarda yer alması sağlanmıştır. Ancak, dönemlere göre optimizasyonda yer alınması istenmeyen hisse senetlerinin risk matrisi değerine ceza verilerek, optimizasyonda ağırlık matrisinde yer almaması sağlanmıştır. Burada, çözümde yer alması istenmeyen hisse senetlerinin riski olan standart sapması 10 gibi çok büyük ceza değeri verilmiştir. Böylece iterasyonlarda, bu kadar büyük riske sahip olan hisse senedine hiçbir atama yapılmaması sağlanmıştır.

4.4. Optimizasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

FI modellerinden elde edilen verilerle yapılan dinamik portföy optimizasyon sonuçları 42 ay için hesaplanmış ve Ek 22’de sunulmuştur. Buradaki atamalar, optimizasyonlarda veri olarak ARFIMA ve FIGARCH modellerinden elde edilen öngörü değerleri kullanılmasıyla elde edilmiştir. ARFIMA ile elde edilen varlık getirileri, FIGARCH ile elde edilen varyans öngörü değerlerinin karekökü ve seriler arasında korelasyon değerleri optimizasyonda kullanılan temel girdilerdir. Markowitz’in kullandığı verilerle yapılan portföy optimizasyon sonuçları ise 42 ay için hesaplanıp Ek 23’de sunulmuştur. Buradaki atamalar, klasik portföy optimizasyon modelinde kullanılan tarihi varlık getirilerinin aritmetik ortalaması olan beklenen getiri ve getiri serisinin standart sapması olan varlık riskinden oluşmaktadır.

Sharpe oranına göre portföy optimizasyonlarında, hesaplama algoritması gereği, öncelikle yüksek getiri ve düşük riske sahip olan varlıklara yoğun atama yapılır. Eğer bu atama yapılan varlıklarla düşük korelasyona sahip olduğu başka hisse senedi varsa, nispeten getirisi düşük veya riski büyük olsa da, bu varlık atamalarına dahil edilirler. Böylece, MPT gereği daha düşük riskli portföyler elde etmek mümkün olmaktadır. Özellikle risk minimizasyonu amaç edinilmiş portföy optimizasyonlarında, bu durum daha etkili olmaktadır. Amaç risk minimizasyonu olduğunda, korelasyonu düşük varlıklar, riski yüksek de olsa, korelasyon düzeyine göre düşük riskli olan varlıkla beraber optimizasyon atamasında yer alabilmektedir.

Örneğin, Ek 23'deki Model R(%30)'a göre Haziran 2010 dönemi Markowitz'in kullandığı verilerle yapılan portföy optimizasyonuna ait atamalar incelenirse, Ek 21'deki risk değerlerinin belirleyici olduğu görülmektedir. Riski 0,1129 olan AEFES'e %30, riski 0,1665 olan AKBNK'a %27, riski 0,1594 olan TCELL'e %10,3, riski 0,1794 olan TSKB'ye %8,9 ve riski 0,1984 olan SKBNK'a %7,5 oranında yatırım yapıldığı görülmüştür. Optimizasyon atamalarında, EREGL, PETKM, TEBNK, TOASO, TUPRS ve THYAO ise %5'den küçük yatırım yapılmıştır. Burada, 0,1990 riskli AKGRT ve 0,1723 riskli SAHOL'a hiçbir atama yapılmazken, bu hisse senetlerinden daha riskli olan 0,2223 riskli PETKM, 0,2139 TOASO, 0,2197 riskli TUPRS ve 0,2255 riskli THYAO'ya yatırım yapılmıştır. Ayrıca, AKGRT ile hemen hemen aynı riskte ve SAHOL'dan daha riskli olan SKBNK'a %7,5 oranında atama yapılması bahsi geçen bu atama sistemini açıklar niteliktedir. Bu atamalarda AKGRT ve SAHOL hisse senetlerine atama yapılmamasının nedeni, daha öncelikli ve ağırlıklı atama yapılmış olan özellikle AKBNK ve AEFES hisse senetleriyle arasındaki korelasyon değerinin diğer atama yapılanlara nispeten genellikle yüksek olmasıdır.

Ek 24'de FI modellerinden elde edilen verilerle oluşturulan portföylerin aylık getiri yüzdeleri ve Ek 25'te ise bu değerlerin bileşik getiri yüzdeleri yer almaktadır. Bu performanslar, atama yapılan portföylerin, piyasa verileriyle geriye dönük test (back testing) yapılarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu performansları, eşit ağırlıklı yatırım yapılan portföy getirisi ve İMKB-30 Endeks getirisiyle karşılaştırılmıştır. Bu tablolardaki eşit ağırlıklı portföyler, söz konusu dönemde İMKB-30 hisselerinden atamasına izin verilen hisse senetlerine eşit ağırlıklı yatırım yapılması durumunda elde edilen portföyün getiri değerleridir.

Ek 25'deki portföy performanslarına bakılırsa, genel olarak getiri düzeylerinin piyasadaki risksiz faiz oranına göre belirgin şekilde yüksek olmadığı veya çok baskın olmadığı düşünülebilir. Bileşik getiri sonuçlarına bakılırsa, bu durum daha belirgindir, 42 aylık dönemde sadece Sharpe oranına göre oluşturulan kısıtsız model olan Model S, %62,95'lik en yüksek başarıya sahip performans göstermiştir. Ancak, performans değerlendirmesi yapılan 42 aylık dönemde, piyasa getirisini temsil eden

İMKB-30 Endeksi %41,64 bileşik getiriye sahipken, risksiz faiz oranının %59,58 bileşik getiri düzeyinde olması, piyasanın reel olarak değer kaybı içinde olduğu dönemi işaret etmektedir. Bu düşen piyasada, Model S'in iyi performans göstermediği, fakat en azından reel olarak değer kaybetmediği görülmüştür. Model S'den sonra, %20 kısıtlı Sharpe oranına göre optimizasyon olan Model S(%20)'nin bileşik getirisi %56,86 ve kısıtsız riske göre optimizasyon olan Model R'nin bileşik getirisi %53,55 olarak belirlenmiştir.

Buradaki portföylerin bileşik getirileri karşılaştırıldığında, yüksek getiri sağlayan portföy modelinin dönemlere göre farklılık göstermekte olduğu ve en yüksek getiriye sahip tek bir modelin net bir şekilde ifade edilemez olduğudur. Aralık 2007 sonunda Model R(%30) en yüksek bileşik getiri olan %47,76'ya sahipken, piyasa getirisini temsil eden İMKB-30 ise %45,12 ile onu izlemektedir. Aralık 2007 sonunda, diğer modellere göre optimize edilmiş portföylerdeki performans İMKB-30 Endeksi'nin performansının gerisinde kalmıştır. “Mortgage Krizi”nin etkisini gösterdiği Haziran 2008 sonunda, tüm modeller piyasa getirisinden zayıf kalmıştır ve piyasaya dahil tüm bileşik getiriler negatiftir. Haziran 2008 İMKB-30 Endeksi, bileşik getiri olarak %13,03 ($=0,8697-1$) düşüş yaşadığında, diğer bütün optimize edilmiş portföylerin bileşik getirisindeki düşüş bundan daha fazladır. Bu dönemde en başarılı portföy Model S(%20) olup, bileşik getiri olarak %22,95'lik düşüşe sahiptir. Aralık 2008 sonunda piyasa “Mortgage Krizi”nin etkisinden hala kurtulamamış, Model R(%30) ile oluşturulmuş optimize portföy, piyasa getirisinin çok az üzerinde olmuş ve bileşik getiri olarak %26,16 düşüş yaşamıştır. Haziran 2009 sonunda, Model S(%20) ile oluşturulmuş optimize portföyler, yine piyasa getirisinin altında ve 30 aylık bileşik getirisi %0,09'luk düşüş olarak gerçekleşmiştir. Diğer modellerle oluşturulmuş optimize portföyler de negatif bileşik getiriye sahiptir. Aralık 2009 sonunda, Model S(%20) ile oluşturulmuş optimize portföy, 36 aylık %52,75'lik bileşik getiri ile en yüksek performansı gösteren modeldir. Haziran 2009 sonunda, Model S ile oluşturulan dinamik portföyler, %62,95 ile en yüksek bileşik getiriye sahiptir. Bu değişken durum, bir modeli tek başına diğerlerine göre üstün olmadığını göstermektedir. Piyasanın yükseliş dönemlerinde Sharpe rasyosuna göre oluşturulan modeller genelde daha başarılı olabildiği, performans olarak geride kalan

Model S'nin en son dönemlerde öne çıkmasından anlaşılmaktadır. Bu durumda, düşen veya durağan piyasalar için farklı modellerin performanslarının da farklı olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bu durumdan ikinci önemli çıkarıma ise Model S'nin performansının diğer modellere göre daha yüksek olduğu sonucuna temkinli yaklaşmak gerektiğidir.

Tablo 4.3: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları Arasındaki Korelasyon

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağır.	Endeks
S	1,0000							
S(%20)	0,9339	1,0000						
S(%30)	0,9725	0,9741	1,0000					
R	0,9763	0,9583	0,9648	1,0000				
R(%20)	0,9325	0,9919	0,9693	0,9569	1,0000			
R(%30)	0,9560	0,9728	0,9702	0,9795	0,9823	1,0000		
Eşit Ağır.	0,8714	0,9483	0,9168	0,8836	0,9371	0,9016	1,0000	
Endeks	0,9247	0,9501	0,9502	0,9322	0,9393	0,9351	0,9652	1,0000

Tablo 4.3’de, FI modellerinden elde edilen verilerle optimize edilen dinamik portföyler ve bu portföylerin İMKB-30 Endeksi’yle arasındaki korelasyon ilişkileri gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre de, Model S’nin 0,95 korelasyon değerinin altına düşen korelasyon değerleri söz konusu iken diğer optimize edilen portföyler arasındaki ilişki 0,95’in altına düşmemiş ve birbirlerine yakın getiri performansları izlemiştir. Ayrıca bu sonuçlar, değişik modellerden elde edilen sonuçların tutarlılığının bir göstergesidir.

Ek 26’da Markowitz’in portföy optimizasyonu için kullandığı beklenen getiri ve risk verileri kullanılarak oluşturulan portföylerin aylık getiri yüzdeleri ve Ek 27’de ise bu değerlerin bileşik getiri yüzdeleri yer almaktadır. Klasik portföy optimizasyonlarda beklenen getiri, hisse senedi tarihi getirilerinin aritmetik ortalaması ve riskleri ise hisse senedi tarihi getirilerinin standart sapmasından hesaplanmaktadır. Burada, optimize edilen dinamik portföylerin performansları, varlıkların piyasadaki fiyatlarından elde edilen getiri verileri kullanılarak geriye dönük test yapılmak suretiyle hesaplanmıştır. Ayrıca bu performanslar, FI modelleri performans ölçümünde olduğu gibi, eşit ağırlıkla yatırım yapılan portföy getirisi ve İMKB-30 Endeksi getirisiyle karşılaştırılmıştır.

Ek 27'deki portföy performanslarına bakılırsa, genel olarak getiri düzeylerinin Ek 25'deki FI modellerine göre daha iyi olduğu düşünülebilir. Bileşik getiri sonuçlarına bakılırsa, 42 aylık dönemde Sharpe oranına göre oluşturulan kısıtsız model olan Model S'e göre optimize edilen portföy, %65,54'lük en düşük getiriye sahiptir. Ancak bu Model S, FI modeli verileri kullanıldığında en yüksek bileşik getiriye sahip olduğu gözlenmiştir. Klasik OV verileri kullanılarak elde edilen en yüksek getiriye sahip dinamik optimize edilmiş portföy modeli, %20 kısıt ve riske göre optimize edilen %93,70 getiriyle Model R(%20)'dir. Model R(%20)'nin performansını, %91,21'lik bileşik getiriyle Model R(%30) ve %78,81'lik bileşik getiriyle Model R izlemektedir.

FI modelinden elde edilen veriler kullanılarak optimize edilen portföyler, klasik portföy optimizasyonunda kullanılan veriler kullanılarak optimize edilen portföylere göre daha az performans göstermiştir. Bu durum, düşen veya yatay piyasa koşullarında FI modelinden elde edilen verilerden ziyade, klasik portföy optimizasyonunda kullanılan verilerin tercih edilmesinin daha anlamlı olacağını göstermektedir.

Tablo 4.4: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları Arasındaki Korelasyon

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağırl.	Endeks
S	1,0000							
S(%20)	0,9934	1,0000						
S(%30)	0,9997	0,9950	1,0000					
R	0,8719	0,8995	0,8753	1,0000				
R(%20)	0,9263	0,9465	0,9295	0,9767	1,0000			
R(%30)	0,9260	0,9423	0,9282	0,9833	0,9925	1,0000		
Eşit Ağırl.	0,9420	0,9654	0,9453	0,9215	0,9592	0,9454	1,0000	
Endeks	0,9610	0,9700	0,9623	0,9138	0,9545	0,9540	0,9652	1,0000

Tablo 4.4'de, Markowitz verileri kullanılarak oluşturulan portföyler arasındaki ve bu portföylerin İMKB-30 Endeksiyle arasındaki korelasyon ilişkileri gösterir. Bu sonuçlara göre, Model R'nin özellikle Sharpe oranı minimizasyonuna göre oluşturulan portföylere göre korelasyonu farklılık göstermektedir. Bu farklılık, diğer portföyler arasındaki korelasyon seviyeleri 0,90'nın üzerindeyken, kısıtsız risk minimizasyonuna göre oluşturulan Model S'ye dayalı optimize portföylerin getirileri arasındaki ilişkiler 0,90'nın altında olmasına neden olmuştur.

Bu durumda, FI yöntemlerinden elde edilen öngörü verileri kullanılarak dinamik optimize portföylerin getirileri (Ek 24) ile klasik OV modeli verileri kullanılarak elde edilen dinamik optimize portföylerin getirileri (Ek 26) arasında anlamlı fark olup olmadığı, bağımlı iki örnek *t*-testi ile araştırılmıştır. Bağımsız *t*-testi sonuçları Tablo 4.5’de görülmektedir. Bu tabloda, çalışmada kullanılan farklı iki türden verilere göre ve 6 modele göre oluşturulan dinamik portföylerin performanslarına ait getiri serilerinin arasındaki *t*-testi sonuçları vardır. Tabloda, FI yöntemlerinden elde edilen öngörü verileri ve klasik OV modeli verileri kullanılarak elde edilen dinamik optimize portföylerin getiri serileri performansları arasında %5 anlamlılık düzeyinde önemli bir fark olmadığını ileri süren sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Bu anlamda, Klasik OV modeli verileri kullanılarak elde edilen dinamik optimize portföylerin daha yüksek olan başarısı rassallığa atfedilebilir.

Tablo 4.5: Bağımlı İki Örnek *t*-Testi Sonuçları

Değişken Çifti	Ortalama		<i>r</i>	Anl.	Eşleştirilmiş Farklar (Paired Differences)					<i>t</i>	<i>sd</i>	Anl.
		FI			Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Farkın %95 Güven Aralığı				
								Alt	Üst			
S	0,0193	0,0235	0,906	0,000	-0,00427	0,07248	0,01118	-0,02685	0,01832	-0,381	41	0,705
S(%20)	0,0190	0,0188	0,952	0,000	0,00021	0,04022	0,00621	-0,01232	0,01274	0,034	41	0,973
S(%30)	0,0198	0,0108	0,935	0,000	0,00901	0,04732	0,00730	-0,00574	0,02375	1,233	41	0,224
R	0,0203	0,0157	0,886	0,000	0,00462	0,06732	0,01039	-0,01635	0,02560	0,445	41	0,659
R(%20)	0,0223	0,0184	0,925	0,000	0,00391	0,05011	0,00773	-0,01170	0,01953	0,506	41	0,616
R(%30)	0,0220	0,0174	0,933	0,000	0,00464	0,05146	0,00794	-0,01139	0,02068	0,585	41	0,562

Not: Tablodaki, *r*: basit korelasyon katsayısı, *t*: test istatistiği ve *sd*: serbestlik derecesidir.

Kriz döneminde veya hisse senedi piyasalarındaki düşüş dönemlerinde (Niemczak, 2010:55; Krishnan vd., 2009:353) veya oynaklığın arttığı dönemlerde (Rey, 2000:408-409), hisse senedi getirileri arasındaki korelasyon artmakta ve genellikle hisse senetleri aynı yönlü hareket etmektedir. Burada, performans değerlendirmesi dönemi 2007 ve 2009 arasında yoğun bir şekilde hissedilen “Mortgage Krizi”ni de içermektedir. Bu dönemde, hisse senetleri arasında geçmiş verilerden öngörülenden fazla korelasyon olması durumunda portföy çeşitlendirmesi avantajını azaltmaktadır. Bu durumda, portföy çeşitlendirmesi anlamını kaybedebilecek ve portföyün riskini öngörülen kadar azaltmak mümkün olmayabilir. Bu anlamda, portföy getirilerinde hemen hemen aynı yönlü getiri anlamında

benzerlik artmakta ve artan korelasyon da optimize edilmiş portföy sonuçlarına olumsuz olarak yansıyabilmektedir.

Bu bölümde, FI modellerinden elde edilen veriler kullanılarak 42 aylık Sharpe maksimizasyonu ve risk minimizasyonuna göre dinamik portföy optimizasyonları yapılmıştır. Bu 42 dönemlik dinamik portföy optimizasyon hesaplamaları, klasik portföy optimizasyon verileri kullanılarak da gerçekleştirilmiştir. Bu veri farklılığından oluşan portföylerin geriye dönük test performansları hesaplanmış ve modeller birbiriyle karşılaştırılmıştır.

SONUÇ

Markowitz'in OV modeli, portföyün riski için portföy varlıkları arasındaki korelasyon değerlerini dikkate alan ve MPT'ye zemin hazırlayan bilimsel bir portföy optimizasyon modelidir. Markowitz OV portföy optimizasyon hesaplamaları, araştırmacıların ve yatırımcıların hala çok önem verdiği bir alandır. OV optimizasyon probleminin daha iyi çözülmesi üzerine çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Portföy optimizasyon problemlerinden başlıcaları; (1) klasik OV portföy optimizasyonunda kullanılan uygun verilerin belirlenmesi; (2) portföy riskinin belirlenmesinde alternatif yöntemlerin de üzerinde çalışılması; (3) tek bir portföy optimizasyon modeli yerine, yatırımcı profilleri, piyasa ve yatırım dönemi şartlarına göre alternatif modellerin söz konusu olabilmesi; (4) portföy optimizasyon sonuçlarında çok değişikliğe neden olabilecek varlık alım-satım işlemi, transfer ve vergi masrafları model yapısını daha karmaşık bir hale getirdiği için genellikle modellerde dikkate alınmaması şeklinde sıralanabilir. Fabozzi vd. (2007:139-140) klasik OV portföy optimizasyonunda kullanılan verilerin güvenilir, kararsız veya nadiren de olsa yanlış portföy belirlenmesine neden olduğunu ifade ederek, örneğin oynaklık için GARCH modeli gibi daha iyi öngörü tekniklerinin kullanılmasını önermektedir. Michaud (1998:127), özenli hisse senedi getiri öngörülerinin OV portföy optimizasyonunda önemli rol oynadığını ve getiri öngörülerinin optimize portföy değerini iyileştireceğini ifade etmektedir. Bu çalışmada, Michaud'un bu görüşü temel alınarak, FI modelleri ile elde edilen hisse senedi getiri öngörülerini kullanarak optimize portföylerin, daha yüksek performanslı olacağı hipotezinin doğru olup olmadığı İMKB-30 Endeks hisseleri üzerinde araştırılmıştır.

Bu çalışma, klasik OV portföy optimizasyon modelinde kullanılan verilere getirilen eleştiriler üzerine, veri problemini çözüm amaçlı geliştiren bir araştırmadır. Ancak, hisse senedinin gelecekteki değerlerinin rassal olarak değiştiği kabul edilmektedir. Klasik OV modeli, hisse senedi geçmiş getiri değerlerinin aritmetik ortalamasını ve riski için standart sapmasını veri olarak almaktadır. Bu çalışmada hisse senedi gelecek değerini daha iyi temsil edecek öngörü yöntemlerinden FI modellerinden elde edilen verilerle, daha yüksek getirili portföy optimizasyonlarına

olanak sağlayacağı düşünülmüştür. Bu çalışmada, İMKB-30 Endeksi'ne dahil yeterli veriye sahip hisse senetlerinin Ocak 1990 - Haziran 2010 aralığındaki aylık hisse senedi kapanış fiyatları alınmıştır. Bu tarih aralığındaki Ocak 2007 – Haziran 2010 dönemi verileri geriye dönük test (back testing) amaçlı kullanılmıştır. Hisse senedi aylık sürekli getirileri kullanılarak ARFIMA modeli ile hisse senedi beklenen getiri öngörüsü ve FIGARCH modeli ile hisse senedi varyans öngörüsü sonucunda elde edilen değerler kullanılarak portföy optimizasyonları yapılmıştır. Elde edilen dinamik portföylerin performansları, geriye dönük test ile değerlendirilmiştir.

Optimum portföylerin yatırım ağırlıkları, birim riske karşılık en yüksek portföy getirisini sağlayan Sharpe oranı maksimizasyonu ve risk minimizasyonu modellerine göre belirlenmiştir. Her bir ay için güncellenen optimum portföylerin İMKB'de oluşmuş olan fiyatlarla portföy değerlemesi yapılarak, portföy performansları değerlendirilmiştir. Bu performans değerlendirmesi, Ocak 2007- Haziran 2010 dönemine ait veriler üzerinde aylık olarak geriye dönük test ile yapılmıştır.

Ayrıca uzun dönem ve kısa dönem varlık verilerinin ortalaması göz önüne alındığında, yakın dönemdeki trendin sürekliliğini sürdürmediği, belli bir süre sonra uzun dönem trendine girdiği bilinmektedir. Ortalamaya dönüş olarak tanımlanan bu durum, varlıkların beklenen getirilerinin hesaplanmasında önemli bir husus olarak dikkate alınmıştır. ARFIMA modelin öngörülerde hisse senedi getirileri, genelde 5-10 dönem içinde uzun dönem ortalamasına yakınsamaktadır. Bir başka deyişle bu çalışma, OV portföy optimizasyonu problemlerine çözüm önerileri göz önüne alınarak, Türkiye'deki İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetlerinden oluşan portföyler üzerine uygulama niteliğindedir.

FI modellerinden elde edilen veriler kullanılarak 42 aylık, Sharpe oranına göre maksimizasyon ve riske göre minimizasyon şeklinde dinamik portföy optimizasyonları yapılmıştır. Ayrıca atamalarda, az sayıda hisse senedine yüksek oranlı atama yapılmasını engellemek, portföy oluşturma avantajını elde etmesi amacıyla daha fazla hisse senedine atama yapılmasını sağlamak için atamalarda üst sınır kısıtları kullanılmıştır. Sharpe oranına göre maksimizasyon ve riske göre minimize edilen portföy atamalarında en fazla %20 ve %30 kısıtlı portföy

optimizasyonları da yapılmıştır. Bu portföylerin performansı geriye dönük test ile değerlendirilmiş ve piyasa getirisini temsil eden İMKB-30 Endeksi getirisiyle karşılaştırılmıştır. Geriye dönük test sonuçlarına göre, kısıtsız Sharpe oranı maksimizasyonuna göre oluşturulan optimum dinamik portföyler olan Model S, 42 aylık en yüksek bileşik getiriyi %62,95 düzeyinde sağlamıştır. Bunu, %56,86 bileşik getiriyi %20 yatırım oranını geçmeyecek kısıta göre yapılan optimum dinamik portföyler olan Model S(%20) izlemektedir. Bu bileşik getiri değerleri, piyasa getirisini temsil eden İMKB-30 Endeksi'nin bileşik getirisi olan %41,64'den daha iyidir. Ancak, performansı yüksek olan model, 42 aylık dönem içinde, bazı ara dönemler itibarıyla zirveyi başka dinamik portföylere kaptırmıştır. Bu bağlamda, hangi modelin daha iyi olabileceğini ve hatta piyasaya göre daha başarılı olduğunu net bir şekilde söylemek zordur.

Bu 42 dönemlik dinamik portföy optimizasyonları, klasik portföy optimizasyon verileri kullanılarak da yapılmış ve FI modellerinden elde edilen veriler kullanılarak optimize edilen dinamik portföyler ve geriye dönük test sonuçlarına göre performansları karşılaştırılmıştır. Klasik portföy optimizasyon verileri kullanılarak optimize edilen dinamik portföylerden %20 yatırım kısıtı ile risk minimizasyonuna göre oluşturulan Model R(%20), 42 aylık bileşik getirisi %93,70 olmak üzere en yüksek getiri düzeyine sahiptir. En düşük performans gösteren dinamik optimize portföyler Model S ile %65,54 düzeyinde sağlanmış olup, aynı dönemdeki İMKB-30 Endeksi'nin bileşik getirisi olan %41,64'den daha yüksektir.

FI modellerinin öngörüdeki başarısı özellikle düşen piyasa koşullarında değerlendirildiğinde, portföy optimizasyonlarında kullanılması optimizasyon modellerinin başarısını azalttığı görülmektedir. FI modellerinden elde edilen verilerin optimize edilen dinamik portföylerin başarı düzeyleri düşük görülmesine karşın, %5 anlamlılık düzeyindeki bağımlı iki örnek *t*-testi sonuçlarına göre aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Var olan fark ise tesadüflere atfedilecek kadar önemsiz olduğu söylenebilir. Burada, FI modellerinin öngörüdeki düşük başarısının asıl nedenleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- (1) ARFIMA'nın, özellikle piyasanın düştüğü dönemlerdeki, hisse senedi getirileri öngörülerindeki başarısının düşük olduğu söylenebilir. Ek 18'deki tablodan da görüldüğü gibi, hisse senetlerinin değer kaybı yaşadığı dönemlerde, hisse senetlerinin getiri yönündeki öngörülerini çok zayıf kalmıştır. Ancak, piyasanın yükseliş dönemlerindeki hisse senedi öngörülerini nispeten başarılı sayılabilir.
- (2) Klasik portföy optimizasyonunda kullanılan standart sapma değerleri ile FIGARCH ile varyans öngörülerinden elde edilen standart sapma değerleri arasındaki farklılık ihmal edilemeyecek boyuttadır. FIGARCH ile varyans öngörü performansları, genel olarak model başarısını olumsuz etkilemektedir. Bu durum, geriye dönük testlerden de anlaşılabilir. Aynı portföy optimizasyon modellerinden, FI modellerinden elde edilen veriler kullanıldığında Sharpe oranı maksimizasyona göre yapılan dinamik portföy optimizasyon modelleri genelde daha yüksek performanslı olurken, klasik portföy optimizasyon verileri kullanıldığında risk minimizasyonuna göre yapılan dinamik portföy optimizasyon modelleri daha yüksek performanslı olmaktadır. Aynı ham veriler kullanılarak ve aynı 42 dönemlik geriye dönük test yapılmış olması, problemin FIGARCH öngörülerinin olumsuz etkisinden kaynaklandığı ifade edilebilir. FIGARCH varyans öngörülerindeki düşük performans, riske göre minimize edilen portföylerin performansını doğrudan düşürürken, Sharpe oranı minimizasyonuna göre yapılan portföy optimizasyon performansını dolaylı şekilde düşürdüğü söylenebilir.
- (3) İMKB'de, derinliği en yüksek olan İMKB-30 Endeksi'ne dahil hisse senetlerinin getiri serilerinde bile yüksek varyans söz konusudur. Getirilerdeki yüksek varyans ve oynaklık olması, kullanılan FI modellerinin, model tahmin başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durumda da, FI modellerinin getiri ve risk öngörüsündeki başarı düzeyinin üstün çıkmaması şaşırtıcı değildir.

- (4) Çalışmada veri dönemine giren 1994, 1997 ve 2001 yıllarında, Türkiye’de çok şeklinde etkisini gösteren, ortalama bir yıldan az süren krizler söz konusudur. Ancak, dinamik optimize portföylerin geriye dönük test yapılarak performanslarının değerlendirildiği Ocak 2007 - Haziran 2010 döneminde, 2007-2009 arasında, 2 yıla yakın etkisini güçlü bir şekilde İMKB’de hissettiren ABD kaynaklı “Mortgage Krizi” söz konusudur. Bu dönemde, bir çok ülke finansal piyasaları gibi İMKB’de uzun süreli olarak etkilenmiştir. Veri dönemindeki krizlerden daha derin, farklı ve uzun süreli olan bu kriz, sadece FI modellerinin öngörü başarısını değil, alternatif öngörü modelleri başarılarını da olumsuz etkileyebileceği beklenebilir.
- (5) Kriz dönemlerinde, hisse senetleri arasındaki aynı yönlü korelasyonlar artarak hisse senetleri genelde düşüş eğilimine girmektedir. Bu anlamda, korelasyon avantajı ortadan kalkmakta veya değişebilmekte ve dolayısıyla söz konusu verilerle portföy oluşturmak pek anlamlı olmamaktadır. Çalışmadaki öngörü döneminde büyük payı olan “Mortgage Krizi”ne rastlaması, oluşturulan portföylerin beklenenden farklı sonuçlar vermesine neden olabilmektedir. Bu durumda, klasik OV portföy optimizasyon verilerinin kullanılmasıyla elde edilen optimize portföylerin başarısının az da olsa yüksek çıkması dahi başarıdan çok rassallık olarak değerlendirilebilir.

Bu sonuçlara göre, veri probleminin düzeltilmesi için, beklenen getiri ve varyans öngörüsü için, “Mortgage Krizi” gibi derin krizlerin olmadığı ve oynaklığın daha az olduğu bir öngörü dönemi için tekrar FI modelinin performansı incelenebilir. Ayrıca, daha uzun dönem verilerle model tahminlerine olanak sağlanmalı, ve/veya veri öngörülerini için YSA gibi başka öngörü modelleri kullanılabilir. Özellikle varyans öngörülerinde daha başarılı bir öngörü modeli belirlemek, daha başarılı optimizasyon sonuçları verebilir.

KAYNAKÇA

- Aczel, Amir D. (1993); *Complete Business Statistics*, Irwin Inc., Second Edition, Boston.
- Aivazian, Varouj A., Jeffrey L. Callen, Itzhak Krinsky ve Clarence C. Y. Kwan (1983); "Mean-Variance Utility Functions and the Demand for Risky Assets: An Empirical Analysis Using Flexible Functional Forms," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Cilt 18. Sayı 4, s. 411-424.
- Akay, Diyar, Tahsin Çetinyokuş ve Metin Dağdeviren (2002); "Portföy Seçimi Problemi için KDS/GA Yaklaşımı," *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 17, No 4, s. 125-138.
- Alexander, Gordon J. ve Alexandre M. Baptista (2006); "Portfolio Selection with a Drawdown Constraints," *Journal of Banking & Finance*, Cilt 30, Sayı 11, s. 3171-3189.
- Altaylıgil, Barış (2008); "Portföy Seçimi için Ortalama-Varyans-Çarpıklık Modeli," *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt 37, Sayı 2, s. 65-78.
- Atan, Murat (2005); "Karesel Programlama ile Portföy Optimizasyonu," VII Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Mayıs 2005, İstanbul, <http://muratatan.info>, (Erişim Tarihi: 15.05.2008).
- Baillic, Richard T. (1996); "Long Memory Processes and Fractional Integration in Econometrics," *Journal of Econometrics*, Cilt 73, Sayı 1, s. 5-59.
- Balcılar, Mehmet (2002); "Persistence in Inflation: Long Memory, Aggregation, or Level Shifts?," *Sixth METU International Conference on Economics*, September 11-14, Ankara, <http://www.emu.edu.tr/mbalcilar/research/>, (Erişim Tarihi: 15.12.2009).
- Balcılar, Mehmet (2003); "Long Memory and Structural Breaks in Turkish Inflation Rates," *VI. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, Mayıs 2003, Ankara, <http://www.emu.edu.tr/mbalcilar/research/>, (Erişim Tarihi: 15.12.2009).
- Baptista, Alexandre M. (2008); "Optimal Delegated Portfolio Management with Background Risk," *Journal of Banking & Finance*, Cilt 32, Sayı 6, s. 977-985.
- Barışık, Salih ve Emrah İsmail Çevik (2008); "İşsizlikte Histeri Etkisi: Uzun Hafıza Modelleri," *Kamu-İş*, Cilt 9, Sayı 4, <http://www.kamu-is.org.tr/pdf/945.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.12.2008).
- Barkoulas, John T., Christopher F. Baum ve Nickolaos Travlos (2000); "Long Memory in the Greek Stock Market," *Applied Financial Economics*, Cilt 10, Sayı 2, s. 177-184.

- Bawa, Vijay S. (1976); "Admissible Portfolios for all Individuals," *The Journal of Finance*, Cilt 31, Sayı 4, s. 1169-1183.
- Benati, Stefano (2003); "The Optimal Portfolio Problem with Coherent Risk Measure Constraints," *European Journal of Operational Research*, Cilt 150, Sayı 3, s. 572-584.
- Best, Philip (1999); *Implementing Value at Risk*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.
- Bhanot, Karan (2005), "What Causes Mean Reversion in Corporate Bond Index Spreads? The Impact of Survival," *Journal of Banking & Finance*, Cilt 29, Sayı 6, s. 1385-1403.
- Bhardwaj, Geetesh ve Norman R. Swanson (2004); "An Empirical Investigation of the Usefulness of ARFIMA Models for Predicting Macroeconomic and Financial Time Series," Rutgers University Economics Working Paper 200422, <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/23199/1/2004-22.pdf>, (Erişim Tarihi: 22.12.2010).
- Bisaglia, Luisa (2002); "Model Selection for Long Memory Models," *Quaderni di Statistica*, Cilt 4, <http://www.dipstat.unina.it/Quaderni%20di%20statistica/volume%204/bisaglia.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.07.2010).
- Black, Fischer (1993); "Beta and Return," *Journal of Portfolio Management*, Cilt 20, Sayı 1, s. 8-17.
- Black, Fischer ve Robert Litterman (1992); "Global Portfolio Optimization," *Financial Analysts Journal*, Cilt 48, Sayı 5, s. 28-43.
- Blanco, Carlos ve David Soronow (2001); "Mean Reverting Processes – Energy Price Processes Used for Derivatives Pricing & Risk Management," *Commodities Now*, June 2001, s. 68-72.
- Bodie, Zvi, Alex Kane ve Alan J. Marcus (1993); *Investment*, Second Edition, Richard D. Irwin Inc, Boston.
- Bon, Derek ve Kenneth Dyson (2006); "Long Memory and Non-linearity in Stock Markets," Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper No. 252, <http://mpa.ub.uni-muechen.de/252/>, (Erişim Tarihi: 24.07.2010).
- Bos, Charles S., Philip Hans Franses ve Marius Ooms (1998); "Long Memory and Level Shifts: Re-Analyzing Inflation Rates," <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/98039.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.07.2010).
- Bozdağ, Nihat ve Hasan Türe (2008); "Bulanık Doğrusal Programlama ve İMKB Üzerine Bir Uygulama," *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1, s. 1-18.

- Bozdağ, Nihat, Şenol Altan ve Sibel Duman (2010); “Minimaks Portföy Modeli ile Markowitz Ortalamavaryans Portföy Modelinin Karşılaştırılması,” <http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o24s1.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.09.2010).
- Bozkuş, Sezer (2005); “Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar: Riske Maruz Değer (VaR) ve Beklenen Kayıp (ES) Uygulamaları,” *D.E.Ü. İİBF Dergisi*, Cilt 20, Sayı 2, s. 27-46.
- Branke, J., B. Scheckenbach, M. Stein, K. Deb ve H. Schmeck (2009); “Portfolio Optimization with an Envelope-based Multi-objective Evolutionary Algorithm,” *European Journal of Operational Research*, Cilt 199, Sayı 3, s. 684-693.
- Brigham, Eugene F. (1986); *Fundamentals of Financial Management*, Fourth Edition, CBS Collage Publishing, New York.
- Buckley, Ian, Gustavo Comezana, Ben Djerroud ve Luis Seco (2003); “Portfolio Optimization When Asset Returns have the Gaussian Mixture Distribution,” http://www.risklab.ca/seco/GM_AOR.pdf, (Erişim Tarihi: 24.11.2010).
- Butler, Cormac (1999); *Mastering Value at Risk, A Step-by-Step Guide to Understanding and Applying VaR*, Financial Times Pitman Publishing, Market Editions, London.
- Caballero, Rodrigo, Stephen Jewson ve Anders Brix (2002); “Long Memory in Surface Air Temperature: Detection, Modeling, and Application to Weather Derivative Valuation,” *Climate Research*, Cilt 21, June 14, s. 127-140.
- Caggiano, Giovanni ve Efrem Castelnuovo (2008); “Long Memory and Non-Linearities in International Inflation,” <http://www.decon.unipd.it/assets/pdf/wp/20080076.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.07.2010).
- Çelikyurt, U. ve S. Özçekici (2007); “Multiperiod Portfolio Optimization Models in Stochastic Markets Using the Mean-Variance Approach,” *European Journal of Operational Research*, Cilt 179, Sayı 1, s. 186–202.
- Ceria, Sebastian ve Robert A. Stubbs (2006); “Incorporating Estimation Errors into Portfolio Selection: Robust Portfolio Construction,” *Journal of Asset Management*, Cilt 7, Sayı 2, s. 109–127.
- Çetin, Ali Cüneyt (2007); Markowitz Kuadratik Programlama ile Optimal Portföy Seçimi,” *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt 12, Sayı 1, s. 63-81.
- Ceylan, Ali ve Turhan Korkmaz (1998); *Borsada Uygulamalı Portföy Yönetimi*, Ekin Kitabevi Yayınları, 3. Baskı, Bursa.
- Chaiwan, Anaspree, Chia-Lin Chang, Michael McAleer ve Songsak Sriboonchitta (2009); “Long Memory in Volatility of Southeast Asia Stock Markets,”

http://list.academic-journal.org/submissions/isfa2009_submission_63.pdf,
(Erişim Tarihi: 24.07.2010).

Chang, T.-J., N. Meade, J. E. Beasley ve Y. M. Sharaiha (2000); “Heuristics for Cardinality Constrained Portfolio Optimisation,” *Computers & Operations Research*, Cilt 27, s.1271-1302.

Chiou, Wan-Jiun Poul, Alice C. Lee ve Chiu-Chi A. Chang (2009); “Do Investors Still Benefit from International Diversification with Investment Constraints?,” *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Cilt 49, Sayı 2, s. 448-483.

Chow, George (1995); “Portfolio Selection Based on Return, Risk and Relative Performance,” *Financial Analysts Journal*, Cilt 51, Sayı 2, s. 54-60.

Chow, Gregory C. ve Yum K. Kwan (1997); “Ratinal Expectations is not Generally Valid for Econometric Models: Evidence from Stock Market Data,” *Pasific Economic Review*, Cilt 2, Sayı 3, s. 149-163.

Chung, Yin-Wong ve Kons S. Lai (1993); “A Fractional Cointegration Analysis of Purchasing Power Parity,” *Journal of Business & Economic Statistics*, Cilt 11, Sayı 1, s. 103-112.

Churilov, Leonid, Immanuel M. Bomze, Moshe Sniedovich ve Daniel Ralph (2004); “Hyper Sensitivity Analysis of Portfolio Optimization Problems,” *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, Cilt 21, Sayı 3, s. 297-317.

Cihangir, Mehmet, Ayşe Karaçizmeli Güzeler ve İbrahim Sabuncu (2008); “Optimal Portföy Seçiminde Konno-Yamazaki Modeli Yaklaşımı ve İMKB Mali Sektör Hisse Senetlerine Uygulanması,” *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 3, s. 125-142.

Conrad, Christian ve Berthold R. Haag (2005); “Inequality Constraints in the Fractionally Integrated GARCH Model” Unpublished manuscript, University of Mannheim, http://www.uni-konstanz.de/micfinma/conference/Files/papers/Conrad_Haag.pdf, (Erişim Tarihi: 26.07.2010).

Conrad, Christian ve Menelaos Karanasos (2005); “Dual Long Memory in Inflation Dynamics Across Countries of the Euro Area and Link between Inflation Uncertainty and Macroeconomic Performance,” *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, Cilt 9, Sayı 4, 5. Makale, <http://www.mkaranasos.com/SNDE05.pdf>, (Erişim Tarihi: 26.07.2010).

Coşkun, Yaprak Sevil ve Zeynep Balatan (2009); “Küresel Mali Krizin Bankacılık Sektörüne Etkileri ve Türk Bankacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik Analizi,” http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/sevil_coskun-zeynep_balatan.pdf, (Erişim Tarihi: 11.10.2010).

- Crama, Y. ve M. Schyns (2003); "Simulated Annealing for Complex Portfolio Selection Problems," *European Journal of Operational Research*, Cilt 150, Sayı 3, s. 546-571.
- Cuñado, J., L. A. Gil-Alana ve F. Perez de Gracia (2008); "Stock Market Volatility in US Bull and Bear Markets," *Journal of Money, Investment and Banking*, ISSN 1450-288X, Sayı 1, s. 24-32.
- Cura, Tunchan (2009); "Particle Swarm Optimization Approach to Portfolio Optimization," *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, Cilt 10, Sayı 4, s. 2396-2406.
- Dembo, Ron ve Dan Rosen (1999); "The Practice of Portfolio Replication a Practical Overview of Forward and Inverse Problems," *Annals of Operations Research*, Cilt 85, Sayı 0, s. 267-284.
- Demirci, Ebru ve Timur Keskintürk (2007); "Portföy Büyüklüğü ve İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Arasındaki İlişkinin İncelenmesi," *YA/EM 2007*, 2 – 4 Temmuz 2007, İzmir, http://www.isletme.istanbul.edu.tr/ogrelem/timur/resim-dosya/demirci_keskinturk_yaem2007.pdf, (Erişim Tarihi: 16.09.2010).
- Demirtaş, Özgür ve Zülal Güngör (2004); "Portföy Yönetimi ve Portföy Seçimine Yönelik Uygulama," *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Temmuz 2004, Cilt 1, Sayı 4, s. 103-109.
- Dickey, D. A. and W. A. Fuller (1979); "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*, Cilt 74, Sayı 366, s. 427-431.
- Dionisio, Andreia, Rui Menezes ve Diana A. Mendes (2007); "On the Integrated Behaviour of Non-stationary Volatility in Stock Markets," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 382, Sayı 1, s. 58-65.
- Downe, Edward A. (2000); "Increasing Returns: A Theoretical Explanation for the Demise of Beta," *American Business Review*, Cilt 18, Sayı 1, s. 86-89.
- Duan, Jin-Chuan ve Kris Jacobs (2007); "Is Long Memory Necessary? An Empirical Investigation of Nonnegative Interest Rate Processes" *Journal of Empirical Finance*, July 2007, <http://www.rotman.utoronto.ca/~jcduan/LongMemoryInterestRate.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.07.2010).
- Ehrgott, Matthias, Kathrin Klamroth ve Christian Schwehm (2004); "An MCDM Approach to Portfolio Optimization," *European Journal of Operational Research*, Cilt 155, Sayı 3, s. 752-770.
- Elton, Edwin J. ve Martin J. Gruber (1995); *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, Fifth Edition, John Wiley & Sons, ABD.

- Estrada, Javier (2010); "Geometric Mean Maximization: An Overlooked Portfolio Approach?," January, 2010, <http://web.iese.edu/jestrada/PDF/Research/Others/GMM.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.12.2010).
- Fabozzi, Frank J., P. N. Kolm, D.A Panhamanova ve S.M. Focardi (2007); *Robust Portfolio Optimization and Management*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Fabozzi, Frank J., Sergio M. Focardi ve Peter H. Kolm (2006); *Financial Modeling of the Equity Market from CAPM to Cointegration*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Fama, Eugene F. (1970); "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work," *The Journal of Finance*, Cilt 25, Sayı 2, s. 388-417.
- Fama, Eugene F. (1972); "Components of Investment Performance," *The Journal of Finance*, Cilt 27, Sayı 3, s. 551-567.
- Feinberg, Martin ve Damir Tokic (2002); "Beta and Return: One-day Effect," *Journal of Asset Manegment*, Cilt 3, Sayı 1, s. 67-72.
- Fernández, Alberto ve Sergio Gómez (2007); "Portfolio Selection Using Neural Networks," *Computers & Operations Research*, Cilt 34, Sayı 4, s. 1177-1191.
- Fidrmuc, Jarko ve Iikka Korhonen (2009); "The Impact of the Global Financial Crisis on Business Cycles in Asian Emerging Economies," BOFIT Discussion Papers 11/2009, <http://www.bof.fi/bofit>, (Erişim Tarihi: 05.11.2010).
- Fisher, Kenneth L. ve Meir Statman (1997); "The Mean-Variance-Optimization Puzzle: Security Portfolios and Food Portfolios," *Financial Analysts Journal*, Cilt 53, Sayı 4, s. 41-50.
- Focardi, Sergio M., Petter N. Kolm, ve Frank J. Fabozzi (2004); "New Kids on the Block," *The Journal of Portfolio Management*, 30th Anniversary Issue, s. 42-54.
- Fuller, Russel J. ve G. Wenchu Wong (1988); "Traditional versus Theoretical Risk Measures," *Financial Analyst Journal*, Cilt 42, Sayı 2, s. 52-57.
- Gao, Ying, Yiou Li ve Xiaoyuan Huang (2007); "Portfolio Robust Optimization Model and Its Application," *Journal of Systems Science and Information*, Cilt 5, Sayı 1, s. 81-89.
- Gelman, Andrew (2002); *Encyclopedia of Environmetrics*, Volume 3, http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/p039-_o.pdf, (Erişim Tarihi: 12.12.2010).
- Geman, Helyette (2010); "Mean Reversion versus Random Walk in Oil and Natural Gas Prices," <http://www.ieor.columbia.edu/pdf-files/Geman.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.12.2010).

- Ghaoui, Laurent El, Maksim Oks ve Francois Oustry (2003); "Worst-Case Value-At-Risk and Robust Portfolio Optimization: A Conic Programming Approach," *Operational Research*, Cilt 51, Sayı 4, s. 543-556.
- Gil-Alana, L. A. (2007); "Fractional Integration and Deterministic Trends. An Investigation and an Illustration with The US GNP," *Int. J. Contemp. Math. Sci.*, Cilt 2, Sayı 3, s. 135-158.
- Gil-Alana, L. A. ve P. M. Robinson (1997); "Testing of Unit Root and other Nonstationary Hypotheses in Macroeconomic Time Series," *Journal of Econometrics*, Cilt 80, Sayı 2, s. 241-268.
- Gökgöz, Elif (2006); "Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu," *Sermaye Piyasası Kurulu*, Yayın No: 190, Ankara.
- Grinold, Richard C. (1993); "Is Beta Dead Again," *Financial Analysts Journal*, Cilt 49, Sayı 4, s. 28-34.
- Grønlund, Kim Nydahl ve Rune Linneboe Pedersen (2008); "Non-discretionary FX Strategies: From the Portfolio Perspective of a Danish Institutional Investor," M.Sc. (Cand. Merc.) Applied Economics and Finance Department of Economics Master Thesis, Copenhagen Business School, 7th Nov 2008, <http://studenttheses.cbs.dk>, (Erişim Tarihi: 16.07.2010).
- Grupta, Pankaj, Mukesh Kumar Mehlawat ve Anand Saxena (2008); "Asset Portfolio Optimization Using Fuzzy Mathematical Programming," *Information Sciences* Cilt 178, Sayı 6, s. 1734-1755.
- Gülpınar, Nalan ve Berç Rüstem (2007); "Worst-case Robust Decision for Multi-period Mean-Variance Portfolio Optimization," *European Journal of Operational Research*, Cilt 183, Sayı 3, s. 981-1000.
- Guidolin, Massimo ve Stuart Hyde (2008); "Equity Portfolio Diversification Under Time-Varying Predictability: Evidence from Ireland, the US, and the UK," *Journal of Multinational Financial Management*, Cilt 18, Sayı 4, s. 293-312.
- Gujarati, Damodare N. ve Dawn C. Porter (2009); *Basic Econometrics*, Fifth Edition, McGraw Hill, Singapore.
- Haklı, Zafer (2006); "Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli ile Optimal Portföy Oluşturma ve İMKB'de bir Uygulama," *Süleyman Demirel Üniversitesi SBE*, Yayınlanmamış YL Tezi, Isparta.
- Hicks, J. R. (1935); "A Suggestion for Simplifying the Theory of Money," *Economica*, Cilt 2, Sayı 5, s. 1-19.
- Hicks, J. R. (1962); "Liquidity," *The Economic Journal*, Cilt 72, Sayı 288, s. 787-802.

- Hinich, Melvin J. ve Terence T. L. Chong (2007); "A Class Test for Fractional Integration," *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, Cilt 11, Sayı 2, 5. Makale, s. 1-22.
- Hodges, Charles W., Walton R. L. Taylor ve James A. Yoder (1997); "Stocks, Bonds, the Sharpe Ratio, and the Investment Horizon," *Financial Analysts Journal*, Cilt 53, Sayı 6, s. 74-80.
- Hosking, J. R. M. (1981); "Fractional Differencing," *Biometrika*, Cilt 68, Sayı 1, s. 165-176.
- Huang, Xiaoxia (2007); "Portfolio Selection with Fuzzy Returns," *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, Cilt 18, Sayı 4, s. 383-390.
- İMKB (2009, 2010, 2011); <http://imkb.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 16.06.2009, 29.08.2010, 15.03.2011).
- Jensen, Mark J. (1999); "An Approximate Wavelet MLE of Short and Long Memory Parameters," *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, Cilt 3, Sayı 4, 5. Makale, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.38.7996>, (Erişim Tarihi: 25.07.2010).
- Jiang, George J. ve Yisong S. Tian (2010); "Forecasting Volatility Using Long Memory and Comovements: An application to Option Valuation under SFAS 123R," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Cilt 45, Sayı 2, s. 503-533.
- JP Morgan (1995); "RiskMetrics™ Monitor, Fourth Quarter 1995," New York, October 12, 1995, <http://www.riskmetrics.com/system/files/private/rmm4q95.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.08.2010).
- Kapusuzoğlu, Ayhan ve Semra Karacaer (2009); "The Process of Stock Portfolio Construction with Respect to the Relationship between Index, Return and Risk Evidence from Turkey," *International Research Journal of Finance and Economics*, ISSN 1450-2887, Sayı 23, s. 193-206.
- Karacabey, Ali Argun (2006); "Is Mean Variance Efficient than MAD in İstanbul," *International Research Journal of Finance and Economics*, ISSN 1450-2887, Sayı 3, s. 113-120.
- Karan, Mehmet Baha (2001); *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Karan, Mehmet Baha (2011); "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Anomileri," *Ege Ekonomik Bakış Dergisi*, <http://www.eab.ege.edu.tr/pdf/2/c1-s2-m9.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.04.2011).

- Karanasos, M., S. H. Sekioua ve N. Zeng (2006); "On the Order of Integration of Monthly US Ex-ante and Ex-post Real Interest Rates: New Evidence from over a Century of Data," *Economics Letters*, Cilt 90, Sayı 2, s. 163-169.
- Kardiyen, Filiz (2008); "Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması," *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt 13, Sayı 2, s. 335-350.
- Kasman, Adnan ve Erdost Torun (2007); "Long Memory in the Turkish Stock Market Return and Volatility," *Central Bank Review*, ISSN 1303-0701, Central Bank of the Republic of Turkey, Cilt 7, Sayı 2, s.13-27.
- Kayalıdere, Koray ve Hüseyin Aktaş (2010); "Alternatif Portföy Seçim Modellerinin Performanslarının Karşılaştırılması (İmkb Örneği)", <http://www.sbe.deu.edu.tr/dergi/cilt10.say%C4%B11/10.1%20kayal%C4%B1dere%20akta%C5%9F.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.09.2010).
- Kim, Jong Soo, Yong Chan Kim ve Ki Young Shin (2005); "An Algorithm for Portfolio Optimization Problem," *Informatica*, Cilt 16, Sayı 1, s. 93-106.
- Konno, Hiroshi ve Rei Yamamoto (2003); "Minimal Concave Cost Rebalance of a Portfolio to the Efficient Frontier," *Math. Program.*, Ser. B 97, s. 571-585.
- Konno, Hiroshi ve Tomoyuki Koshizuka (2005); "Mean-Absolute Deviation Model," *IIE Transactions.*, Cilt 37, s. 893-900.
- Korkmaz, Turhan ve Ali Ceylan (2007); *Sermaye Piyasası ve Menkul Kıymet Analizi*, Gözden Geçirilmiş 4. Baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Korkmaz, Turhan ve Mehmet Pekkaya (2009); *Excel Uygulamalı Finans Matematiği*, 2. Baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Köseoğlu, Mustafa ve Rahmi Yamak (2004); *Uygulamalı İstatistik ve Ekonometri*, 2. Baskı, Celepler Matbacılık, Trabzon.
- Krishnan, C. N. V., Ralitsa Petkova, Peter Ritchken (2009); "Correlation Risk," *Journal of Empirical Finance*, Cilt 16, Sayı 3, s. 353-367.
- Kritzman, Mark (1993); "What Practitioners Need to Know... About Risk and Return," *Financial Analysts Journal*, Cilt 49, Sayı 3, s. 14-17.
- Küçükkocaoğlu, Güray (2009); "Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama," <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/kisieloptimization.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.05.2009).
- Küçüksille, Engin (2009); "*Veri Madenciliği Süreci Kullanılarak Portföy Performansının Değerlendirilmesi ve İMKB Hisse Senetleri Piyasasında bir Uygulama*," Süleyman Demirel Üniversitesi SBE, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Isparta.

- Kutlar, Aziz ve Tuba Turgut (2006); "Türkiye'deki Başlıca Ekonomi Serilerinin ARFIMA Modelleri ile Tahmini ve Öngörülebilirliği," *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 11, Sayı 1, s. 120-149.
- Kwiatkowski, Jacek (2000); "Bayesian Analysis of Long Memory and Persistence Using ARFIMA Models with an Application to Polish Stock Market," *Dynamic Econometric Models*, Cilt 4, http://www.home.umk.pl/~jkwiat/ARFIMA_eng.pdf, (Erişim Tarihi: 25.05.2010).
- Lamm, R. McFall (2000); "Economic Foundations and Risk Analysis in Investment Management," *Business Economics*, January 2000 Sayısı, s. 26-32.
- Leavens, D.H. (1945); "Diversifications of Investments," *Thrust and Estates*, Cilt 80, Sayı 5, s. 469-473.
- Leland, Hayne E. (1999); "Beyond Mean-Variance: Performance Measurement in a Nonsymmetrical World," *Financial Analysts Journal*, Cilt 55, Sayı 1, s. 27-36.
- Lintner, John (1965); "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets," *The Review of Economics and Statistics*, Cilt 47, Sayı 1, s. 13-37.
- Lintner, John (1969); "The Aggregation of Investors' Diverse Judgements and Preferences in Purely Competitive Markets," *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Cilt 4, Sayı 4, s. 346-482.
- Lux, Thomas ve Taisei Kaizoji (2004); "Forecasting Volatility and Volume in the Tokyo Stock Market: The Advantage of Long Memory Models," *Economic Working Paper*, No 2004-05, <http://www.econstor.eu/handle/10419/3244>, (Erişim Tarihi: 15.05.2010).
- Maller, R. A. ve D. A. Turkington (2002); "New Light on the Portfolio Allocation Problem," *Mathematical Methods of Operational Research*, Cilt 56, Sayı 3, s. 501-511.
- Markowitz, Harry (1952); "Portfolio Selection," *The Journal of Finance*, Cilt 7, Sayı 1, s. 77-91.
- Markowitz, Harry (1956); "The Optimizations of Quadratic Function Subjects to Linear Constraints," *Naval Research Logistics Quarterly*, Cilt 3, s. 111-133.
- Markowitz, Harry (1987); *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*, Basil Blackwell, Oxford.
- Markowitz, Harry M. (1991); "Foundations of Portfolio Theory," *The Journal of Finance*, Cilt 46, Sayı 2, s. 461-477.
- Markowitz, Harry M. (1999); "The Early History of Portfolio Theory: 1600-1960," *Financial Analysts Journal*, Cilt 55, Sayı 4, s. 5-16.

- Markowitz, Harry M. (2006); *Portfolio Selection*, Second Edition, Blackwell Publishing, UK.
- Markowitz, Harry M. ve Erik L. van Dijk (2003); "Single-Period Mean-Variance Analysis in a Changing World," *Financial Analysts Journal*, Cilt 59, Sayı 2, s. 30-44.
- Markowitz, Harry, Peter Todd, Ganlin Xu ve Yuji Yamane (1993); "Computation of Mean-Semivariance Efficient Sets by the Critical Line Algorithm," *Annals of Operations Research*, Cilt 45, Sayı 1, s. 307-317.
- Marschak, J. (1938); "Money and the Theory of Assets," *Econometrica*, Cilt 6, Sayı 4, s. 311-325.
- Michaud, Richard O. (1989); "The Markowitz Optimization Enigma: Is 'Optimized' Optimal?," *Financial Analysts Journal*, Cilt 45, Sayı 1, s.31-42.
- Michaud, Richard O. (1998); *Efficient Asset Management, A Practical Guide to Stock Portfolio Optimization and Asset Allocation*, Harvard Business School Press, Boston.
- Monoyios, Michael ve Lucio Sarno (2002); "Mean Reversion in Stock Index Futures Markets: A Nonlinear Analysis," *The Journal of Futures Markets*, Cilt 22, Sayı 4, s. 285-314.
- Mossin, Jan (1966); "Equilibrium in a Capital Asset Market," *Econometrica*, Cilt 34, Sayı 4, s. 768-783.
- Niemczak, Kinga (2010); "Eastern European Equity Markets and the Subprime Crisis Does Emerging Europe Still Offer Diversification Benefits?," *Finansowy Kwartalnik Internetowy e-Finanse*, Cilt 6, Sayı 3, s. 47-63.
- Ogryczak, Włodzimierz ve Andrzej Ruszczyński (1999); "From Stochastic Dominance to Mean-Risk Models: Semideviations As Risk Measures," *European Journal of Operational Research*, Cilt 116, Sayı 1, s. 33-50.
- Olson, Dennis ve Jorg Bley (2008); "Asset Allocation with Different Borrowing and Lending Rates," *International Review of Economics and Finance*, Cilt 17, Sayı 4, s. 629-643.
- Oomen, Roel C.A. (2001); "Using High Frequency Stock Market Index Data to Calculate, Model and Forecast Realized Return Variance," European University Institute, Department of Economics Via dei Rocetinni 9, 50016, <http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/760/ECO2001-6.pdf?sequence=1>, (Erişim Tarihi: 15.11.2010).
- Orhunbilge, Neyran (1999); *Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri*, Avcıol Basım Yayın, İşletme Fakültesi Yayın No: 277, İstanbul.

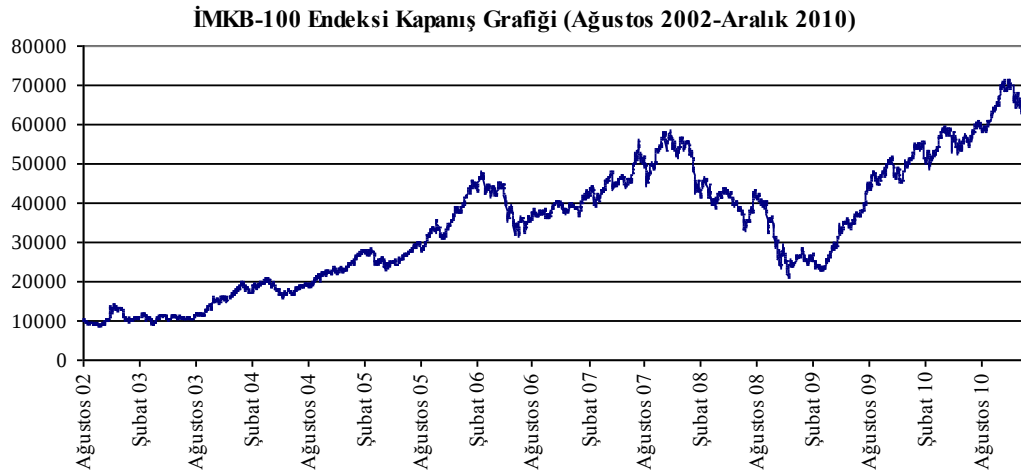
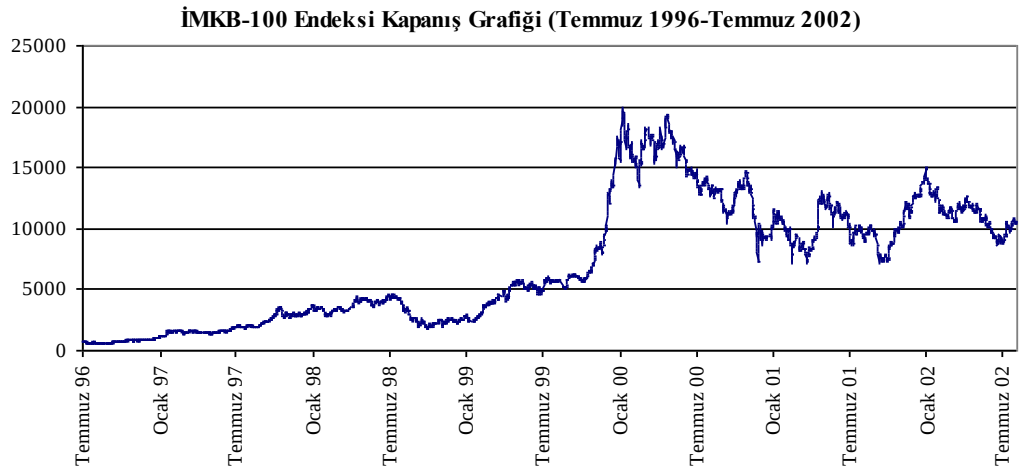
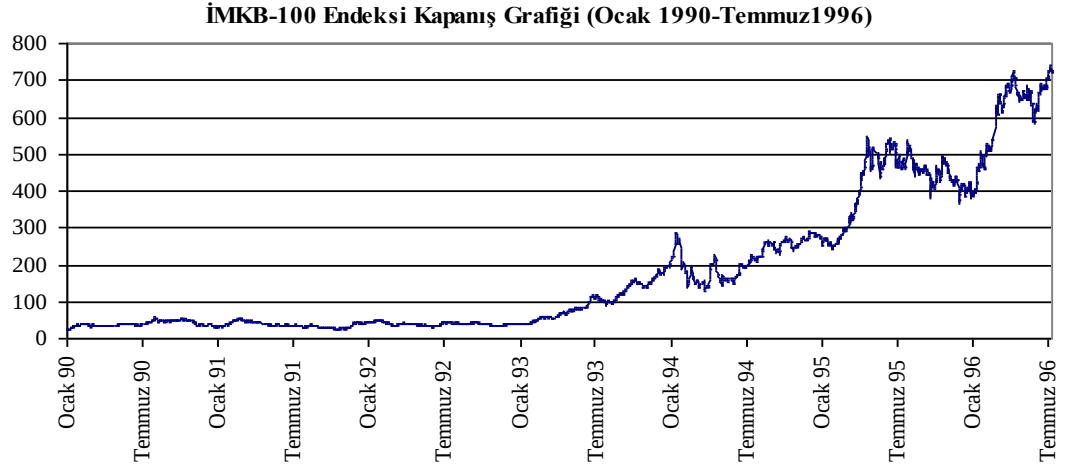
- Pafka, Szilard ve Imre Kondor (2004); "Estimated Correlation Matrices and Portfolio Optimization," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Cilt 343, s. 623-634.
- Pekkaya, Mehmet (2002); "*Kriz Dönemlerinde Hisse Senedi Portföylerinin Riske Maruz Değerlerinin Hesaplanması: İMKB-30 Endeks Uygulaması*," Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.
- Phillips, P. C. B. and P. Perron (1988); "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, Cilt 75, Sayı 2, s. 335-346.
- Poon, Ser-Huang ve Clive W. J. Granger (2003); "Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review," *Journal of Economic Literature*, Cilt 41, Sayı 2, s. 478-539.
- Rey, David Michael (2000); "Time-varying Stock Market Correlations and Correlation Breakdown," *Finanzmark und Portfolio Management*, Cilt 4, s. 387-412.
- Robinson, P. M. (1994a); "Semiparametric Analysis of Long-Memory Time Series," *The Annals of Statistics*, Cilt 22, Sayı 1, s. 515-539
- Robinson, P. M. (1994b); "Efficient Tests of Nonstationary Hypotheses," *Journal of the American Statistical Association*, Cilt 89, Sayı 428, s. 1420-1437.
- Ross, Stephen A. (1976); "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing," *Journal of Economic Theory*, Cilt 13, Sayı 3, s. 341-360.
- Roy, A. D. (1952); "Safety First and the Holding of Assets," *Econometrica*, Cilt 20, Sayı 3, s. 431-449.
- Rustem, Berç, Robin G. Becker ve Wolfgang Marty (2000); "Robust Min-Max Portfolio Strategies for Rival Forecast and Risk Scenarios," *Journal of Economic Dynamics & Control*, Cilt 24, Sayı 11-12, s. 1591-1621.
- Sayılğan, Güven ve Arma Değer Mut (2010); "Portföy Optimizasyonunda Alt Kısmi Moment ve Yarı-Varyans Ölçütlerinin Kullanılması," *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, Cilt 4, Sayı 1, s. 47-73.
- Seyidoğlu, Halil (2001); *Uluslararası Finans*, Güzem Yayınları, No:16, İstanbul.
- Shao, Xiaofeng ve Wei Biao Wu (2007); "Local Asymptotic Powers of Nonparametric and Semiparametric Tests for Fractional Integration," *Stochastic Processes and their Applications*, Cilt 117, Sayı 2, s. 251-261.
- Sharpe, William F. (1963); "A Simplified Model for Portfolio Analysis," *Management Science*, Cilt 9, Sayı 2, s. 277-293.

- Sharpe, William F. (1964); "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk," *The Journal of Finance*, Cilt 19, Sayı 3, s. 425-442.
- Sharpe, William F. (1966); "Mutual Fund Performance," *Journal of Business*, Cilt 39, Sayı 1, s. 119-138.
- Sharpe, William F. (1990); "Capital Asset Prices with and without Negative Holdings," *Nobel Lecture*, December 7, s. 312-332, http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/1990/sharpe-lecture.pdf, (Erişim Tarihi: 24.01.2011).
- Sharpe, William F. (1994); "The Sharpe Ratio," *Journal of Financial Portfolio Management*, Cilt 21, Sayı 1, s. 49-58.
- Sharpe, William F. (1995); "Risk, Market Sensitivity, and Diversification," *Financial Analysts Journal*, Cilt 51, Sayı 1, s. 84-88.
- Smimou, K, C. R. Bector ve G. Jacoby (2007); "A Subjective Assessment of Appropriate Probabilities with a Portfolio Application," *Research in International Business and Financial*, Cilt 21, Sayı 2, s. 134-160.
- Swisher, Pete ve Gregory W. Kasten (2005); "Post-Modern Portfolio Theory," *Journal of Financial Planning*, Cilt 18, Sayı 9, s. 74-85.
- Taha, Hamdy A. (1997); *Operations Research an Introduction*, Sixth Edition, Prentice-Hall Inc., International Edition, London.
- Tansuchat, Roengchai, Chia-Lin Chang ve Michael McAleer (2009); "Modelling Long Memory Volatility in Agricultural Commodity Futures Returns," CIRJE-F-680, <http://www.e.u-tokyo.ac.jp/cirje/research/03research02dp.html>, (Erişim Tarihi: 24.07.2010).
- TCMB (2011); <http://www.tcmb.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 05.01.2010).
- Tobin, J. (1958); "Liquidity Preferences as Behavior Towards Risk," *The Review of Economic Studies*, Cilt 25, Sayı 2, s. 65-86.
- Tütüncü, R. H. ve M. Koenig (2004); "Robust Asset Allocation," *Annals of Operations Research*, Cilt 132, Sayı 1-4, s. 157-187.
- Uyemra, Dennis G. ve Donald R. Deventer (1993); *Financial Risk Management in Banking*, McGraw-Hill, USA.
- Uysal, H. Özge (1999); "Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer Yöntemi," Sermaye Piyasası Kurulu Aracılık Faaliyetleri Dairesi Yeterlilik Etüdü, Ankara.

- Vehvilainen, Iivo (2010); "Applying Mathematical Finance Tools to the Competitive Nordic Electricity Market," <http://math.tkk.fi/reports/a475.pdf>, (Erişim Tarihi: 29.11.2010).
- Wang, Shouyang ve Yusen Xia (2002); *Portfolio Selection and Asset Pricing*, Springer, Berlin.
- Wiesenberger, A. (1941); *Investment Companies*, Arthur Wiesenberger and Company, NewYork.
- Williams, J. B. (1938); *The Theory of Investment Value*, Harvard Universty Press, Cambridge.
- Xia, Yusen, Baoding Liu, Shouyang Wang ve K.K. Lai (2000); "A Model for Portfolio Selection with Order of Expected Returns," *Computers & Operations Research*, Cilt 27, Sayı 5, s. 409-422.
- Yıldirtan, Dina Cakmur ve Ayşe Gül Bölükbaşı (2010); "Testing for Long Memory Models in Turkish Derivatives Exchange Using ARFIMA FIGARCH Model," *9th Special Conference of the Hellenic Operational Research Society*, 27 - 29 May 2010, <http://www.helors2010.gr/>, (Erişim Tarihi: 29.11.2010).
- Yiu, Matthew S., Wai-Yip Alex Ho ve Lu Jin (2010); "Dynamic Correlation Analysis of Financial Spillover to Asian and Latin American Markets in Global Financial Turmoil," *Hong Kong Monetary Authority Working Paper* 01/2010, http://www.info.gov.hk/hkma/eng/research/working/pdf/HKMAWP10_01_full.pdf, (Erişim Tarihi: 05.12.2010).
- Yu, Lean, Shouyang Wang ve Kin Keung Lai (2008); "Neural Network-Based Mean-Variance-Skewness Model for Portfolio Selection," *Computers & Operations Research*, Cilt 35, Sayı 1, s. 34-46.
- Yüzer, Ali Fuat, Embiya Ağaoğlu, Hüseyin Talıdıl, Ahmet Özmen ve Emel Şıklar (2009); *İstatistik*, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 1448, 6. Baskı, Eskişehir.
- Zhang, Huai (2010); "How Rational is the Stock Market towards Properties of Analyst Consensus Forecasts?," <http://www.fbe.hku.hk/~hzhang/research/diss.pdf>, (Erişim Tarihi: 29.11.2010).
- Zhou, X. Y. ve D. Li (2000); "Continuous-Time Mean-Variance Portfolio Selection: A Stochastic LQ Framework," *Applied Mathematics & Optimization*, Cilt 42, Sayı 1, s. 19-33.
- Zumbach, Gilles (2003); "Volatility Processes and Volatility Forecast with Long Memory," http://www.olsen.ch/fileadmin/Publications/Working_Papers/030617-LMProcesses.pdf, (Erişim Tarihi: 25.07.2010).

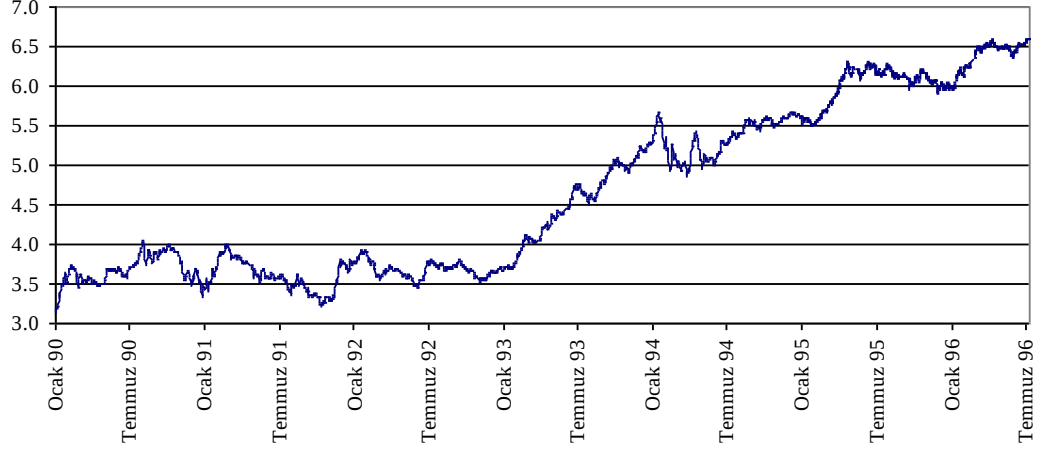
EKLER

Ek 1: İMKB-100 Endeksi Kapanış Grafikleri (Ocak 1990 – Aralık 2010)

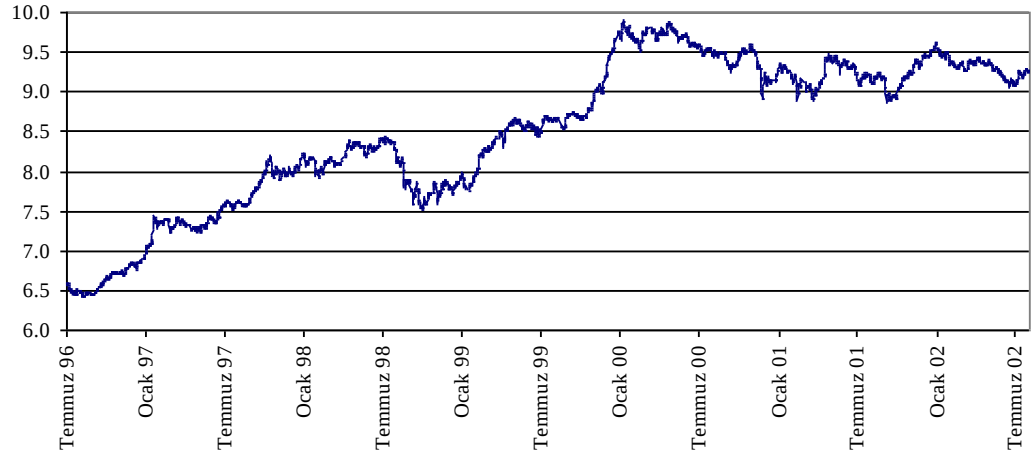


Ek 2: İMKB-100 Endeksi Logaritmik Grafikleri (Ocak 1990 – Aralık 2010)

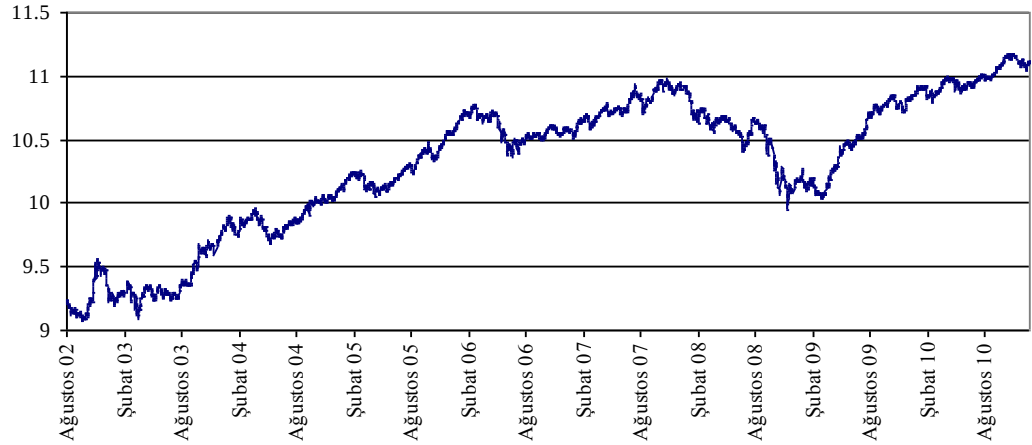
İMKB-100 Endeksi Logaritmik Grafiği (Ocak 1990-Temmuz 1996)



İMKB-100 Endeksi Logaritmik Grafiği (Temmuz 1996-Aralık 2002)



İMKB-100 Endeksi Logaritmik Grafiği (Ağustos 2002-Aralık 2010)



Ek 3: Hisse Senledi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler (Öngörü Dönemi Öncesi, Ocak 1990 – Aralık 2006)

Hisse Senedi	Orta-lama	Mak-simum	Mini-mum	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	Anl.	N	Değişim Katsayısı
AKBNK	0,0399	0,6685	-0,4749	0,1694	0,4006	3,9894	13,303	0,001	197	4,245
AKGRT	0,0447	0,6614	-0,9163	0,2047	-0,4368	6,1610	64,532	0,000	144	4,575
AEFES	0,0226	0,5931	-0,2995	0,1225	1,0382	8,1127	97,698	0,000	77	5,416
ARCLK	0,0419	0,7376	-0,5705	0,1945	0,1873	3,6455	4,735	0,094	204	4,639
AYGAZ	0,0447	0,8183	-0,3687	0,1935	0,9335	5,1980	70,697	0,000	204	4,330
DOHOL	0,0422	0,7629	-0,7775	0,2563	0,2248	4,0138	8,302	0,016	162	6,072
DYHOL	0,0304	0,7873	-0,6804	0,2367	0,0458	5,0921	18,272	0,000	100	7,783
EREGL	0,0331	0,7569	-0,8353	0,2072	0,0766	4,9751	33,359	0,000	204	6,263
FINBN	0,0450	0,7270	-0,9037	0,2208	-0,1048	5,4726	51,825	0,000	202	4,909
FORTS	0,0414	0,6596	-0,9223	0,2066	-0,1744	5,9560	71,985	0,000	195	4,993
GARAN	0,0451	0,6598	-0,5921	0,2068	-0,0064	3,6121	3,093	0,213	198	4,585
GSDHO	0,0092	0,9163	-0,9920	0,2532	-0,1358	6,3737	41,048	0,000	86	27,470
HURGZ	0,0484	1,2905	-0,6032	0,2590	1,2228	8,2037	245,195	0,000	178	5,349
IHLAS	0,0169	0,9163	-0,8210	0,2354	0,3089	5,6957	48,760	0,000	153	13,906
ISCTR	0,0466	0,8952	-0,7348	0,2326	0,7070	5,1755	57,227	0,000	204	4,994
ISGYO	0,0060	0,4361	-0,3514	0,1527	0,1414	3,2605	0,517	0,772	84	25,470
KRDMD	0,0032	0,9263	-0,6665	0,2541	0,6184	5,1462	26,078	0,000	102	78,245
KCHOL	0,0421	0,9520	-0,5419	0,2100	0,7310	5,0957	55,498	0,000	204	4,983
PETKM	0,0292	0,9748	-1,0771	0,2377	0,3503	6,9103	129,540	0,000	197	8,132
PTOFS	0,0430	0,6391	-0,6246	0,2166	0,3181	3,8052	8,205	0,017	187	5,037
SAHOL	0,0323	0,6316	-0,6437	0,1799	0,0651	4,7085	13,823	0,001	113	5,573
SKBNK	0,0248	0,4631	-0,5282	0,2005	-0,0093	3,0639	0,021	0,989	116	8,079
SISE	0,0394	0,9746	-0,5261	0,2151	0,6183	5,2567	56,287	0,000	204	5,455
TEBNK	0,0240	0,4193	-0,5232	0,1916	-0,2205	3,2777	0,928	0,629	82	7,987
TSKB	0,0344	0,5213	-0,4700	0,1871	-0,0326	3,0153	0,038	0,981	204	5,435
TOASO	0,0366	0,8001	-0,5355	0,2213	0,4027	4,3182	18,396	0,000	185	6,041
TCELL	0,0048	0,6931	-0,5108	0,1807	0,3341	5,4243	20,551	0,000	78	37,859
TUPRS	0,0484	0,9994	-0,9323	0,2366	0,2744	6,1763	80,955	0,000	187	4,887
THYAO	0,0325	0,8880	-0,7938	0,2400	0,4439	4,7574	31,013	0,000	192	7,382
VESTL	0,0256	0,7651	-0,6265	0,2140	0,1690	4,0691	10,372	0,006	198	8,358
YKBNK	0,0453	1,3698	-0,8127	0,2402	0,7720	7,7275	210,233	0,000	204	5,300

Ek 4: Hisse Senedi Sürekli Getirilerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler (Öngörü Dönemi, Ocak 2007 – Haziran 2010)

Hisse Senedi	Orta-lama	Mak-simum	Mini-mum	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Jarque-Bera	Anl.	N	Değişim Katsayısı
AKBNK	0,0117	0,4272	-0,2538	0,1503	0,2523	3,0877	0,459	0,795	42	12,810
AKGRT	0,0082	0,3178	-0,3629	0,1749	-0,2592	2,2505	1,453	0,484	42	21,268
AEFES	0,0141	0,2118	-0,1809	0,0922	-0,0513	2,6347	0,252	0,882	42	6,539
ARCLK	0,0045	0,3815	-0,4970	0,1709	-0,4151	3,8496	2,469	0,291	42	37,792
AYGAZ	0,0221	0,3133	-0,2973	0,1345	-0,4454	3,0030	1,389	0,499	42	6,083
DOHOL	-0,0052	0,3409	-0,3401	0,1332	0,0794	3,3307	0,235	0,889	42	-25,441
DYHOL	-0,0266	0,4925	-0,5153	0,2183	-0,0641	2,9522	0,033	0,984	42	-8,205
EREGL	0,0101	0,2485	-0,3443	0,1456	-0,5508	2,6742	2,309	0,315	42	14,452
FINBN	0,0032	0,3656	-0,2631	0,1024	0,5698	6,1453	19,586	0,000	42	32,273
FORTS	-0,0079	0,4796	-0,3600	0,1594	0,3545	3,9008	2,300	0,317	42	-20,124
GARAN	0,0208	0,3533	-0,3499	0,1504	-0,0339	2,8347	0,056	0,972	42	7,215
GSDHO	-0,0031	0,3238	-0,8675	0,2084	-1,8619	8,4589	76,415	0,000	42	-67,414
HURGZ	-0,0199	0,3677	-0,4564	0,1884	-0,0311	2,9073	0,022	0,989	42	-9,476
IHLAS	0,0052	0,3873	-0,5839	0,1845	-0,7432	4,6069	8,385	0,015	42	35,374
ISCTR	0,0073	0,3001	-0,2368	0,1260	0,1235	2,5862	0,406	0,816	42	17,274
ISGYO	-0,0051	0,2856	-0,4223	0,1371	-0,4300	3,7711	2,335	0,311	42	-26,947
KRDMD	0,0138	0,3167	-0,4117	0,1547	-0,7003	3,7169	4,332	0,115	42	11,248
KCHOL	0,0143	0,3330	-0,3311	0,1387	-0,2658	3,4315	0,820	0,664	42	9,672
PETKM	0,0174	0,2764	-0,3716	0,1343	-0,6889	3,5907	3,932	0,140	42	7,708
PTOFS	0,0157	0,2791	-0,5500	0,1443	-1,2676	7,2294	42,550	0,000	42	9,193
SAHOL	0,0061	0,3602	-0,2883	0,1480	0,0678	3,1921	0,097	0,953	42	24,359
SKBNK	0,0090	0,4937	-0,4491	0,1922	-0,3497	3,5542	1,394	0,498	42	21,320
SISE	-0,0023	0,2231	-0,3518	0,1256	-0,4990	3,4363	2,076	0,354	42	-54,788
TEBNK	0,0003	0,3582	-0,3560	0,1730	-0,0049	2,5763	0,314	0,855	42	592,322
TSKB	0,0117	0,2559	-0,3500	0,1339	-0,4175	3,1238	1,247	0,536	42	11,455
TOASO	0,0050	0,3153	-0,4600	0,1744	-0,9830	3,7217	7,676	0,022	42	34,635
TCELL	0,0074	0,2401	-0,3159	0,1086	-0,6050	3,8901	3,949	0,139	42	14,656
TUPRS	0,0128	0,2088	-0,2624	0,1107	-0,3835	2,6157	1,288	0,525	42	8,620
THYAO	0,0322	0,2929	-0,3268	0,1396	-0,4566	2,9178	1,471	0,479	42	4,331
VESTL	-0,0113	0,5614	-0,4812	0,1783	0,2618	5,4594	11,065	0,004	42	-15,846
YKBNK	0,0171	0,3267	-0,3409	0,1400	-0,1481	3,7041	1,021	0,600	42	8,165

Ek 5: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2006)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli veTrendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli veTrendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-15,707 (0,000)	-15,668 (0,000)	-15,624 (0,000)	-15,587 (0,000)
	AKGRT	-12,547 (0,000)	-12,604 (0,000)	-12,542 (0,000)	-12,613 (0,000)
	AEFES	-12,920 (0,000)	-12,836 (0,000)	-13,911 (0,000)	-13,817 (0,000)
2	ARCLK	-15,281 (0,000)	-15,370 (0,000)	-15,374 (0,000)	-15,622 (0,000)
	AYGAZ	-14,494 (0,000)	-14,713 (0,000)	-14,637 (0,000)	-15,108 (0,000)
3	DOHOL	-10,955 (0,000)	-10,992 (0,000)	-10,892 (0,000)	-10,930 (0,000)
4	DYHOL	-8,529 (0,000)	-8,492 (0,000)	-8,534 (0,000)	-8,498 (0,000)
5	EREGL	-16,049 (0,000)	-16,015 (0,000)	-16,049 (0,000)	-16,015 (0,000)
6	FINBN	-12,660 (0,000)	-12,634 (0,000)	-12,676 (0,000)	-12,646 (0,000)
7	FORTS	-11,897 (0,000)	-11,870 (0,000)	-11,756 (0,000)	-11,725 (0,000)
8	GARAN	-13,198 (0,000)	-13,190 (0,000)	-13,199 (0,000)	-13,190 (0,000)
9	GSDHO	-8,828 (0,000)	-8,778 (0,000)	-8,842 (0,000)	-8,791 (0,000)
10	HURGZ	-13,539 (0,000)	-13,602 (0,000)	-13,628 (0,000)	-13,804 (0,000)
11	IHLAS	-10,878 (0,000)	-11,262 (0,000)	-10,884 (0,000)	-11,251 (0,000)
12	ISCTR	-8,246 (0,000)	-8,244 (0,000)	-13,784 (0,000)	-13,772 (0,000)
13	ISGYO	-11,237 (0,000)	-11,606 (0,000)	-11,249 (0,000)	-12,331 (0,000)
	KRDMD	-10,087 (0,000)	-10,195 (0,000)	-10,103 (0,000)	-10,203 (0,000)
14	KCHOL	-15,104 (0,000)	-15,221 (0,000)	-15,397 (0,000)	-15,867 (0,000)
15	PETKM	-14,470 (0,000)	-14,501 (0,000)	-14,463 (0,000)	-14,494 (0,000)
16	PTOFS	-14,992 (0,000)	-15,230 (0,000)	-14,948 (0,000)	-15,214 (0,000)
17	SAHOL	-11,668 (0,000)	-11,738 (0,000)	-11,672 (0,000)	-11,751 (0,000)
18	SKBNK	-10,496 (0,000)	-10,451 (0,000)	-10,495 (0,000)	-10,448 (0,000)
19	SISE	-15,039 (0,000)	-14,996 (0,000)	-15,039 (0,000)	-14,996 (0,000)
	TEBNK	-10,625 (0,000)	-10,828 (0,000)	-10,591 (0,000)	-10,823 (0,000)
20	TSKB	-12,022 (0,000)	-12,017 (0,000)	-11,887 (0,000)	-11,878 (0,000)
21	TOASO	-14,330 (0,000)	-14,343 (0,000)	-14,314 (0,000)	-14,340 (0,000)
22	TCELL	-10,138 (0,000)	-10,345 (0,000)	-10,118 (0,000)	-10,420 (0,000)
23	TUPRS	-16,401 (0,000)	-16,565 (0,000)	-16,356 (0,000)	-16,566 (0,000)
24	THYAO	-15,848 (0,000)	-16,071 (0,000)	-15,842 (0,000)	-16,182 (0,000)
25	VESTL	-13,361 (0,000)	-13,327 (0,000)	-13,354 (0,000)	-13,319 (0,000)
26	YKBNK	-16,127 (0,000)	-16,095 (0,000)	-15,934 (0,000)	-15,908 (0,000)

Not: Bu dönemde 26 serinin öngörüsü yapılmıştır.

Ek 6: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2007)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-15,933 (0,000)	-15,897 (0,000)	-15,850 (0,000)	-15,816 (0,000)
	AKGRT				
	AEFES				
2	ARCLK	-15,512 (0,000)	-15,581 (0,000)	-15,608 (0,000)	-15,834 (0,000)
	AYGAZ				
3	DOHOL	-11,182 (0,000)	-11,219 (0,000)	-11,119 (0,000)	-11,155 (0,000)
4	DYHOL	-8,802 (0,000)	-8,770 (0,000)	-8,729 (0,000)	-8,690 (0,000)
5	EREGL	-16,209 (0,000)	-16,184 (0,000)	-16,209 (0,000)	-16,184 (0,000)
6	FINBN	-12,850 (0,000)	-12,820 (0,000)	-12,857 (0,000)	-12,819 (0,000)
7	FORTS	-12,123 (0,000)	-12,093 (0,000)	-11,985 (0,000)	-11,951 (0,000)
8	GARAN	-13,418 (0,000)	-13,400 (0,000)	-13,419 (0,000)	-13,400 (0,000)
9	GSDHO	-9,154 (0,000)	-9,116 (0,000)	-9,194 (0,000)	-9,128 (0,000)
10	HURGZ	-13,792 (0,000)	-13,877 (0,000)	-13,875 (0,000)	-14,086 (0,000)
11	IHLAS	-11,071 (0,000)	-11,363 (0,000)	-11,088 (0,000)	-11,352 (0,000)
12	ISCTR	-8,358 (0,000)	-8,366 (0,000)	-13,971 (0,000)	-13,972 (0,000)
13	ISGYO	-11,672 (0,000)	-11,963 (0,000)	-11,685 (0,000)	-12,356 (0,000)
	KRDMD				
14	KCHOL	-15,323 (0,000)	-15,431 (0,000)	-15,626 (0,000)	-16,096 (0,000)
15	PETKM	-14,666 (0,000)	-14,668 (0,000)	-14,659 (0,000)	-14,661 (0,000)
16	PTOFS	-15,257 (0,000)	-15,461 (0,000)	-15,212 (0,000)	-15,446 (0,000)
17	SAHOL	-11,986 (0,000)	-12,046 (0,000)	-11,991 (0,000)	-12,059 (0,000)
18	SKBNK	-10,799 (0,000)	-10,761 (0,000)	-10,798 (0,000)	-10,759 (0,000)
19	SISE	-15,268 (0,000)	-15,226 (0,000)	-15,235 (0,000)	-15,226 (0,000)
	TEBNK				
20	TSKB	-12,238 (0,000)	-12,225 (0,000)	-12,107 (0,000)	-12,091 (0,000)
21	TOASO	-14,573 (0,000)	-14,578 (0,000)	-14,557 (0,000)	-14,576 (0,000)
22	TCELL	-10,473 (0,000)	-10,724 (0,000)	-10,488 (0,000)	-10,801 (0,000)
23	TUPRS	-16,707 (0,000)	-16,850 (0,000)	-16,660 (0,000)	-16,850 (0,000)
24	THYAO	-16,125 (0,000)	-16,292 (0,000)	-16,118 (0,000)	-16,386 (0,000)
25	VESTL	-13,542 (0,000)	-13,511 (0,000)	-13,534 (0,000)	-13,503 (0,000)
26	YKBNK	-16,363 (0,000)	-16,332 (0,000)	-16,169 (0,000)	-16,145 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 26 seriye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 7: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2007)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-16,257 (0,000)	-16,222 (0,000)	-16,169 (0,000)	-16,137 (0,000)
2	AKGRT	-13,061 (0,000)	-13,135 (0,000)	-13,054 (0,000)	-13,141 (0,000)
	AEFES				
3	ARCLK	-15,656 (0,000)	-15,788 (0,000)	-15,741 (0,000)	-16,035 (0,000)
	AYGAZ				
4	DOHOL	-11,390 (0,000)	-11,450 (0,000)	-11,329 (0,000)	-11,389 (0,000)
5	DYHOL	-9,115 (0,000)	-9,094 (0,000)	-9,046 (0,000)	-9,017 (0,000)
6	EREGL	-16,440 (0,000)	-16,416 (0,000)	-16,440 (0,000)	-16,416 (0,000)
	FINBN				
	FORTS				
7	GARAN	-13,668 (0,000)	-13,647 (0,000)	-13,669 (0,000)	-13,647 (0,000)
8	GSDHO	-9,500 (0,000)	-9,454 (0,000)	-9,535 (0,000)	-9,488 (0,000)
9	HURGZ	-14,048 (0,000)	-14,152 (0,000)	-14,128 (0,000)	-14,373 (0,000)
	IHLAS				
10	ISCTR	-8,505 (0,000)	-8,515 (0,000)	-14,204 (0,000)	-14,207 (0,000)
11	ISGYO	-12,035 (0,000)	-12,147 (0,000)	-12,044 (0,000)	-12,245 (0,000)
	KRDMD				
12	KCHOL	-15,569 (0,000)	-15,673 (0,000)	-15,881 (0,000)	-16,330 (0,000)
13	PETKM	-14,875 (0,000)	-14,888 (0,000)	-14,869 (0,000)	-14,881 (0,000)
14	PTOFS	-15,491 (0,000)	-15,705 (0,000)	-15,434 (0,000)	-15,689 (0,000)
15	SAHOL	-12,236 (0,000)	-12,322 (0,000)	-12,247 (0,000)	-12,336 (0,000)
16	SKBNK	-11,059 (0,000)	-11,032 (0,000)	-11,058 (0,000)	-11,029 (0,000)
17	SISE	-15,492 (0,000)	-15,456 (0,000)	-15,459 (0,000)	-15,456 (0,000)
	TEBNK				
18	TSKB	-12,472 (0,000)	-12,450 (0,000)	-12,348 (0,000)	-12,324 (0,000)
19	TOASO	-14,791 (0,000)	-14,811 (0,000)	-14,775 (0,000)	-14,808 (0,000)
20	TCELL	-10,765 (0,000)	-11,108 (0,000)	-10,749 (0,000)	-11,193 (0,000)
21	TUPRS	-16,962 (0,000)	-17,124 (0,000)	-16,915 (0,000)	-17,125 (0,000)
22	THYAO	-16,353 (0,000)	-16,551 (0,000)	-16,346 (0,000)	-16,650 (0,000)
23	VESTL	-13,759 (0,000)	-13,734 (0,000)	-13,753 (0,000)	-13,726 (0,000)
24	YKBNK	-16,624 (0,000)	-16,590 (0,000)	-16,430 (0,000)	-16,402 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 24 seriye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 8: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2008)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-16,175 (0,000)	-16,195 (0,000)	-16,101 (0,000)	-16,120 (0,000)
2	AKGRT	-13,551 (0,000)	-13,724 (0,000)	-13,540 (0,000)	-13,711 (0,000)
	AEFES				
3	ARCLK	-15,780 (0,000)	-16,024 (0,000)	-15,785 (0,000)	-16,209 (0,000)
	AYGAZ				
4	DOHOL	-11,595 (0,000)	-11,697 (0,000)	-11,587 (0,000)	-11,642 (0,000)
5	DYHOL	-9,092 (0,000)	-9,193 (0,000)	-9,100 (0,000)	-9,149 (0,000)
6	EREGL	-16,726 (0,000)	-16,703 (0,000)	-16,726 (0,000)	-16,703 (0,000)
	FINBN				
	FORTS				
7	GARAN	-13,744 (0,000)	-13,779 (0,000)	-13,733 (0,000)	-13,780 (0,000)
8	GSDHO	-7,781 (0,000)	-7,767 (0,000)	-9,729 (0,000)	-9,683 (0,000)
9	HURGZ	-14,055 (0,000)	-14,279 (0,000)	-14,063 (0,000)	-14,396 (0,000)
	IHLAS				
10	ISCTR	-8,530 (0,000)	-8,582 (0,000)	-14,316 (0,000)	-14,365 (0,000)
11	ISGYO	-12,034 (0,000)	-11,982 (0,000)	-12,014 (0,000)	-11,964 (0,000)
	KRDMD				
12	KCHOL	-15,819 (0,000)	-16,009 (0,000)	-16,037 (0,000)	-16,663 (0,000)
13	PETKM	-15,004 (0,000)	-15,062 (0,000)	-15,007 (0,000)	-15,060 (0,000)
14	PTOFS	-15,764 (0,000)	-16,019 (0,000)	-15,703 (0,000)	-16,001 (0,000)
15	SAHOL	-12,690 (0,000)	-12,898 (0,000)	-12,690 (0,000)	-12,900 (0,000)
16	SKBNK	-11,953 (0,000)	-11,913 (0,000)	-11,953 (0,000)	-11,913 (0,000)
17	SISE	-15,690 (0,000)	-15,695 (0,000)	-15,660 (0,000)	-15,665 (0,000)
	TEBNK				
18	TSKB	-12,657 (0,000)	-12,628 (0,000)	-12,566 (0,000)	-12,535 (0,000)
19	TOASO	-15,000 (0,000)	-15,078 (0,000)	-14,984 (0,000)	-15,061 (0,000)
20	TCELL	-10,966 (0,000)	-11,013 (0,000)	-10,952 (0,000)	-11,003 (0,000)
21	TUPRS	-17,231 (0,000)	-17,432 (0,000)	-17,180 (0,000)	-17,432 (0,000)
22	THYAO	-16,514 (0,000)	-16,803 (0,000)	-16,514 (0,000)	-16,899 (0,000)
23	VESTL	-14,077 (0,000)	-14,069 (0,000)	-14,075 (0,000)	-14,064 (0,000)
24	YKBNK	-16,626 (0,000)	-16,638 (0,000)	-16,448 (0,000)	-16,467 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 24 seriye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 9: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2008)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-16,689 (0,000)	-16,720 (0,000)	-16,601 (0,000)	-16,634 (0,000)
2	AKGRT	-13,629 (0,000)	-13,892 (0,000)	-13,898 (0,000)	-13,628 (0,000)
	AEFES				
3	ARCLK	-15,456 (0,000)	-15,820 (0,000)	-15,484 (0,000)	-15,884 (0,000)
4	AYGAZ	-15,098 (0,000)	-15,461 (0,000)	-15,158 (0,000)	-15,780 (0,000)
5	DOHOL	-11,705 (0,000)	-11,852 (0,000)	-11,698 (0,000)	-11,793 (0,000)
6	DYHOL	-9,405 (0,000)	-9,592 (0,000)	-9,408 (0,000)	-9,527 (0,000)
7	EREGL	-16,532 (0,000)	-16,497 (0,000)	-16,532 (0,000)	-16,497 (0,000)
	FINBN				
	FORTS				
8	GARAN	-14,017 (0,000)	-14,070 (0,000)	-14,006 (0,000)	-14,071 (0,000)
	GSDHO				
9	HURGZ	-14,193 (0,000)	-14,523 (0,000)	-14,195 (0,000)	-14,639 (0,000)
	IHLAS				
10	ISCTR	-8,811 (0,000)	-8,867 (0,000)	-14,577 (0,000)	-14,633 (0,000)
11	ISGYO	-12,160 (0,000)	-12,101 (0,000)	-12,219 (0,000)	-12,159 (0,000)
12	KRDMD	-11,072 (0,000)	-11,072 (0,000)	-11,105 (0,000)	-11,106 (0,000)
13	KCHOL	-15,947 (0,000)	-16,184 (0,000)	-16,137 (0,000)	-17,027 (0,000)
14	PETKM	-15,326 (0,000)	-15,400 (0,000)	-15,323 (0,000)	-15,389 (0,000)
15	PTOFS	-15,579 (0,000)	-15,945 (0,000)	-15,541 (0,000)	-15,948 (0,000)
16	SAHOL	-12,978 (0,000)	-13,249 (0,000)	-12,966 (0,000)	-13,224 (0,000)
17	SKBNK	-11,799 (0,000)	-11,823 (0,000)	-11,799 (0,000)	-11,823 (0,000)
18	SISE	-15,956 (0,000)	-15,978 (0,000)	-15,924 (0,000)	-15,946 (0,000)
	TEBNK				
19	TSKB	-12,941 (0,000)	-12,911 (0,000)	-12,856 (0,000)	-12,823 (0,000)
	TOASO				
20	TCELL	-11,940 (0,000)	-12,018 (0,000)	-11,933 (0,000)	-12,018 (0,000)
21	TUPRS	-17,207 (0,000)	-17,533 (0,000)	-17,068 (0,000)	-17,531 (0,000)
22	THYAO	-16,853 (0,000)	-17,137 (0,000)	-16,853 (0,000)	-17,261 (0,000)
	VESTL				
23	YKBNK	-16,977 (0,000)	-16,988 (0,000)	-16,791 (0,000)	-16,813 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 23 seriye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 10: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Haziran 2009)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-16,874 (0,000)	-16,881 (0,000)	-16,778 (0,000)	-16,799 (0,000)
2	AKGRT	-13,835 (0,000)	-14,028 (0,000)	-13,835 (0,000)	-14,020 (0,000)
	AEFES				
3	ARCLK	-15,685 (0,000)	-15,967 (0,000)	-15,737 (0,000)	-15,967 (0,000)
4	AYGAZ	-15,229 (0,000)	-15,720 (0,000)	-15,229 (0,000)	-15,720 (0,000)
5	DOHOL	-11,800 (0,000)	-11,888 (0,000)	-11,792 (0,000)	-11,822 (0,000)
6	DYHOL	-9,366 (0,000)	-9,407 (0,000)	-9,397 (0,000)	-9,364 (0,000)
7	EREGL	-16,745 (0,000)	-16,711 (0,000)	-16,737 (0,000)	-16,704 (0,000)
	FINBN				
	FORTS				
8	GARAN	-14,140 (0,000)	-14,168 (0,000)	-14,128 (0,000)	-14,170 (0,000)
	GSDHO				
9	HURGZ	-14,349 (0,000)	-14,591 (0,000)	-14,349 (0,000)	-14,685 (0,000)
	IHLAS				
10	ISCTR	-8,956 (0,000)	-9,005 (0,000)	-14,722 (0,000)	-14,735 (0,000)
11	ISGYO	-12,188 (0,000)	-12,166 (0,000)	-12,188 (0,000)	-12,166 (0,000)
12	KRDMD	-11,261 (0,000)	-11,301 (0,000)	-11,299 (0,000)	-11,338 (0,000)
13	KCHOL	-16,080 (0,000)	-16,294 (0,000)	-16,270 (0,000)	-16,987 (0,000)
14	PETKM	-15,462 (0,000)	-15,513 (0,000)	-15,463 (0,000)	-15,506 (0,000)
15	PTOFS	-15,808 (0,000)	-16,061 (0,000)	-15,779 (0,000)	-16,061 (0,000)
16	SAHOL	-13,002 (0,000)	-13,180 (0,000)	-13,005 (0,000)	-13,178 (0,000)
17	SKBNK	-11,890 (0,000)	-11,874 (0,000)	-11,894 (0,000)	-11,874 (0,000)
18	SISE	-16,133 (0,000)	-16,145 (0,000)	-16,079 (0,000)	-16,114 (0,000)
	TEBNK				
19	TSKB	-13,071 (0,000)	-13,042 (0,000)	-12,980 (0,000)	-12,949 (0,000)
	TOASO				
20	TCELL	-12,271 (0,000)	-12,330 (0,000)	-12,264 (0,000)	-12,330 (0,000)
21	TUPRS	-17,448 (0,000)	-17,741 (0,000)	-17,304 (0,000)	-17,739 (0,000)
22	THYAO	-16,945 (0,000)	-17,116 (0,000)	-16,939 (0,000)	-17,142 (0,000)
	VESTL				
23	YKBNK	-17,157 (0,000)	-17,175 (0,000)	-16,974 (0,000)	-17,002 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 23 seriyeye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 11: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları (Ocak 1990- Aralık 2009)

		ADF Testi (Sabitli)	ADF Testi (Sabitli ve Trendli)	PP Testi (Sabitli)	PP Testi (Sabitli ve Trendli)
	Hisse Senedi	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)	<i>t</i> (Anl.)
1	AKBNK	-17,055 (0,000)	-17,053 (0,000)	-16,9626 (0,000)	-16,963 (0,000)
2	AKGRT	-14,035 (0,000)	-14,201 (0,000)	-14,0346 (0,000)	-14,196 (0,000)
3	AEFES	-15,407 (0,000)	-15,348 (0,000)	-16,3824 (0,000)	-16,368 (0,000)
4	ARCLK	-15,749 (0,000)	-15,896 (0,000)	-15,7564 (0,000)	-15,949 (0,000)
	AYGAZ				
5	DOHOL	-12,080 (0,000)	-12,178 (0,000)	-12,0727 (0,000)	-12,119 (0,000)
6	DYHOL	-9,807 (0,000)	-9,844 (0,000)	-9,8073 (0,000)	-9,803 (0,000)
7	EREGL	-16,917 (0,000)	-16,881 (0,000)	-16,9096 (0,000)	-16,874 (0,000)
	FINBN				
	FORTS				
8	GARAN	-14,309 (0,000)	-14,322 (0,000)	-14,2959 (0,000)	-14,308 (0,000)
	GSDHO				
	HURGZ				
	IHLAS				
9	ISCTR	-9,092 (0,000)	-9,130 (0,000)	-14,9244 (0,000)	-14,961 (0,000)
	ISGYO				
10	KRDMD	-11,518 (0,000)	-11,564 (0,000)	-11,5551 (0,000)	-11,598 (0,000)
11	KCHOL	-16,304 (0,000)	-16,459 (0,000)	-16,5124 (0,000)	-16,967 (0,000)
12	PETKM	-15,672 (0,000)	-15,721 (0,000)	-15,6726 (0,000)	-15,714 (0,000)
	PTOFS				
13	SAHOL	-13,308 (0,000)	-13,426 (0,000)	-13,3109 (0,000)	-13,426 (0,000)
14	SKBNK	-12,088 (0,000)	-12,053 (0,000)	-12,0953 (0,000)	-12,062 (0,000)
15	SISE	-16,328 (0,000)	-16,320 (0,000)	-16,2757 (0,000)	-16,270 (0,000)
16	TEBNK	-11,461 (0,000)	-11,446 (0,000)	-11,4477 (0,000)	-11,434 (0,000)
17	TSKB	-13,192 (0,000)	-13,163 (0,000)	-13,1179 (0,000)	-13,088 (0,000)
18	TOASO	-14,852 (0,000)	-14,906 (0,000)	-14,8825 (0,000)	-14,920 (0,000)
19	TCELL	-12,569 (0,000)	-12,652 (0,000)	-12,5627 (0,000)	-12,652 (0,000)
20	TUPRS	-17,680 (0,000)	-17,918 (0,000)	-17,5358 (0,000)	-17,872 (0,000)
21	THYAO	-17,074 (0,000)	-17,144 (0,000)	-17,0686 (0,000)	-17,139 (0,000)
	VESTL				
22	YKBNK	-17,39 (0,000)	-17,393 (0,000)	-17,2044 (0,000)	-17,215 (0,000)

Not: Bu dönemde öngöründe kullanılan 22 seriye ait birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Ek 12: Robinson Testine ait GAUSS Kodları

```
library longmem;
load x[197,1]=akbnk107.txt;
pw=.5;
call robgsp(x, pw);
_output=1;
call robgsp(x, pw);
{d,sed,prd}=robgsp(x,.65);
zi=(d-1)/sed;
pdegeri=(1-cdfn(abs(zi)));
print "          z-ist          p-değeri";
print zi~pdegeri;
```

Ek 13: Robinson Testi Sonuçları

		2007		2008		2009		2010
	Hisse Senedi	1. Yarıyıl	2. Yarıyıl	1. Yarıyıl	2. Yarıyıl	1. Yarıyıl	2. Yarıyıl	1. Yarıyıl
		z Anl.	z Anl.	z Anl.	z Anl.	z Anl.	z Anl.	z Anl.
1	AKBNK	-9,53 (0,00)	-9,49 (0,00)	-9,65 (0,00)	-9,21 (0,00)	-9,61 (0,00)	-10,00 (0,00)	-10,15 (0,00)
2	AKGRT			-10,80 (0,00)	-10,61 (0,00)	-10,55 (0,00)	-10,54 (0,00)	-10,81 (0,00)
3	AEFES							-11,23 (0,00)
4	ARCLK	-11,11 (0,00)	-11,30 (0,00)	-11,49 (0,00)	-11,05 (0,00)	-10,50 (0,00)	-10,56 (0,00)	-10,28 (0,00)
5	AYGAZ					-12,31 (0,00)	-11,73 (0,00)	
6	DOHOL	-12,11 (0,00)	-12,15 (0,00)	-12,43 (0,00)	-12,36 (0,00)	-12,08 (0,00)	-11,84 (0,00)	-12,36 (0,00)
7	DYHOL	-9,23 (0,00)	-9,58 (0,00)	-9,85 (0,00)	-9,35 (0,00)	-8,78 (0,00)	-9,44 (0,00)	-9,74 (0,00)
8	EREGL	-11,61 (0,00)	-11,79 (0,00)	-12,00 (0,00)	-12,52 (0,00)	-12,24 (0,00)	-12,29 (0,00)	-12,53 (0,00)
9	FINBN	-13,16 (0,00)	-13,26 (0,00)					
10	FORTS	-12,75 (0,00)	-12,96 (0,00)					
11	GARAN	-11,42 (0,00)	-11,80 (0,00)	-12,02 (0,00)	-11,57 (0,00)	-11,75 (0,00)	-12,10 (0,00)	-12,29 (0,00)
12	GSDHO	-7,32 (0,00)	-7,25 (0,00)	-8,12 (0,00)	-8,97 (0,00)			
13	HURGZ	-11,78 (0,00)	-11,82 (0,00)	-11,94 (0,00)	-10,88 (0,00)	-10,71 (0,00)	-11,14 (0,00)	
14	IHLAS	-10,16 (0,00)	-10,40 (0,00)					
15	ISCTR	-11,04 (0,00)	-11,18 (0,00)	-11,38 (0,00)	-11,47 (0,00)	-11,57 (0,00)	-11,67 (0,00)	-11,78 (0,00)
16	ISGYO	-8,14 (0,00)	-8,41 (0,00)	-8,53 (0,00)	-8,26 (0,00)	-8,49 (0,00)	-8,97 (0,00)	
17	KRDMD					-7,50 (0,00)	-8,49 (0,00)	-7,66 (0,00)
18	KCHOL	-12,57 (0,00)	-12,63 (0,00)	-12,71 (0,00)	-13,07 (0,00)	-13,10 (0,00)	-12,67 (0,00)	-12,57 (0,00)
19	PETKM	-10,44 (0,00)	-10,81 (0,00)	-10,86 (0,00)	-10,86 (0,00)	-11,05 (0,00)	-11,08 (0,00)	-11,16 (0,00)
20	PTOFS	-10,23 (0,00)	-10,52 (0,00)	-10,68 (0,00)	-10,76 (0,00)	-10,55 (0,00)	-11,14 (0,00)	
21	SAHOL	-10,09 (0,00)	-10,05 (0,00)	-10,89 (0,00)	-10,56 (0,00)	-11,10 (0,00)	-9,91 (0,00)	-10,30 (0,00)
22	SKBNK	-9,14 (0,00)	-9,17 (0,00)	-9,14 (0,00)	-9,34 (0,00)	-8,99 (0,00)	-8,99 (0,00)	-9,05 (0,00)
23	SISE	-10,67 (0,00)	-10,95 (0,00)	-11,16 (0,00)	-11,14 (0,00)	-11,21 (0,00)	-11,20 (0,00)	-11,30 (0,00)
24	TEBNK							-8,49 (0,00)
25	TSKB	-11,93 (0,00)	-12,09 (0,00)	-12,18 (0,00)	-11,93 (0,00)	-12,13 (0,00)	-12,17 (0,00)	-12,32 (0,00)
26	TOASO	-11,24 (0,00)	-11,44 (0,00)	-11,68 (0,00)	-11,77 (0,00)			-11,61 (0,00)
27	TCELL	-7,95 (0,00)	-8,55 (0,00)	-8,89 (0,00)	-8,08 (0,00)	-9,13 (0,00)	-9,12 (0,00)	-9,54 (0,00)
28	TUPRS	-11,43 (0,00)	-11,55 (0,00)	-11,71 (0,00)	-11,92 (0,00)	-11,83 (0,00)	-11,84 (0,00)	-11,90 (0,00)
29	THYAO	-10,05 (0,00)	-10,28 (0,00)	-10,16 (0,00)	-10,06 (0,00)	-10,20 (0,00)	-10,54 (0,00)	-10,53 (0,00)
30	VESTL	-10,48 (0,00)	-10,48 (0,00)	-10,61 (0,00)	-10,77 (0,00)			
31	YKBNK	-10,77 (0,00)	-10,94 (0,00)	-11,08 (0,00)	-11,50 (0,00)	-11,76 (0,00)	-11,38 (0,00)	-11,45 (0,00)

Ek 14: ARFIMA Modeli Seçimi ve Seri Öngörüsüne ait Gauss Kodları

```

library longmem;
load x[197,1]=akbnk107.txt;
y = x-meanc(x);
_dt = -1;
_output = 1;
p = 3;
q = 3;
{b, s, ll, em, cov, sig2, sel, Tn, co} = arfima(y, p, q);
z=filt_fi(y,b[1]);
bb = {};
if p>0;
    bb=bb|b[2:(p+1)];
endif;
if q>0;
    bb=bb|b[(p+2):(p+q+1)];
endif;
b1 = b[1]|p|q|bb;
b1 = b1';
e = arfima_resid(y,b1,_dt);
library arima;
if p>0 or q>0;
    zf = tsforecast(b[2:(p+q+1)],z,p,0,q,0,e,24);
    yf = fracint(zf[.,2],b[1]);
    yf = meanc(x) + yf;
else;
    zf = zeros(24,1) + meanc(x);
    yf = fracint(zf,b[1]);
    yf = yf-meanc(yf);
    yf = yf + meanc(x);
endif;
donem = seqa(1,1,24);
print "          Donem          Ongoru" donem~yf;

```

Ek 15: ARFIMA ile Beklenen Getiri (Aylık)

Ay	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	FORTS	GARAN
01/07	0,0350			0,0539		-0,0606	0,0198	0,0390	0,0310	0,0730	0,0416
02/07	0,0390			0,0489		0,0287	0,0231	0,0367	0,0436	0,0461	0,0428
03/07	0,0394			0,0467		0,0470	0,0250	0,0356	0,0459	0,0404	0,0434
04/07	0,0395			0,0453		0,0500	0,0263	0,0349	0,0462	0,0394	0,0439
05/07	0,0396			0,0443		0,0494	0,0273	0,0344	0,0460	0,0395	0,0442
06/07	0,0397			0,0435		0,0481	0,0281	0,0340	0,0458	0,0398	0,0444
07/07	0,0562			0,0540		-0,0159	0,0195	0,0405	0,0180	0,0228	0,0431
08/07	0,0421			0,0491		0,0340	0,0226	0,0380	0,0412	0,0379	0,0441
09/07	0,0409			0,0470		0,0442	0,0243	0,0369	0,0453	0,0411	0,0446
10/07	0,0404			0,0456		0,0459	0,0255	0,0362	0,0458	0,0416	0,0450
11/07	0,0402			0,0447		0,0455	0,0264	0,0356	0,0454	0,0415	0,0452
12/07	0,0400			0,0439		0,0448	0,0272	0,0352	0,0451	0,0414	0,0455
01/08	0,0548	0,0490		0,0501		-0,0227	0,0186	0,0408			0,0439
02/08	0,0416	0,0467		0,0458		0,0310	0,0212	0,0383			0,0448
03/08	0,0405	0,0456		0,0438		0,0420	0,0227	0,0371			0,0452
04/08	0,0400	0,0449		0,0426		0,0438	0,0237	0,0364			0,0455
05/08	0,0398	0,0444		0,0418		0,0434	0,0245	0,0358			0,0458
06/08	0,0396	0,0440		0,0411		0,0427	0,0251	0,0354			0,0459
07/08	0,1235	0,0436		0,0433		0,0060	0,0091	0,0416			0,0367
08/08	0,0547	0,0417		0,0403		0,0316	0,0110	0,0389			0,0383
09/08	0,0469	0,0408		0,0390		0,0368	0,0121	0,0377			0,0391
10/08	0,0437	0,0402		0,0381		0,0377	0,0129	0,0369			0,0397
11/08	0,0420	0,0397		0,0374		0,0375	0,0135	0,0364			0,0401
12/08	0,0408	0,0394		0,0369		0,0372	0,0139	0,0359			0,0404
01/09	0,0127	0,0381		0,0348	0,0421	-0,0408	0,0488	0,0337			-0,0677
02/09	0,0298	0,0370		0,0336	0,0408	0,0221	-0,0222	0,0323			-0,1216
03/09	0,0315	0,0364		0,0331	0,0402	0,0348	0,0366	0,0317			0,0914
04/09	0,0322	0,0360		0,0327	0,0397	0,0368	-0,0142	0,0312			0,2075
05/09	0,0326	0,0358		0,0324	0,0394	0,0364	0,0287	0,0309			0,0497
06/09	0,0329	0,0355		0,0322	0,0392	0,0357	-0,0081	0,0307			-0,1065
07/09	0,0239	0,0391		0,0123	0,0416	0,0904	0,0072	0,0329			0,0367
08/09	0,0331	0,0380		0,0108	0,0411	0,0432	0,0093	0,0317			0,0381
09/09	0,0339	0,0374		0,0406	0,0409	0,0339	0,0105	0,0311			0,0389
10/09	0,0342	0,0371		0,0338	0,0407	0,0324	0,0113	0,0307			0,0394
11/09	0,0344	0,0368		0,0167	0,0406	0,0326	0,0120	0,0304			0,0398
12/09	0,0345	0,0366		0,0415	0,0405	0,0329	0,0125	0,0302			0,0401
01/10	0,0066	0,0393	0,0135	0,0370		0,0432	0,0080	0,0339			0,0375
02/10	0,0307	0,0382	0,0221	0,0366		0,0349	0,0098	0,0326			0,0389
03/10	0,0327	0,0376	0,0193	0,0363		0,0333	0,0108	0,0319			0,0397
04/10	0,0335	0,0373	0,0199	0,0362		0,0331	0,0115	0,0315			0,0402
05/10	0,0339	0,0370	0,0197	0,0361		0,0331	0,0121	0,0312			0,0405
06/10	0,0342	0,0368	0,0197	0,0360		0,0332	0,0126	0,0309			0,0409

Ek 15: ARFIMA ile Beklenen Getiri (Devam Ediyor)

Ay	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK
01/07	0,0079	0,0522	0,0101	0,0358	-0,0088		0,0489	0,0282	0,0466	0,0404	0,0235
02/07	0,0083	0,0508	0,0122	0,0393	-0,0012		0,0463	0,0286	0,0453	0,0371	0,0240
03/07	0,0086	0,0501	0,0134	0,0412	0,0006		0,0450	0,0287	0,0446	0,0356	0,0242
04/07	0,0087	0,0497	0,0142	0,0425	0,0015		0,0442	0,0289	0,0442	0,0346	0,0244
05/07	0,0088	0,0493	0,0149	0,0435	0,0021		0,0436	0,0290	0,0439	0,0339	0,0245
06/07	0,0089	0,0490	0,0154	0,0444	0,0025		0,0432	0,0290	0,0436	0,0334	0,0246
07/07	0,0101	0,0502	0,0113	0,0348	0,0638		0,0486	0,0304	0,0475	0,0395	0,0273
08/07	0,0109	0,0489	0,0136	0,0381	0,0341		0,0461	0,0307	0,0460	0,0365	0,0280
09/07	0,0113	0,0483	0,0149	0,0399	0,0268		0,0448	0,0308	0,0452	0,0352	0,0283
10/07	0,0116	0,0478	0,0158	0,0412	0,0232		0,0441	0,0309	0,0447	0,0343	0,0285
11/07	0,0118	0,0475	0,0165	0,0422	0,0210		0,0435	0,0310	0,0444	0,0337	0,0287
12/07	0,0120	0,0473	0,0171	0,0429	0,0194		0,0430	0,0310	0,0441	0,0332	0,0288
01/08	0,0094	0,0486		0,0350	0,0573		0,0481	0,0291	0,0465	0,0386	0,0290
02/08	0,0098	0,0474		0,0381	0,0296		0,0456	0,0295	0,0451	0,0352	0,0297
03/08	0,0100	0,0467		0,0398	0,0229		0,0445	0,0296	0,0444	0,0337	0,0301
04/08	0,0102	0,0463		0,0410	0,0195		0,0437	0,0297	0,0439	0,0328	0,0304
05/08	0,0103	0,0460		0,0419	0,0174		0,0432	0,0298	0,0435	0,0321	0,0306
06/08	0,0104	0,0458		0,0427	0,0159		0,0427	0,0299	0,0433	0,0316	0,0307
07/08	0,0062	0,0384		0,0322	0,0839		0,0444	0,0254	0,0541	0,0328	0,0243
08/08	0,0064	0,0387		0,0350	0,0394		0,0421	0,0259	0,0397	0,0299	0,0242
09/08	0,0065	0,0388		0,0366	0,0285		0,0409	0,0261	0,0417	0,0287	0,0242
10/08	0,0066	0,0389		0,0376	0,0231		0,0402	0,0262	0,0412	0,0279	0,0241
11/08	0,0066	0,0390		0,0384	0,0197		0,0397	0,0264	0,0412	0,0273	0,0241
12/08	0,0066	0,0390		0,0391	0,0174		0,0393	0,0265	0,0411	0,0269	0,0241
01/09		0,0324		0,0311	-0,0475	0,0019	0,0416	0,0245	0,0385	0,0293	0,0161
02/09		0,0331		0,0340	-0,0259	0,0020	0,0395	0,0249	0,0379	0,0269	0,0166
03/09		0,0335		0,0355	-0,0206	0,0021	0,0386	0,0251	0,0377	0,0258	0,0168
04/09		0,0338		0,0366	-0,0180	0,0022	0,0379	0,0252	0,0375	0,0252	0,0170
05/09		0,0339		0,0374	-0,0164	0,0022	0,0375	0,0253	0,0374	0,0247	0,0171
06/09		0,0341		0,0381	-0,0152	0,0022	0,0371	0,0254	0,0373	0,0243	0,0172
07/09		0,0356		0,0306	-0,0264	0,0055	0,0402	0,0254	0,0416	0,0286	0,0180
08/09		0,0359		0,0336	-0,0051	0,0057	0,0387	0,0258	0,0407	0,0268	0,0187
09/09		0,0360		0,0352	-0,0034	0,0058	0,0379	0,0260	0,0402	0,0260	0,0191
10/09		0,0361		0,0363	-0,0028	0,0059	0,0375	0,0261	0,0399	0,0255	0,0193
11/09		0,0361		0,0372	-0,0025	0,0060	0,0371	0,0262	0,0397	0,0251	0,0195
12/09		0,0362		0,0379	-0,0022	0,0061	0,0368	0,0263	0,0395	0,0248	0,0196
01/10				0,0306		0,0065	0,0406	0,0252		0,0297	0,0198
02/10				0,0337		0,0067	0,0394	0,0256		0,0280	0,0207
03/10				0,0354		0,0069	0,0388	0,0258		0,0272	0,0211
04/10				0,0365		0,0070	0,0384	0,0259		0,0267	0,0214
05/10				0,0374		0,0071	0,0382	0,0260		0,0263	0,0217
06/10				0,0382		0,0071	0,0379	0,0261		0,0260	0,0218

Ek 15: ARFIMA ile Beklenen Getiri (Devam Ediyor)

Ay	SISE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK
01/07	0,0390		0,0143	0,0397	0,0055	0,0557	0,0384	0,0217	0,0493
02/07	0,0392		0,0367	0,0386	0,0052	0,0471	0,0317	0,0230	0,0478
03/07	0,0392		0,0354	0,0380	0,0051	0,0487	0,0328	0,0237	0,0471
04/07	0,0393		0,0351	0,0376	0,0050	0,0484	0,0326	0,0242	0,0466
05/07	0,0393		0,0349	0,0374	0,0049	0,0485	0,0326	0,0245	0,0462
06/07	0,0394		0,0348	0,0371	0,0049	0,0484	0,0326	0,0248	0,0460
07/07	0,0380		0,0138	0,0401	0,0089	0,0569	0,0066	0,0201	0,0484
08/07	0,0383		0,0358	0,0389	0,0083	0,0471	0,0310	0,0215	0,0471
09/07	0,0384		0,0346	0,0383	0,0080	0,0490	0,0323	0,0222	0,0464
10/07	0,0385		0,0343	0,0379	0,0078	0,0486	0,0327	0,0226	0,0460
11/07	0,0386		0,0341	0,0377	0,0077	0,0487	0,0330	0,0230	0,0457
12/07	0,0386		0,0340	0,0374	0,0076	0,0487	0,0331	0,0233	0,0454
01/08	0,0370		0,0213	0,0388	0,0133	0,0345	0,0198	0,0193	0,0492
02/08	0,0372		0,0336	0,0376	0,0124	0,0500	0,0309	0,0205	0,0477
03/08	0,0373		0,0330	0,0370	0,0120	0,0470	0,0315	0,0212	0,0469
04/08	0,0374		0,0328	0,0367	0,0117	0,0476	0,0317	0,0216	0,0465
05/08	0,0375		0,0327	0,0364	0,0115	0,0475	0,0318	0,0220	0,0461
06/08	0,0375		0,0327	0,0362	0,0113	0,0475	0,0319	0,0223	0,0458
07/08	0,0344		-0,0122	0,0351	0,0046	0,0702	0,1111	0,0172	0,0452
08/08	0,0342		0,0320	0,0339	0,0045	0,0414	0,0399	0,0184	0,0437
09/08	0,0341		0,0305	0,0334	0,0045	0,0470	0,0351	0,0189	0,0430
10/08	0,0341		0,0300	0,0330	0,0044	0,0457	0,0333	0,0194	0,0425
11/08	0,0340		0,0298	0,0328	0,0044	0,0459	0,0323	0,0197	0,0422
12/08	0,0340		0,0296	0,0325	0,0044	0,0459	0,0317	0,0199	0,0419
01/09	0,0315		0,0346		0,0443	0,0295	0,0068		0,0432
02/09	0,0318		0,0281		-0,0260	0,0439	0,0255		0,0422
03/09	0,0319		0,0283		0,0333	0,0412	0,0268		0,0417
04/09	0,0320		0,0284		-0,0166	0,0418	0,0273		0,0414
05/09	0,0321		0,0284		0,0254	0,0417	0,0276		0,0412
06/09	0,0321		0,0284		-0,0099	0,0418	0,0278		0,0410
07/09	0,0305		0,0125		0,0120	0,0557	-0,0360		0,0421
08/09	0,0312		0,0297		0,0012	0,0397	0,0242		0,0413
09/09	0,0315		0,0290		0,0106	0,0428	0,0274		0,0409
10/09	0,0318		0,0288		0,0024	0,0420	0,0285		0,0406
11/09	0,0319		0,0287		0,0096	0,0421	0,0291		0,0404
12/09	0,0321		0,0287		0,0033	0,0420	0,0295		0,0402
01/10	0,0308	0,0206	0,0887	0,0289	-0,0030	0,0216	0,0048		0,0424
02/10	0,0317	0,0203	0,0254	0,0296	0,0177	0,0463	0,0311		0,0416
03/10	0,0321	0,0202	0,0283	0,0299	-0,0008	0,0414	0,0326		0,0413
04/10	0,0324	0,0201	0,0292	0,0302	0,0156	0,0427	0,0331		0,0410
05/10	0,0326	0,0201	0,0296	0,0303	0,0010	0,0425	0,0334		0,0409
06/10	0,0328	0,0200	0,0298	0,0305	0,0139	0,0426	0,0336		0,0407

Ek 16: Markowitz'e göre Beklenen Getiri (Aylık)

Ay	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	FORTS	GARAN
01/07	0,0399			0,0419		0,0422	0,0304	0,0331	0,0450	0,0414	0,0451
02/07	0,0399			0,0420		0,0423	0,0301	0,0337	0,0445	0,0405	0,0455
03/07	0,0399			0,0422		0,0419	0,0293	0,0340	0,0437	0,0398	0,0454
04/07	0,0398			0,0419		0,0417	0,0298	0,0347	0,0442	0,0397	0,0459
05/07	0,0400			0,0421		0,0421	0,0295	0,0352	0,0441	0,0398	0,0460
06/07	0,0394			0,0426		0,0425	0,0301	0,0346	0,0440	0,0409	0,0462
07/07	0,0391			0,0423		0,0417	0,0293	0,0342	0,0437	0,0405	0,0460
08/07	0,0399			0,0420		0,0418	0,0297	0,0349	0,0436	0,0408	0,0468
09/07	0,0394			0,0409		0,0409	0,0277	0,0351	0,0433	0,0405	0,0462
10/07	0,0397			0,0411		0,0410	0,0282	0,0354	0,0430	0,0402	0,0465
11/07	0,0402			0,0404		0,0406	0,0291	0,0352	0,0429	0,0397	0,0469
12/07	0,0390			0,0399		0,0397	0,0276	0,0344	0,0427	0,0389	0,0466
01/08	0,0389	0,0431		0,0396		0,0393	0,0269	0,0345			0,0464
02/08	0,0375	0,0405		0,0386		0,0371	0,0240	0,0327			0,0445
03/08	0,0371	0,0418		0,0386		0,0368	0,0227	0,0334			0,0442
04/08	0,0364	0,0401		0,0371		0,0358	0,0198	0,0335			0,0431
05/08	0,0370	0,0418		0,0373		0,0364	0,0212	0,0342			0,0435
06/08	0,0359	0,0403		0,0368		0,0357	0,0189	0,0339			0,0424
07/08	0,0346	0,0386		0,0359		0,0357	0,0153	0,0349			0,0413
08/08	0,0364	0,0398		0,0359		0,0364	0,0185	0,0346			0,0427
09/08	0,0360	0,0394		0,0359		0,0362	0,0178	0,0336			0,0420
10/08	0,0361	0,0383		0,0346		0,0352	0,0153	0,0325			0,0411
11/08	0,0349	0,0360		0,0323		0,0339	0,0110	0,0310			0,0401
12/08	0,0339	0,0341		0,0308		0,0333	0,0087	0,0298			0,0394
01/09	0,0342	0,0350		0,0317	0,0386	0,0326	0,0084	0,0301			0,0398
02/09	0,0340	0,0345		0,0309	0,0383	0,0323	0,0081	0,0294			0,0390
03/09	0,0330	0,0335		0,0307	0,0382	0,0311	0,0052	0,0291			0,0385
04/09	0,0339	0,0342		0,0308	0,0381	0,0314	0,0066	0,0285			0,0389
05/09	0,0348	0,0352		0,0323	0,0388	0,0320	0,0081	0,0293			0,0403
06/09	0,0349	0,0357		0,0326	0,0397	0,0336	0,0119	0,0296			0,0407
07/09	0,0350	0,0361		0,0327	0,0403	0,0346	0,0141	0,0296			0,0409
08/09	0,0357	0,0365		0,0339	0,0404	0,0344	0,0139	0,0299			0,0417
09/09	0,0357	0,0370		0,0351	0,0406	0,0354	0,0156	0,0306			0,0418
10/09	0,0355	0,0370		0,0349	0,0418	0,0340	0,0123	0,0308			0,0417
11/09	0,0351	0,0360		0,0354	0,0413	0,0337	0,0121	0,0302			0,0414
12/09	0,0350	0,0357		0,0353	0,0409	0,0332	0,0122	0,0300			0,0410
01/10	0,0354	0,0363	0,0196	0,0358		0,0335	0,0139	0,0303			0,0417
02/10	0,0350	0,0374	0,0188	0,0357		0,0337	0,0145	0,0305			0,0415
03/10	0,0343	0,0362	0,0186	0,0350		0,0333	0,0146	0,0298			0,0408
04/10	0,0352	0,0377	0,0187	0,0356		0,0336	0,0148	0,0300			0,0416
05/10	0,0351	0,0375	0,0198	0,0358		0,0332	0,0141	0,0300			0,0416
06/10	0,0352	0,0365	0,0195	0,0356		0,0332	0,0141	0,0294			0,0411

Ek 16: Markowitz'e göre Beklenen Getiri (Devam Ediyor)

Ay	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK
01/07	0,0092	0,0484	0,0169	0,0466	0,0060		0,0421	0,0292	0,0430	0,0323	0,0248
02/07	0,0100	0,0487	0,0170	0,0465	0,0063		0,0424	0,0292	0,0431	0,0325	0,0252
03/07	0,0086	0,0481	0,0176	0,0463	0,0059		0,0423	0,0300	0,0438	0,0319	0,0270
04/07	0,0097	0,0481	0,0181	0,0461	0,0068		0,0422	0,0304	0,0437	0,0317	0,0263
05/07	0,0115	0,0473	0,0189	0,0458	0,0062		0,0423	0,0307	0,0436	0,0319	0,0274
06/07	0,0118	0,0474	0,0193	0,0453	0,0064		0,0424	0,0313	0,0439	0,0319	0,0295
07/07	0,0125	0,0467	0,0188	0,0451	0,0056		0,0420	0,0311	0,0434	0,0322	0,0292
08/07	0,0129	0,0469	0,0185	0,0455	0,0061		0,0425	0,0317	0,0433	0,0328	0,0306
09/07	0,0111	0,0459	0,0186	0,0448	0,0050		0,0422	0,0313	0,0432	0,0324	0,0319
10/07	0,0118	0,0462	0,0209	0,0452	0,0051		0,0423	0,0312	0,0432	0,0327	0,0313
11/07	0,0131	0,0464	0,0211	0,0454	0,0044		0,0421	0,0309	0,0431	0,0327	0,0312
12/07	0,0111	0,0455	0,0206	0,0450	0,0035		0,0417	0,0306	0,0429	0,0309	0,0302
01/08	0,0106	0,0452		0,0447	0,0030		0,0417	0,0300	0,0426	0,0305	0,0311
02/08	0,0059	0,0443		0,0434	0,0010		0,0400	0,0286	0,0414	0,0281	0,0280
03/08	0,0063	0,0436		0,0430	-0,0001		0,0399	0,0290	0,0420	0,0288	0,0286
04/08	0,0082	0,0416		0,0422	-0,0023		0,0387	0,0283	0,0415	0,0263	0,0249
05/08	0,0096	0,0419		0,0430	-0,0010		0,0393	0,0285	0,0419	0,0272	0,0265
06/08	0,0085	0,0412		0,0421	-0,0019		0,0386	0,0285	0,0414	0,0269	0,0239
07/08	0,0068	0,0392		0,0408	-0,0034		0,0383	0,0267	0,0409	0,0259	0,0240
08/08	0,0081	0,0408		0,0420	-0,0009		0,0397	0,0269	0,0418	0,0282	0,0242
09/08	0,0093	0,0400		0,0421	-0,0008		0,0390	0,0268	0,0416	0,0269	0,0233
10/08	0,0063	0,0385		0,0416	-0,0029		0,0385	0,0257	0,0406	0,0264	0,0219
11/08	-0,0018	0,0361		0,0404	-0,0069		0,0369	0,0254	0,0378	0,0242	0,0186
12/08	-0,0022	0,0350		0,0400	-0,0054		0,0363	0,0259	0,0371	0,0228	0,0173
01/09		0,0345		0,0399	-0,0052	0,0023	0,0363	0,0256	0,0370	0,0235	0,0174
02/09		0,0342		0,0392	-0,0037	0,0023	0,0356	0,0246	0,0380	0,0226	0,0167
03/09		0,0325		0,0386	-0,0025	0,0023	0,0350	0,0247	0,0380	0,0206	0,0157
04/09		0,0336		0,0390	-0,0017	0,0024	0,0353	0,0247	0,0380	0,0215	0,0160
05/09		0,0341		0,0397	-0,0005	0,0048	0,0361	0,0251	0,0391	0,0239	0,0193
06/09		0,0355		0,0402	-0,0003	0,0059	0,0368	0,0259	0,0390	0,0248	0,0201
07/09		0,0363		0,0398	-0,0007	0,0062	0,0362	0,0264	0,0391	0,0242	0,0200
08/09		0,0362		0,0401	0,0003	0,0063	0,0371	0,0266	0,0393	0,0260	0,0209
09/09		0,0377		0,0406	0,0028	0,0073	0,0376	0,0266	0,0403	0,0261	0,0225
10/09		0,0368		0,0403	0,0029	0,0073	0,0373	0,0267	0,0401	0,0259	0,0226
11/09		0,0375		0,0401	0,0026	0,0069	0,0371	0,0265	0,0388	0,0255	0,0225
12/09		0,0372		0,0395	0,0018	0,0060	0,0368	0,0259	0,0383	0,0251	0,0216
01/10				0,0402		0,0073	0,0374	0,0262		0,0254	0,0223
02/10				0,0402		0,0074	0,0378	0,0271		0,0260	0,0222
03/10				0,0398		0,0065	0,0372	0,0265		0,0252	0,0212
04/10				0,0402		0,0070	0,0376	0,0268		0,0257	0,0216
05/10				0,0404		0,0079	0,0379	0,0278		0,0258	0,0218
06/10				0,0399		0,0066	0,0376	0,0272		0,0253	0,0204

Ek 16: Markowitz'e göre Beklenen Getiri (Devam Ediyor)

Ay	SISE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK
01/07	0,0394		0,0344	0,0366	0,0048	0,0484	0,0325	0,0256	0,0453
02/07	0,0398		0,0350	0,0369	0,0059	0,0483	0,0333	0,0252	0,0456
03/07	0,0397		0,0346	0,0366	0,0047	0,0485	0,0332	0,0251	0,0459
04/07	0,0391		0,0344	0,0365	0,0045	0,0490	0,0327	0,0250	0,0456
05/07	0,0389		0,0344	0,0370	0,0057	0,0482	0,0335	0,0248	0,0454
06/07	0,0389		0,0340	0,0371	0,0075	0,0488	0,0333	0,0248	0,0452
07/07	0,0388		0,0337	0,0369	0,0074	0,0486	0,0338	0,0241	0,0448
08/07	0,0390		0,0339	0,0367	0,0077	0,0485	0,0337	0,0241	0,0460
09/07	0,0385		0,0332	0,0362	0,0080	0,0478	0,0332	0,0235	0,0456
10/07	0,0387		0,0334	0,0361	0,0087	0,0480	0,0332	0,0240	0,0455
11/07	0,0383		0,0329	0,0360	0,0097	0,0479	0,0324	0,0241	0,0461
12/07	0,0377		0,0326	0,0355	0,0111	0,0473	0,0320	0,0235	0,0457
01/08	0,0376		0,0325	0,0356	0,0110	0,0476	0,0323	0,0230	0,0452
02/08	0,0358		0,0307	0,0347	0,0084	0,0466	0,0312	0,0209	0,0437
03/08	0,0363		0,0306	0,0349	0,0101	0,0467	0,0312	0,0211	0,0429
04/08	0,0355		0,0299	0,0333	0,0091	0,0461	0,0303	0,0201	0,0424
05/08	0,0361		0,0307	0,0338	0,0081	0,0467	0,0308	0,0214	0,0427
06/08	0,0353		0,0300	0,0336	0,0077	0,0464	0,0302	0,0211	0,0426
07/08	0,0339		0,0291	0,0321	0,0043	0,0458	0,0288	0,0206	0,0412
08/08	0,0347		0,0300	0,0327	0,0068	0,0461	0,0295	0,0200	0,0425
09/08	0,0346		0,0299	0,0323	0,0055	0,0453	0,0297	0,0203	0,0423
10/08	0,0343		0,0294	0,0302	0,0059	0,0443	0,0297	0,0189	0,0422
11/08	0,0331		0,0280	0,0281	0,0050	0,0431	0,0280	0,0166	0,0405
12/08	0,0323		0,0282	0,0258	0,0064	0,0417	0,0284	0,0163	0,0403
01/09	0,0322		0,0285		0,0063	0,0419	0,0286		0,0405
02/09	0,0316		0,0275		0,0063	0,0415	0,0288		0,0397
03/09	0,0314		0,0269		0,0058	0,0413	0,0282		0,0391
04/09	0,0315		0,0271		0,0054	0,0414	0,0288		0,0391
05/09	0,0323		0,0281		0,0054	0,0416	0,0295		0,0400
06/09	0,0323		0,0287		0,0059	0,0422	0,0302		0,0402
07/09	0,0324		0,0285		0,0062	0,0419	0,0312		0,0398
08/09	0,0325		0,0291		0,0070	0,0418	0,0311		0,0410
09/09	0,0331		0,0296		0,0073	0,0424	0,0319		0,0409
10/09	0,0330		0,0302		0,0080	0,0426	0,0331		0,0408
11/09	0,0329		0,0301		0,0074	0,0426	0,0333		0,0405
12/09	0,0325		0,0299		0,0067	0,0424	0,0338		0,0401
01/10	0,0333	0,0199	0,0307	0,0309	0,0078	0,0429	0,0344		0,0404
02/10	0,0333	0,0189	0,0308	0,0316	0,0081	0,0429	0,0341		0,0406
03/10	0,0328	0,0183	0,0308	0,0308	0,0063	0,0422	0,0334		0,0401
04/10	0,0329	0,0188	0,0312	0,0313	0,0064	0,0429	0,0335		0,0405
05/10	0,0330	0,0182	0,0312	0,0317	0,0067	0,0429	0,0332		0,0408
06/10	0,0324	0,0168	0,0306	0,0309	0,0060	0,0420	0,0325		0,0405

Ek 17: Gerçekleşen Hisse Senedi Sürekli Getirileri (Aylık)

Ay	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	FORTS	GARAN
01/07	0,0455	0,0979	0,0501	0,0582	0,0344	0,0609	-0,0060	0,1636	-0,0522	-0,1274	0,1244
02/07	0,0328	-0,0171	-0,0501	0,0761	-0,1016	-0,0343	-0,0476	0,0902	-0,1173	-0,1085	0,0187
03/07	0,0271	0,1925	0,0447	-0,0158	0,0316	0,0130	0,0774	0,1809	0,1350	0,0358	0,1462
04/07	0,0726	-0,0602	0,0216	0,0817	0,1309	0,1139	0,0000	0,1281	0,0260	0,0538	0,0758
05/07	-0,0780	0,1238	0,1667	0,1479	0,1847	0,1023	0,0935	-0,0751	0,0336	0,2513	0,0789
06/07	-0,0136	0,0790	-0,0374	-0,0088	0,0953	-0,0870	-0,0551	-0,0488	-0,0167	-0,0301	0,0137
07/07	0,1925	0,1414	-0,0096	-0,0360	0,0269	0,0660	0,0728	0,1719	0,0256	0,0946	0,2025
08/07	-0,0642	-0,0392	-0,0958	-0,1750	-0,0399	-0,1245	-0,1844	0,0711	-0,0374	-0,0140	-0,0750
09/07	0,1029	-0,0468	0,0612	0,0686	0,0914	0,0585	0,0830	0,1024	-0,0192	-0,0286	0,1024
10/07	0,1417	0,0295	0,1195	-0,0963	0,0566	-0,0308	0,1274	0,0000	0,0287	-0,0674	0,1456
11/07	-0,2091	-0,1571	-0,1195	-0,0819	-0,0983	-0,1115	-0,1372	-0,1475	0,0000	-0,1149	-0,0236
12/07	0,0116	-0,0632	0,0982	-0,0061	0,0609	-0,0310	-0,0527	0,0549	-0,0095	-0,0264	0,0048
01/08	-0,2538	-0,3629	-0,1809	-0,1959	-0,2973	-0,3401	-0,3018	-0,3443	-0,0096	-0,3240	-0,3499
02/08	-0,0301	0,2478	0,1664	0,0438	0,0930	-0,0192	-0,1206	0,1754	-0,0594	0,0423	-0,0136
03/08	-0,1209	-0,2354	-0,1409	-0,2782	0,0501	-0,1456	-0,3137	0,0721	0,0202	-0,2624	-0,1961
04/08	0,1719	0,3178	-0,0255	0,0728	0,0973	0,1456	0,1765	0,1894	-0,0202	0,1364	0,1325
05/08	-0,2082	-0,1981	0,0013	-0,0704	-0,1568	-0,0806	-0,2445	-0,0345	0,0400	-0,1441	-0,2015
06/08	-0,2418	-0,2424	-0,0728	-0,1753	-0,2142	0,0411	-0,3984	0,2485	-0,2631	-0,3600	-0,1881
07/08	0,4272	0,2328	0,2118	0,0457	0,0208	0,1493	0,3937	-0,0356	0,3656	0,2187	0,3294
08/08	-0,0554	-0,0194	-0,0232	0,0308	0,0853	0,0000	-0,0633	-0,1875	0,0601	0,1666	-0,0963
09/08	0,0630	-0,1476	0,0232	-0,2495	-0,2814	-0,1427	-0,2894	-0,2076	-0,1528	-0,1919	-0,1513
10/08	-0,2270	-0,3438	-0,0077	-0,4970	-0,1823	-0,2066	-0,5153	-0,3158	0,0069	-0,1335	-0,1942
11/08	-0,1939	-0,2749	-0,0554	-0,3077	-0,1109	-0,0678	-0,2691	-0,2423	-0,0209	-0,1164	-0,1001
12/08	0,1058	0,1879	-0,1775	0,2465	0,1159	-0,1015	-0,0299	0,1021	-0,1115	-0,1040	0,1313
01/09	0,0000	-0,0576	0,0748	-0,1574	-0,0406	-0,0170	-0,0308	-0,1405	0,0858	0,0790	-0,1446
02/09	-0,1983	-0,1304	-0,0274	-0,0114	0,0256	-0,1953	-0,3522	-0,0399	-0,0308	-0,1648	-0,0834
03/09	0,2397	0,1467	-0,0474	0,0504	0,0200	0,0755	0,1823	-0,0976	0,0648	0,1520	0,1311
04/09	0,2394	0,2139	0,1015	0,3815	0,1950	0,1515	0,2007	0,2180	0,0450	0,4796	0,3533
05/09	0,0395	0,1116	0,1095	0,1090	0,2490	0,3409	0,4925	0,0934	0,0296	-0,0488	0,1335
06/09	0,0674	0,1153	0,1062	0,0620	0,1746	0,2187	0,3083	0,0414	0,0000	0,1398	0,0848
07/09	0,1847	0,0989	0,1281	0,2984	0,0590	0,0000	-0,0137	0,0863	0,2016	0,0900	0,2183
08/09	0,0355	0,1341	0,0373	0,3144	0,0991	0,2303	0,2327	0,2065	0,1252	0,1418	0,0651
09/09	0,0000	0,0385	-0,0123	0,0000	0,3133	-0,2303	-0,4177	0,0729	0,0710	0,0114	0,0189
10/09	-0,0476	-0,1460	0,0599	0,1408	-0,0808	-0,0317	-0,0187	-0,1092	-0,1473	0,1378	-0,0180
11/09	0,0000	-0,0176	-0,0723	0,0200	-0,0479	-0,0726	0,0279	-0,0246	-0,0913	-0,0933	-0,0561
12/09	0,1419	0,1446	0,0488	0,1471	0,1024	0,1021	0,2431	0,1128	0,0509	0,1369	0,1998
01/10	-0,0713	0,2268	-0,0741	0,0253	0,1478	0,0658	0,0894	0,0604	0,0245	-0,0636	0,0000
02/10	-0,1206	-0,1685	0,0000	-0,1431	-0,0877	-0,0465	0,0387	-0,1246	-0,0081	-0,0625	-0,1080
03/10	0,2438	0,2987	0,0253	0,1894	0,0488	0,0996	0,0312	0,0775	0,0241	0,0213	0,2196
04/10	0,0135	0,0070	0,1506	0,0706	0,0739	-0,0441	-0,0757	0,0260	-0,0080	0,0760	0,0306
05/10	0,0459	-0,1517	-0,0233	0,0000	-0,1401	0,0267	0,0071	-0,1178	-0,1744	-0,1190	-0,0715
06/10	-0,0194	0,0388	0,0384	0,0150	0,1246	-0,1211	-0,0580	-0,0293	0,0189	-0,0920	-0,0149

Ek 17: Gerçekleşen Hisse Senedi Sürekli Getirileri (Devam Ediyor)

Ay	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK
01/07	0,0813	0,1016	0,0202	0,0303	0,0339	0,2231	0,0870	0,0194	0,0593	0,0526	0,0690
02/07	-0,1158	-0,0649	0,1133	0,0000	-0,0270	0,0883	0,0247	0,1919	0,1854	-0,0260	0,2426
03/07	0,1080	0,0600	0,1018	0,0000	0,0790	0,1681	0,0241	0,1195	0,0169	0,0000	-0,0554
04/07	0,1664	-0,1129	0,1355	-0,0040	-0,0453	0,0000	0,0690	0,0746	0,0167	0,0596	0,1507
05/07	0,0392	0,0733	0,0940	-0,0630	0,0261	0,1125	0,0715	0,1625	0,1169	0,0301	0,2842
06/07	0,0741	-0,0843	-0,0662	0,0000	-0,0650	-0,0324	-0,0473	-0,0056	-0,0570	0,0630	-0,0106
07/07	0,0522	0,0943	-0,0278	0,1436	0,0459	0,2427	0,1335	0,1502	0,0272	0,1084	0,2103
08/07	-0,1589	-0,1450	0,0414	-0,1116	-0,0891	0,0000	-0,0084	-0,0543	0,0264	-0,0138	0,1875
09/07	0,0826	0,0990	0,3873	0,1394	0,0146	0,1737	0,0651	0,0051	0,0426	0,0736	-0,0403
10/07	0,1366	0,0901	0,0449	0,0853	-0,0649	-0,0369	0,0000	-0,0256	0,0083	0,0255	0,0163
11/07	-0,1802	-0,1220	-0,0541	-0,0385	-0,0805	0,0075	-0,0567	-0,0316	0,0082	-0,1861	-0,0933
12/07	-0,0390	-0,0117	-0,0187	-0,0400	-0,0399	0,0294	0,0567	-0,0836	-0,0082	-0,0230	0,1446
01/08	-0,4529	-0,1423	-0,2940	-0,2368	-0,1917	-0,3423	-0,3311	-0,2800	-0,1946	-0,2748	-0,3677
02/08	0,0408	-0,0726	0,2357	-0,0262	-0,1116	0,1857	0,0174	0,1161	0,1524	0,1246	0,1003
03/08	0,1989	-0,3586	-0,4005	-0,1343	-0,2192	-0,1360	-0,2210	-0,1161	-0,0622	-0,2883	-0,4491
04/08	0,1518	0,1068	0,1260	0,2079	0,1286	0,1936	0,1679	0,0741	0,1289	0,1347	0,2247
05/08	-0,0980	-0,0971	-0,0966	-0,1575	-0,0902	-0,0492	-0,1064	0,0351	-0,0667	-0,0074	-0,3186
06/08	-0,1775	-0,3581	-0,2268	-0,2311	-0,1492	-0,0342	-0,0295	-0,3716	-0,0490	-0,1044	0,0473
07/08	0,1444	0,3677	0,0180	0,3001	0,2526	0,0509	0,3330	0,0677	0,2109	0,3275	0,0492
08/08	0,1409	-0,1250	0,0855	0,0541	0,0089	-0,0773	-0,1183	0,0185	0,0163	-0,1484	-0,0965
09/08	-0,3148	-0,2488	-0,1596	-0,0634	-0,2276	-0,3365	-0,0546	-0,2140	-0,1759	-0,0367	-0,1779
10/08	-0,8675	-0,4564	-0,5839	-0,2231	-0,4223	-0,4117	-0,3223	-0,0513	-0,5500	-0,2644	-0,4348
11/08	-0,0488	-0,1847	-0,2763	-0,0627	0,1566	-0,1417	-0,1195	0,1466	-0,1054	-0,1769	-0,1582
12/08	-0,0513	-0,0597	0,0000	0,0197	0,0144	0,0834	0,0389	-0,0465	0,0220	0,1214	0,0374
01/09	-0,1719	-0,0155	-0,0953	-0,1081	0,1582	0,0000	-0,1259	-0,1954	0,2489	-0,1022	-0,0862
02/09	-0,0984	-0,3302	0,0488	-0,1151	0,1259	0,0000	-0,0858	0,0513	0,0442	-0,2504	-0,1278
03/09	0,1591	0,2657	0,0000	0,1312	0,0825	0,0198	0,0987	0,0198	0,0319	0,1507	0,0660
04/09	0,3238	0,1398	0,3567	0,2223	0,1361	0,3167	0,2214	0,1243	0,2791	0,3602	0,4937
05/09	0,1929	0,3302	0,2097	0,1373	0,0180	0,1460	0,1869	0,1924	0,0099	0,1458	0,1278
06/09	0,1158	0,1978	0,1503	-0,0440	-0,0457	0,0444	-0,0978	0,1490	0,0585	-0,0685	0,0071
07/09	0,0458	0,0169	0,2278	0,1163	0,1230	0,0187	0,2629	0,0669	0,0927	0,2841	0,1497
08/09	0,1128	0,3472	0,0000	0,1542	0,2856	0,1382	0,1400	0,0284	0,2424	0,0531	0,2661
09/09	-0,0270	-0,1584	-0,0377	-0,0255	0,0185	0,0160	-0,0203	0,0478	0,0069	-0,0087	0,0243
10/09	0,2528	0,1898	-0,0194	-0,0087	-0,0310	-0,0488	-0,0155	-0,0270	-0,2493	-0,0354	0,0080
11/09	-0,0660	-0,0187	-0,0400	-0,1005	-0,0991	-0,1241	-0,0264	-0,1161	-0,0639	-0,0367	-0,1001
12/09	0,0765	0,1622	0,0400	0,1919	0,1361	0,1886	0,1671	0,1161	0,0815	0,0721	0,1236
01/10	-0,0213	0,0106	0,2271	0,0541	-0,0061	0,0155	0,1431	0,2149	0,1895	0,1226	0,0077
02/10	-0,1259	-0,1603	-0,0645	-0,0614	-0,0892	-0,1139	-0,1032	-0,1047	-0,0366	-0,1054	-0,1401
03/10	0,1472	0,0306	0,1252	0,1434	0,1369	0,0827	0,1226	0,0936	-0,0380	0,1054	0,0929
04/10	0,2252	-0,0060	0,0432	0,0801	0,1184	0,1335	0,1005	0,2764	-0,0315	0,0451	0,0481
05/10	-0,0429	-0,1327	-0,0142	-0,0800	-0,1866	-0,1823	-0,0303	-0,1167	0,0159	-0,0474	-0,1917
06/10	-0,1411	-0,0528	-0,1376	0,0308	-0,0326	-0,0339	-0,0092	0,0095	0,0078	0,0000	0,0481

Ek 17: Gerçekleşen Hisse Senedi Sürekli Getirileri (Devam Ediyor)

Ay	SISE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK	İMKB30	r_f^8
01/07	0,1044	-0,0290	0,1508	0,0879	0,0934	0,0325	0,1796	-0,0501	0,1078	0,0599	0,0146
02/07	0,0267	0,1675	-0,0408	-0,0189	-0,0934	0,0862	0,0270	0,0000	0,1105	0,0099	0,0146
03/07	-0,0728	0,1128	-0,0070	0,0095	-0,0070	0,1289	-0,0690	0,0114	-0,0332	0,0470	0,0146
04/07	-0,0095	0,0645	0,0208	0,1324	0,1014	-0,1018	0,1823	-0,0171	0,0134	0,0403	0,0146
05/07	0,0425	0,0083	-0,0325	0,0570	0,1523	0,1790	0,0000	0,0114	-0,0046	0,0291	0,0146
06/07	0,0093	0,0773	-0,0434	0,0079	0,0000	0,0080	0,1387	-0,1142	-0,0203	-0,0012	0,0146
07/07	0,0800	-0,0202	0,0850	-0,0159	0,0333	0,0157	0,0052	0,0375	0,2843	0,1270	0,0146
08/07	-0,0708	-0,0206	-0,1252	-0,0492	0,0323	-0,0729	-0,0694	-0,1033	-0,0367	-0,0481	0,0146
09/07	0,0961	0,1040	0,0930	0,0167	0,0764	0,0729	0,0379	0,1276	0,0316	0,0810	0,0146
10/07	-0,0445	-0,0130	-0,0828	0,0164	0,0935	0,0308	-0,1245	0,0295	0,1623	0,0679	0,0144
11/07	-0,1071	-0,0537	-0,0205	-0,0673	0,1335	-0,0706	-0,0494	-0,0849	-0,0313	-0,0645	0,0140
12/07	0,0258	0,0137	0,0000	0,0673	0,0000	0,1078	0,0849	-0,0859	-0,0658	0,0241	0,0135
01/08	-0,3518	-0,2809	-0,3500	-0,1487	-0,2271	-0,1493	-0,1987	-0,4229	-0,2845	-0,2765	0,0131
02/08	0,1350	-0,1195	0,0000	0,0728	0,1708	0,0576	0,0348	0,0711	-0,1162	0,0377	0,0129
03/08	-0,1411	-0,3560	-0,1169	-0,2819	-0,0863	-0,0576	-0,1553	-0,2061	-0,0674	-0,1343	0,0127
04/08	0,1823	0,1787	0,1946	0,1224	-0,0846	0,1566	0,1345	0,3085	0,0960	0,1136	0,0127
05/08	-0,1525	-0,2461	-0,1076	0,0072	-0,0304	-0,0129	-0,0800	-0,0546	0,0278	-0,1136	0,0127
06/08	-0,2683	-0,1843	-0,1710	-0,2863	-0,3159	-0,0766	-0,2776	-0,0828	-0,2651	-0,1389	0,0131
07/08	0,2139	0,3019	0,2118	0,1653	0,2401	0,1168	0,1740	-0,1127	0,3267	0,2237	0,0136
08/08	0,0000	0,0548	0,0090	-0,0488	-0,1129	-0,1257	0,0884	0,0974	0,0000	-0,0696	0,0140
09/08	-0,0252	-0,1586	-0,0748	-0,4005	0,0431	-0,1710	0,0153	-0,2980	0,0149	-0,0637	0,0140
10/08	-0,2360	-0,3412	-0,2780	-0,4036	-0,0881	-0,1908	-0,3268	-0,4812	-0,3409	-0,2568	0,0140
11/08	-0,1382	-0,1288	0,0741	-0,4600	0,1523	-0,2624	0,1075	-0,0578	-0,0052	-0,0797	0,0140
12/08	0,0092	0,0247	0,0910	0,0175	-0,0114	0,0770	0,0728	0,1097	0,0948	0,0586	0,0135
01/09	-0,1166	-0,1163	-0,2043	0,0426	0,0114	-0,0314	0,0678	-0,0482	-0,1597	-0,0438	0,0125
02/09	-0,0208	-0,2474	-0,1128	0,0247	-0,0463	-0,0128	-0,0855	-0,0124	-0,0814	-0,0877	0,0108
03/09	0,0513	0,1313	0,0720	0,1714	-0,0361	0,0746	0,1567	0,0124	0,0357	0,0669	0,0096
04/09	0,2231	0,3582	0,2559	0,3153	0,0061	0,0734	0,1810	0,5614	0,2336	0,2077	0,0088
05/09	0,0469	0,2123	0,1679	0,2616	0,0533	0,1823	0,1729	0,0414	0,0886	0,0949	0,0081
06/09	0,0502	0,0426	-0,0183	0,0690	0,0479	-0,0211	0,2706	0,0201	-0,0345	0,0503	0,0077
07/09	0,0616	0,2298	0,1730	0,1317	0,0894	0,0106	0,0000	0,1007	0,3008	0,1540	0,0073
08/09	0,1711	0,1922	0,1555	0,1995	0,0419	0,1691	0,2162	0,3244	0,0256	0,0807	0,0069
09/09	-0,0063	0,0000	0,1621	0,1059	0,0836	0,0892	0,2929	0,0172	0,0250	0,0259	0,0065
10/09	0,0063	0,1977	0,0068	-0,0953	-0,0583	0,0554	0,0892	0,0042	-0,0377	-0,0168	0,0060
11/09	-0,0450	-0,0940	-0,0205	0,0711	-0,0726	0,0000	0,1412	-0,0839	-0,0662	-0,0332	0,0056
12/09	0,2072	0,3216	0,2273	0,1457	0,1308	0,1347	0,1594	0,1808	0,1163	0,1502	0,0054
01/10	0,0419	-0,0975	0,0483	0,1974	0,0370	0,0492	-0,0357	0,0451	0,1041	0,0220	0,0054
02/10	-0,0800	-0,0525	0,0460	-0,1600	-0,1951	-0,1098	-0,1155	-0,1765	-0,0920	-0,1069	0,0054
03/10	0,0593	0,0682	0,1222	0,1512	0,0219	0,2088	0,0594	0,1466	0,1507	0,1424	0,0054
04/10	0,0560	-0,0436	0,0305	0,1346	0,0423	0,0256	-0,0513	-0,0308	0,0986	0,0348	0,0054
05/10	-0,1321	-0,1623	-0,1059	-0,1542	-0,0820	-0,1454	-0,1158	-0,1653	-0,0383	-0,0748	0,0054
06/10	0,0221	-0,0844	0,0057	0,0000	-0,0299	0,0087	0,0180	-0,0424	0,0523	0,0087	0,0054

⁸ Buradaki r_f değerleri, risksiz faiz oranıdır.

Ek 18: ARFIMA Öngörülerindeki Doğru Yön Tahmin Başarısı

	Yükseliş Dönemi			Düşüş Dönemi			Y+D	Doğru Yön Tahmini (%)	Toplam Tahmin Sayısı
	Sayısı (Y)	Doğru Tahmin		Sayısı (D)	Doğru Tahmin				
		Sayısı	Yüzdesi		Sayısı	Yüzdesi			
AKBNK	22	22	100,00	17	0	0,00	39	56,41	42
AKGRT	16	16	100,00	14	0	0,00	30	53,33	30
AEFES	3	3	100,00	2	0	0,00	5	60,00	6
ARCLK	23	23	100,00	17	0	0,00	40	57,50	42
AYGAZ	9	9	100,00	3	0	0,00	12	75,00	12
DOHOL	18	16	88,89	22	2	9,09	40	45,00	42
DYHOL	18	16	88,89	23	1	4,35	41	41,46	42
EREGL	23	23	100,00	18	0	0,00	41	56,10	42
FINBN	5	5	100,00	6	0	0,00	11	45,45	12
FORTS	4	4	100,00	8	0	0,00	12	33,33	12
GARAN	23	22	95,65	18	2	11,11	41	58,54	42
GSDHO	13	13	100,00	11	0	0,00	24	54,17	24
HURGZ	16	16	100,00	20	0	0,00	36	44,44	36
IHLAS	8	8	100,00	4	0	0,00	12	66,67	12
ISCTR	18	18	100,00	21	0	0,00	39	46,15	42
ISGYO	19	9	47,37	17	4	23,53	36	36,11	36
KRDMD	11	11	100,00	5	0	0,00	16	68,75	18
KCHOL	21	21	100,00	20	0	0,00	41	51,22	42
PETKM	26	26	100,00	16	0	0,00	42	61,90	42
PTOFS	25	25	100,00	11	0	0,00	36	69,44	36
SAHOL	20	20	100,00	20	0	0,00	40	50,00	42
SKBNK	26	26	100,00	16	0	0,00	42	61,90	42
SISE	23	23	100,00	18	0	0,00	41	56,10	42
TEBNK	1	1	100,00	5	0	0,00	6	16,67	6
TSKB	22	21	95,45	18	0	0,00	40	52,50	42
TOASO	16	16	100,00	13	0	0,00	29	55,17	30
TCELL	23	19	82,61	17	1	5,88	40	50,00	42
TUPRS	25	25	100,00	16	0	0,00	41	60,98	42
THYAO	26	26	100,00	14	0	0,00	40	65,00	42
VESTL	9	9	100,00	14	0	0,00	23	39,13	24
YKBNK	22	22	100,00	19	0	0,00	41	53,66	42
Toplam	534	514	96,25	443	10	2,26	977	53,63	1008

Not: Doğru yön tahmini, piyasadaki toplam yükseliş ve düşüş dönemleri (Y+D) içindeki doğru yön tahmin yüzdesidir.

Ek 19: FIGARCH(1,d,1) Öngörüsüne ait GAUSS Kodları

```
new;  
library fanpac,pgraph;  
session deneme 'Denmeme FIGARCH';  
setVarNames getiri;  
setDataset akbnk107.txt;  
setSeries getiri;  
estimate run1 figarch(1,1);  
forecast 6;  
showResults;
```

Ek 20: FIGARCH(1,d,1) Yöntemi ile Hisse Senedi Riskleri (Standart Sapma)

Ay	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	FİNBN	FORTS	GARAN
01/07	0,1075			0,3602		0,3665	0,4381	0,3700	0,3601	0,3867	0,4263
02/07	0,0995			0,5799		0,5122	0,6089	0,4526	0,4450	0,4891	0,5976
03/07	0,0979			0,4153		0,4491	0,5372	0,4347	0,4129	0,4605	0,5119
04/07	0,0983			0,6827		0,5852	0,7275	0,5046	0,4831	0,5580	0,7057
05/07	0,0987			0,4072		0,4996	0,5781	0,4690	0,4398	0,5004	0,5414
06/07	0,0988			0,7848		0,6430	0,8363	0,5414	0,5083	0,6122	0,8053
07/07	0,0782			0,3953		0,3725	0,4221	0,3666	0,3622	0,3445	0,4200
08/07	0,0759			0,5534		0,4948	0,5957	0,4846	0,4518	0,5271	0,5895
09/07	0,0754			0,4750		0,4637	0,5170	0,4303	0,4168	0,4040	0,5084
10/07	0,0761			0,6530		0,5720	0,7113	0,5420	0,4915	0,6018	0,6977
11/07	0,0767			0,5034		0,5202	0,5555	0,4621	0,4447	0,4231	0,5409
12/07	0,0773			0,7443		0,6313	0,8177	0,5856	0,5181	0,6673	0,7965
01/08	0,1063	0,4080		0,3933		0,3537	0,4358	0,3445			0,4250
02/08	0,1095	0,5351		0,5040		0,4909	0,6188	0,4881			0,5880
03/08	0,1099	0,4794		0,4680		0,4415	0,5308	0,4023			0,5163
04/08	0,1099	0,5860		0,5802		0,5640	0,7399	0,5434			0,6964
05/08	0,1099	0,5191		0,5032		0,4949	0,5653	0,4285			0,5525
06/08	0,1099	0,6210		0,6433		0,6203	0,8535	0,5866			0,7946
07/08	0,1577	0,4485		0,3980		0,4795	0,3956	0,4082			0,1762
08/08	0,1832	0,5053		0,5577		0,6952	0,3521	0,4681			0,2257
09/08	0,1840	0,4991		0,4468		0,6005	0,4176	0,4694			0,1750
10/08	0,1801	0,5416		0,6347		0,8368	0,3675	0,5179			0,2182
11/08	0,1797	0,5280		0,4567		0,6572	0,4371	0,5054			0,1778
12/08	0,1804	0,5657		0,7070		0,9656	0,3794	0,5535			0,2134
01/09	0,2195	0,4235		0,4441	0,3939	0,4101	0,2506	0,3796			0,1637
02/09	0,2022	0,4993		0,5020	0,5399	0,5182	0,2794	0,4953			0,1951
03/09	0,2009	0,4720		0,5076	0,4660	0,4944	0,2734	0,4375			0,1675
04/09	0,2044	0,5319		0,5549	0,6134	0,5912	0,2915	0,5482			0,1947
05/09	0,2052	0,4982		0,5433	0,5000	0,5422	0,2834	0,4651			0,1699
06/09	0,2051	0,5531		0,5939	0,6733	0,6464	0,2977	0,5885			0,1939
07/09	0,1722	0,4299		0,4259	0,3893	0,3979	0,2732	0,3765			0,1670
08/09	0,1538	0,5145		0,4723	0,5255	0,5723	0,4049	0,4793			0,1492
09/09	0,1584	0,4935		0,5134	0,4555	0,4530	0,2672	0,4445			0,1649
10/09	0,1621	0,5590		0,5364	0,5924	0,6379	0,3957	0,5371			0,1518
11/09	0,1616	0,5277		0,5661	0,4882	0,4773	0,2698	0,4797			0,1629
12/09	0,1612	0,5881		0,5786	0,6464	0,6938	0,3901	0,5797			0,1536
01/10	0,3608	0,4197	0,1963	0,4016		0,3967	0,2851	0,3875			0,1736
02/10	0,4790	0,4887	0,3470	0,5039		0,5254	0,2855	0,4771			0,1820
03/10	0,4334	0,4792	0,2107	0,4793		0,4738	0,2998	0,4589			0,1802
04/10	0,5581	0,5297	0,4212	0,5773		0,5955	0,2974	0,5367			0,1857
05/10	0,4658	0,5116	0,1536	0,5188		0,5147	0,3086	0,4978			0,1835
06/10	0,6262	0,5560	0,5061	0,6354		0,6498	0,3052	0,5801			0,1877

Ek 20: FIGARCH(1,d,1) Yöntemi ile Hisse Senedi Riskleri (Devam Ediyor)

Ay	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK
01/07	0,4345	0,1352	0,1051	0,4444			0,4528	0,5356	0,4041	0,3873	0,3519
02/07	0,5471	0,1399	0,1382	0,6014			0,6504	0,7189	0,5327	0,5022	0,3996
03/07	0,5175	0,1448	0,1147	0,5391			0,5418	0,6705	0,4810	0,4660	0,4270
04/07	0,6180	0,1470	0,1397	0,6782			0,7469	0,8440	0,6207	0,5802	0,4577
05/07	0,5622	0,1494	0,1193	0,5927			0,5806	0,7489	0,5137	0,5042	0,4721
06/07	0,6707	0,1514	0,1391	0,7352			0,8279	0,9446	0,6985	0,6439	0,4981
07/07	0,4234	0,1226	0,1071	0,4481	0,2327		0,4692	0,5180	0,1518	0,3781	0,2908
08/07	0,5291	0,1283	0,1266	0,5995	0,3171		0,6176	0,7584	0,1559	0,4953	0,4778
09/07	0,5035	0,1324	0,1134	0,5459	0,2702		0,5679	0,6425	0,1546	0,4525	0,3241
10/07	0,5936	0,1339	0,1251	0,6793	0,3781		0,7127	0,8875	0,1568	0,5701	0,5468
11/07	0,5484	0,1362	0,1152	0,6020	0,2705		0,6201	0,7077	0,1557	0,4885	0,3122
12/07	0,6399	0,1381	0,1226	0,7384	0,4419		0,7893	0,9968	0,1570	0,6315	0,6136
01/08	0,4267	0,1207		0,4512	0,2375		0,4535	0,5295	0,3750	0,3544	0,3469
02/08	0,5692	0,1096		0,5895	0,3142		0,6240	0,7390	0,5017	0,5309	0,4578
03/08	0,5058	0,1197		0,5463	0,2706		0,5493	0,6651	0,4482	0,4169	0,4089
04/08	0,6399	0,1216		0,6659	0,3681		0,7198	0,8706	0,5826	0,6133	0,5276
05/08	0,5465	0,1214		0,6013	0,2689		0,5966	0,7416	0,4789	0,4340	0,4358
06/08	0,6937	0,1239		0,7219	0,4242		0,7981	0,9791	0,6522	0,6875	0,5881
07/08	0,4358	0,1607		0,4987	0,2356		0,4283	0,6031	0,3732	0,3819	
08/08	0,5691	0,2596		0,6032	0,3757		0,6289	0,7070	0,5230	0,5447	
09/08	0,5089	0,2243		0,5851	0,2366		0,5081	0,7315	0,4445	0,4506	
10/08	0,6364	0,1998		0,6746	0,4523		0,7138	0,8172	0,6105	0,6325	
11/08	0,5464	0,2263		0,6387	0,1542		0,5430	0,8165	0,4707	0,4724	
12/08	0,6883	0,2231		0,7273	0,5480		0,7843	0,9017	0,6891	0,7118	
01/09		0,2861		0,4597		0,4218	0,4682	0,1867	0,4942	0,4133	0,3945
02/09		0,2472		0,5847		0,5183	0,5736	0,2383	0,3311	0,5343	0,3847
03/09		0,2830		0,5557		0,5039	0,5604	0,2080	0,6271	0,4882	0,4785
04/09		0,2841		0,6597		0,5882	0,6501	0,2397	0,3478	0,6154	0,4274
05/09		0,2753		0,6110		0,5497	0,6119	0,2192	0,7408	0,5225	0,5381
06/09		0,2803		0,7134		0,6404	0,7060	0,2402	0,2657	0,6848	0,4416
07/09		0,1977		0,4556	0,2444	0,3996	0,4664	0,3944	0,3928	0,4213	
08/09		0,2122		0,5818	0,2559	0,4916	0,5909	0,4895	0,4593	0,4571	
09/09		0,1980		0,5489	0,2964	0,4831	0,5549	0,4528	0,4746	0,5072	
10/09		0,2075		0,6548	0,2869	0,5609	0,6695	0,5313	0,5273	0,5180	
11/09		0,1984		0,6029	0,3320	0,5306	0,6035	0,4883	0,5218	0,5608	
12/09		0,2045		0,7071	0,3016	0,6117	0,7294	0,5607	0,5773	0,5570	
01/10				0,4647		0,3929	0,4508	0,3974		0,3751	0,3617
02/10				0,5906		0,5386	0,5829	0,4754		0,5033	0,3990
03/10				0,5558		0,4687	0,5380	0,4550		0,4445	0,4319
04/10				0,6635		0,6143	0,6602	0,5148		0,5776	0,4518
05/10				0,6096		0,5073	0,5854	0,4874		0,4747	0,4760
06/10				0,7166		0,6759	0,7191	0,5407		0,6398	0,4876

Ek 20: FIGARCH(1,d,1) Yöntemi ile Hisse Senedi Riskleri (Devam Ediyor)

Ay	SISE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK
01/07	0,3318		0,2299	0,3882	0,2621	0,4261	0,4051	0,0911	0,2103
02/07	0,4228		0,2900	0,4998	0,4137	0,5577	0,5265	0,1000	0,2077
03/07	0,3885		0,2650	0,4658	0,3043	0,5069	0,4808	0,1020	0,2098
04/07	0,4675		0,3187	0,5700	0,4736	0,6214	0,5873	0,1045	0,2093
05/07	0,4194		0,2829	0,5070	0,3124	0,5514	0,5214	0,1061	0,2098
06/07	0,4991		0,3391	0,6241	0,5276	0,6672	0,6311	0,1076	0,2098
07/07	0,3161			0,3805	0,2783	0,4280	0,4310	0,3523	0,1212
08/07	0,4079			0,4962	0,3953	0,5587	0,5148	0,4685	0,1202
09/07	0,3752			0,4580	0,3290	0,5086	0,5068	0,4297	0,1270
10/07	0,4534			0,5668	0,4531	0,6225	0,5744	0,5483	0,1278
11/07	0,4078			0,4987	0,3486	0,5531	0,5502	0,4694	0,1291
12/07	0,4855			0,6215	0,5023	0,6684	0,6162	0,6156	0,1307
01/08	0,3239		0,2397	0,3723	0,2803	0,4302	0,4191	0,3445	0,1561
02/08	0,4418		0,3046	0,5242	0,3962	0,5592	0,5238	0,4831	0,1660
03/08	0,3856		0,2867	0,4491	0,3334	0,5116	0,4973	0,4193	0,1634
04/08	0,4934		0,3432	0,6031	0,4559	0,6237	0,5865	0,5675	0,1636
05/08	0,4184		0,3126	0,4853	0,3549	0,5569	0,5408	0,4529	0,1656
06/08	0,5319		0,3714	0,6682	0,5066	0,6701	0,6313	0,6413	0,1663
07/08	0,4112		0,2565	0,4779	0,4067	0,4328	0,4566	0,3897	0,1648
08/08	0,4554		0,2822	0,5182	0,3254	0,5407	0,5030	0,4708	0,1935
09/08	0,4600		0,2850	0,5475	0,4585	0,5103	0,5229	0,4787	0,1815
10/08	0,4965		0,3051	0,5752	0,3373	0,6006	0,5545	0,5488	0,1835
11/08	0,4922		0,3024	0,5953	0,5051	0,5541	0,5639	0,5310	0,1864
12/08	0,5272		0,3212	0,6173	0,3295	0,6427	0,5903	0,6092	0,1860
01/09	0,3519		0,2592		0,2861	0,4090	0,4322		0,1740
02/09	0,4455		0,2471		0,3790	0,5800	0,5028		0,1711
03/09	0,4171		0,2955		0,3366	0,4796	0,5077		0,1774
04/09	0,4981		0,2702		0,4301	0,6366	0,5601		0,1735
05/09	0,4530		0,3167		0,3591	0,5168	0,5505		0,1777
06/09	0,5361		0,2830		0,4714	0,6785	0,5993		0,1751
07/09	0,3370		0,2634		0,2799	0,4218	0,4889		0,1567
08/09	0,4153		0,3166		0,3727	0,5595	0,5674		0,1581
09/09	0,4025		0,3029		0,3335	0,4999	0,5719		0,1641
10/09	0,4657		0,3492		0,4257	0,6209	0,6376		0,1630
11/09	0,4395		0,3227		0,3584	0,5428	0,6244		0,1669
12/09	0,5008		0,3725		0,4684	0,6650	0,6901		0,1661
01/10	0,3637	0,1591	0,2759	0,3989	0,2930	0,4319	0,4419		0,1463
02/10	0,4339	0,2279	0,2725	0,4969	0,3774	0,5438	0,5856		0,1520
03/10	0,4267	0,1888	0,3038	0,4782	0,3442	0,5113	0,5254		0,1522
04/10	0,4849	0,1970	0,2920	0,5652	0,4289	0,6053	0,6623		0,1549
05/10	0,4643	0,2034	0,3224	0,5218	0,3694	0,5561	0,5714		0,1549
06/10	0,5217	0,1957	0,3044	0,6163	0,4706	0,6488	0,7223		0,1567

Ek 21: Markowitz'e göre Hisse Senedi Riskleri (Standart Sapma)

Ay	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	FİNBN	FORTS	GARAN
01/07	0,1694	0,2047	0,1225	0,1945	0,1934	0,2563	0,2367	0,2072	0,2208	0,2066	0,2067
02/07	0,1689	0,2040	0,1218	0,1940	0,1930	0,2555	0,2356	0,2069	0,2204	0,2064	0,2063
03/07	0,1685	0,2034	0,1213	0,1935	0,1928	0,2548	0,2345	0,2065	0,2201	0,2062	0,2058
04/07	0,1681	0,2031	0,1205	0,1931	0,1923	0,2540	0,2334	0,2062	0,2197	0,2057	0,2054
05/07	0,1677	0,2026	0,1198	0,1926	0,1919	0,2533	0,2323	0,2058	0,2191	0,2051	0,2049
06/07	0,1675	0,2020	0,1201	0,1923	0,1917	0,2526	0,2313	0,2055	0,2186	0,2052	0,2044
07/07	0,1671	0,2013	0,1195	0,1919	0,1913	0,2520	0,2303	0,2051	0,2181	0,2047	0,2039
08/07	0,1670	0,2008	0,1189	0,1915	0,1908	0,2513	0,2293	0,2048	0,2176	0,2042	0,2037
09/07	0,1668	0,2002	0,1189	0,1916	0,1905	0,2508	0,2291	0,2043	0,2172	0,2038	0,2034
10/07	0,1664	0,1997	0,1182	0,1912	0,1901	0,2501	0,2281	0,2039	0,2167	0,2033	0,2029
11/07	0,1662	0,1991	0,1180	0,1910	0,1896	0,2494	0,2273	0,2034	0,2162	0,2030	0,2026
12/07	0,1667	0,1991	0,1183	0,1907	0,1894	0,2490	0,2268	0,2033	0,2157	0,2028	0,2021
01/08	0,1663	0,1986	0,1179	0,1903	0,1890	0,2483	0,2259	0,2029	0,2152	0,2023	0,2017
02/08	0,1671	0,2006	0,1192	0,1905	0,1900	0,2493	0,2270	0,2040	0,2147	0,2034	0,2030
03/08	0,1668	0,2007	0,1195	0,1901	0,1896	0,2486	0,2264	0,2038	0,2143	0,2029	0,2026
04/08	0,1667	0,2012	0,1201	0,1909	0,1891	0,2483	0,2276	0,2033	0,2138	0,2035	0,2028
05/08	0,1666	0,2018	0,1195	0,1904	0,1887	0,2477	0,2271	0,2031	0,2134	0,2031	0,2024
06/08	0,1670	0,2021	0,1189	0,1901	0,1888	0,2471	0,2274	0,2027	0,2129	0,2030	0,2026
07/08	0,1677	0,2026	0,1186	0,1902	0,1891	0,2465	0,2297	0,2028	0,2134	0,2043	0,2027
08/08	0,1695	0,2026	0,1196	0,1898	0,1887	0,2459	0,2313	0,2024	0,2140	0,2042	0,2032
09/08	0,1692	0,2020	0,1191	0,1894	0,1883	0,2452	0,2305	0,2025	0,2136	0,2040	0,2030
10/08	0,1688	0,2019	0,1185	0,1899	0,1891	0,2449	0,2312	0,2026	0,2135	0,2041	0,2029
11/08	0,1693	0,2035	0,1179	0,1928	0,1893	0,2449	0,2352	0,2035	0,2130	0,2039	0,2031
12/08	0,1697	0,2043	0,1175	0,1937	0,1891	0,2444	0,2356	0,2039	0,2126	0,2037	0,2028
01/09	0,1693	0,2040	0,1186	0,1938	0,1888	0,2439	0,2346	0,2035	0,2123	0,2034	0,2025
02/09	0,1690	0,2035	0,1181	0,1937	0,1884	0,2433	0,2337	0,2033	0,2119	0,2030	0,2024
03/09	0,1693	0,2033	0,1176	0,1933	0,1880	0,2432	0,2350	0,2030	0,2115	0,2030	0,2021
04/09	0,1695	0,2029	0,1172	0,1929	0,1876	0,2426	0,2346	0,2027	0,2110	0,2027	0,2017
05/09	0,1697	0,2028	0,1170	0,1939	0,1875	0,2421	0,2343	0,2026	0,2106	0,2044	0,2024
06/09	0,1693	0,2023	0,1167	0,1935	0,1876	0,2425	0,2372	0,2022	0,2101	0,2040	0,2020
07/09	0,1689	0,2018	0,1165	0,1931	0,1874	0,2422	0,2377	0,2018	0,2097	0,2037	0,2016
08/09	0,1688	0,2013	0,1164	0,1935	0,1870	0,2416	0,2368	0,2014	0,2095	0,2033	0,2015
09/09	0,1685	0,2008	0,1159	0,1939	0,1866	0,2414	0,2367	0,2013	0,2091	0,2030	0,2011
10/09	0,1681	0,2003	0,1154	0,1935	0,1871	0,2415	0,2388	0,2009	0,2087	0,2025	0,2006
11/09	0,1679	0,2002	0,1149	0,1932	0,1869	0,2409	0,2379	0,2007	0,2086	0,2022	0,2002
12/09	0,1675	0,1996	0,1148	0,1928	0,1866	0,2404	0,2370	0,2003	0,2083	0,2019	0,1999
01/10	0,1673	0,1992	0,1143	0,1926	0,1862	0,2399	0,2369	0,1999	0,2079	0,2016	0,1997
02/10	0,1671	0,1992	0,1141	0,1922	0,1859	0,2393	0,2362	0,1995	0,2074	0,2013	0,1993
03/10	0,1670	0,1992	0,1136	0,1921	0,1857	0,2387	0,2353	0,1994	0,2070	0,2009	0,1992
04/10	0,1672	0,1996	0,1131	0,1920	0,1854	0,2382	0,2345	0,1990	0,2066	0,2005	0,1991
05/10	0,1669	0,1991	0,1133	0,1916	0,1850	0,2376	0,2337	0,1986	0,2062	0,2001	0,1986
06/10	0,1665	0,1990	0,1129	0,1912	0,1850	0,2371	0,2329	0,1984	0,2062	0,1999	0,1984

Ek 21: Markowitz'e göre Hisse Senedi Riskleri (Devam Ediyor)

Ay	GSDHO	HURGZ	IHLAS	ISCTR	ISGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK
01/07	0,2532	0,2590	0,2354	0,2326	0,1527	0,2541	0,2100	0,2377	0,2166	0,1799	0,2005
02/07	0,2519	0,2583	0,2347	0,2321	0,1518	0,2537	0,2095	0,2371	0,2160	0,1791	0,1996
03/07	0,2508	0,2577	0,2340	0,2315	0,1510	0,2526	0,2090	0,2367	0,2157	0,1784	0,1998
04/07	0,2496	0,2570	0,2334	0,2310	0,1503	0,2519	0,2085	0,2362	0,2151	0,1776	0,1991
05/07	0,2487	0,2565	0,2328	0,2304	0,1495	0,2507	0,2080	0,2357	0,2145	0,1769	0,1986
06/07	0,2473	0,2558	0,2321	0,2300	0,1487	0,2497	0,2075	0,2353	0,2140	0,1761	0,1991
07/07	0,2461	0,2553	0,2315	0,2295	0,1481	0,2486	0,2071	0,2347	0,2136	0,1754	0,1983
08/07	0,2448	0,2547	0,2308	0,2290	0,1473	0,2485	0,2067	0,2343	0,2131	0,1748	0,1982
09/07	0,2441	0,2544	0,2301	0,2287	0,1468	0,2473	0,2062	0,2338	0,2125	0,1741	0,1979
10/07	0,2429	0,2537	0,2312	0,2283	0,1460	0,2467	0,2057	0,2332	0,2120	0,1734	0,1972
11/07	0,2419	0,2530	0,2305	0,2278	0,1454	0,2456	0,2053	0,2327	0,2114	0,1727	0,1964
12/07	0,2415	0,2527	0,2299	0,2273	0,1449	0,2445	0,2049	0,2321	0,2109	0,1731	0,1959
01/08	0,2403	0,2520	0,2292	0,2269	0,1442	0,2434	0,2044	0,2317	0,2104	0,1725	0,1954
02/08	0,2436	0,2517	0,2298	0,2271	0,1448	0,2446	0,2055	0,2322	0,2106	0,1740	0,1978
03/08	0,2423	0,2512	0,2297	0,2267	0,1445	0,2441	0,2050	0,2317	0,2102	0,1735	0,1971
04/08	0,2419	0,2522	0,2313	0,2265	0,1454	0,2434	0,2053	0,2313	0,2098	0,1750	0,2008
05/08	0,2411	0,2516	0,2308	0,2262	0,1453	0,2430	0,2050	0,2308	0,2094	0,1746	0,2008
06/08	0,2402	0,2512	0,2302	0,2261	0,1448	0,2420	0,2048	0,2303	0,2090	0,1740	0,2022
07/08	0,2397	0,2521	0,2303	0,2263	0,1449	0,2410	0,2044	0,2314	0,2086	0,1737	0,2015
08/08	0,2389	0,2526	0,2297	0,2265	0,1463	0,2400	0,2049	0,2308	0,2084	0,1750	0,2007
09/08	0,2381	0,2522	0,2290	0,2260	0,1456	0,2392	0,2047	0,2303	0,2079	0,1750	0,2002
10/08	0,2391	0,2524	0,2288	0,2256	0,1466	0,2402	0,2043	0,2303	0,2079	0,1744	0,2002
11/08	0,2524	0,2542	0,2326	0,2258	0,1515	0,2422	0,2053	0,2299	0,2114	0,1756	0,2033
12/08	0,2512	0,2540	0,2329	0,2254	0,1516	0,2415	0,2051	0,2295	0,2111	0,1758	0,2031
01/09	0,2501	0,2535	0,2323	0,2249	0,1509	0,2407	0,2046	0,2290	0,2106	0,1753	0,2024
02/09	0,2495	0,2529	0,2317	0,2246	0,1510	0,2397	0,2045	0,2290	0,2106	0,1750	0,2018
03/09	0,2485	0,2536	0,2311	0,2244	0,1508	0,2388	0,2042	0,2285	0,2101	0,1759	0,2015
04/09	0,2479	0,2535	0,2305	0,2239	0,1504	0,2378	0,2038	0,2280	0,2097	0,1756	0,2008
05/09	0,2487	0,2529	0,2313	0,2238	0,1502	0,2385	0,2037	0,2276	0,2098	0,1773	0,2040
06/09	0,2483	0,2532	0,2311	0,2234	0,1496	0,2379	0,2035	0,2273	0,2093	0,1770	0,2035
07/09	0,2474	0,2528	0,2307	0,2230	0,1490	0,2370	0,2033	0,2270	0,2088	0,1765	0,2028
08/09	0,2464	0,2522	0,2306	0,2226	0,1488	0,2361	0,2034	0,2265	0,2084	0,1772	0,2024
09/09	0,2455	0,2525	0,2300	0,2222	0,1505	0,2355	0,2030	0,2260	0,2084	0,1766	0,2027
10/09	0,2445	0,2523	0,2294	0,2218	0,1498	0,2346	0,2027	0,2255	0,2079	0,1760	0,2020
11/09	0,2445	0,2519	0,2288	0,2213	0,1492	0,2338	0,2023	0,2250	0,2083	0,1755	0,2014
12/09	0,2436	0,2513	0,2282	0,2211	0,1489	0,2332	0,2019	0,2247	0,2080	0,1750	0,2009
01/10	0,2427	0,2509	0,2276	0,2208	0,1488	0,2329	0,2016	0,2243	0,2075	0,1744	0,2004
02/10	0,2417	0,2503	0,2275	0,2204	0,1481	0,2320	0,2013	0,2242	0,2073	0,1740	0,1998
03/10	0,2410	0,2501	0,2270	0,2200	0,1478	0,2314	0,2011	0,2239	0,2069	0,1738	0,1996
04/10	0,2404	0,2495	0,2265	0,2196	0,1477	0,2307	0,2008	0,2234	0,2065	0,1733	0,1990
05/10	0,2402	0,2489	0,2259	0,2192	0,1474	0,2301	0,2004	0,2236	0,2061	0,1728	0,1984
06/10	0,2393	0,2486	0,2254	0,2189	0,1478	0,2299	0,2000	0,2233	0,2057	0,1723	0,1984

Ek 21: Markowitz'e göre Hisse Senedi Riskleri (Devam Ediyor)

Ay	SISE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK
01/07	0,2151	0,1916	0,1871	0,2213	0,1807	0,2366	0,2400	0,2140	0,2402
02/07	0,2146	0,1905	0,1868	0,2208	0,1798	0,2360	0,2396	0,2136	0,2396
03/07	0,2141	0,1900	0,1864	0,2202	0,1790	0,2354	0,2390	0,2130	0,2391
04/07	0,2137	0,1891	0,1860	0,2196	0,1779	0,2348	0,2385	0,2125	0,2385
05/07	0,2133	0,1881	0,1855	0,2192	0,1771	0,2345	0,2381	0,2120	0,2380
06/07	0,2127	0,1870	0,1851	0,2186	0,1768	0,2340	0,2375	0,2115	0,2374
07/07	0,2122	0,1860	0,1848	0,2180	0,1757	0,2334	0,2370	0,2112	0,2369
08/07	0,2118	0,1850	0,1844	0,2175	0,1747	0,2328	0,2364	0,2107	0,2369
09/07	0,2114	0,1840	0,1843	0,2170	0,1737	0,2324	0,2359	0,2103	0,2364
10/07	0,2109	0,1832	0,1839	0,2164	0,1728	0,2318	0,2353	0,2099	0,2359
11/07	0,2105	0,1822	0,1836	0,2159	0,1721	0,2312	0,2350	0,2094	0,2354
12/07	0,2102	0,1814	0,1832	0,2155	0,1716	0,2308	0,2345	0,2091	0,2350
01/08	0,2098	0,1804	0,1828	0,2149	0,1706	0,2303	0,2339	0,2087	0,2345
02/08	0,2109	0,1822	0,1842	0,2148	0,1715	0,2301	0,2339	0,2105	0,2351
03/08	0,2106	0,1818	0,1838	0,2142	0,1714	0,2295	0,2334	0,2100	0,2348
04/08	0,2104	0,1849	0,1837	0,2149	0,1707	0,2291	0,2332	0,2101	0,2343
05/08	0,2102	0,1846	0,1836	0,2144	0,1701	0,2286	0,2327	0,2105	0,2338
06/08	0,2101	0,1856	0,1834	0,2139	0,1692	0,2281	0,2323	0,2101	0,2333
07/08	0,2106	0,1857	0,1835	0,2146	0,1716	0,2277	0,2327	0,2097	0,2337
08/08	0,2105	0,1870	0,1835	0,2142	0,1723	0,2272	0,2323	0,2094	0,2339
09/08	0,2100	0,1861	0,1831	0,2138	0,1719	0,2270	0,2318	0,2090	0,2334
10/08	0,2096	0,1860	0,1828	0,2154	0,1710	0,2269	0,2313	0,2096	0,2329
11/08	0,2099	0,1884	0,1835	0,2170	0,1704	0,2270	0,2320	0,2118	0,2338
12/08	0,2097	0,1880	0,1831	0,2191	0,1702	0,2274	0,2315	0,2114	0,2333
01/09	0,2093	0,1871	0,1828	0,2185	0,1694	0,2269	0,2310	0,2110	0,2328
02/09	0,2090	0,1866	0,1830	0,2180	0,1685	0,2264	0,2305	0,2106	0,2327
03/09	0,2086	0,1874	0,1829	0,2175	0,1678	0,2259	0,2301	0,2101	0,2323
04/09	0,2082	0,1869	0,1825	0,2172	0,1670	0,2254	0,2297	0,2097	0,2318
05/09	0,2081	0,1890	0,1827	0,2176	0,1662	0,2248	0,2294	0,2123	0,2317
06/09	0,2076	0,1891	0,1825	0,2177	0,1655	0,2245	0,2291	0,2119	0,2312
07/09	0,2072	0,1883	0,1822	0,2172	0,1648	0,2240	0,2292	0,2114	0,2307
08/09	0,2068	0,1885	0,1820	0,2168	0,1642	0,2235	0,2287	0,2110	0,2309
09/09	0,2065	0,1884	0,1818	0,2166	0,1635	0,2232	0,2285	0,2115	0,2304
10/09	0,2061	0,1876	0,1817	0,2162	0,1629	0,2227	0,2286	0,2110	0,2299
11/09	0,2057	0,1875	0,1813	0,2158	0,1623	0,2222	0,2282	0,2106	0,2295
12/09	0,2053	0,1870	0,1809	0,2154	0,1617	0,2217	0,2278	0,2102	0,2291
01/10	0,2052	0,1883	0,1810	0,2150	0,1614	0,2213	0,2274	0,2100	0,2287
02/10	0,2047	0,1878	0,1806	0,2148	0,1608	0,2208	0,2270	0,2096	0,2282
03/10	0,2044	0,1871	0,1802	0,2147	0,1612	0,2205	0,2267	0,2096	0,2279
04/10	0,2040	0,1864	0,1800	0,2144	0,1605	0,2203	0,2262	0,2093	0,2275
05/10	0,2036	0,1857	0,1796	0,2140	0,1598	0,2198	0,2258	0,2089	0,2271
06/10	0,2035	0,1857	0,1794	0,2139	0,1594	0,2197	0,2255	0,2088	0,2267

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları

		AKBNK	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	FİNBN	FORTS	GARAN	GSDHO	HURGZ	İHLAS	İSCTR	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SİSE	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK		
Eşit Ağ		0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	1,00		
OCA 2007	S	0,373	0	0	0	0	0	0	0	0	0,627	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0,040	0	0	0,200	0,160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00	
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	1,00	
	R	0,826	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0,033	0,037	0	0	0	0,001	0	0,012	0	0,020	0	0,012	0	0	0,037	0,019	1,00	
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0,081	0	0	0	0	0	0,200	0,119	1,00	
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,091	0,099	0,007	0,004	0	0,032	0,008	0,053	0,032	0,067	0,031	0,055	0,026	0,027	0,099	0,068	1,00	
ŞUB 2007	S	0,613	0	0	0	0	0	0	0	0	0,387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00	
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	1,00	
	R	0,489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,451	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,116	0,116	0	0	0	0,031	0,008	0,069	0,035	0,079	0,034	0,045	0,023	0,026	0,122	0,095	1,00	
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,102	0,102	0	0	0	0,027	0,005	0,061	0,031	0,069	0,030	0,039	0,021	0,023	0,107	0,083	1,00	
MAR 2007	S	0,680	0	0	0	0	0	0	0	0	0,320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00	
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	1,00	
	R	0,471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,315	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0,200	0,187	1,00
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,100	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	1,00
NİS 2007	S	0,699	0	0	0	0	0	0	0	0	0,301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00	
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	1,00	
	R	0,539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,390	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,150	0,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	1,00
MAY 2007	S	0,717	0	0	0	0	0	0	0	0	0,283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,094	1,00
	R	0,502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,294	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,100	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	1,00
HAZ 2007	S	0,732	0	0	0	0	0	0	0	0	0,268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00		
	S%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	1,00
	R	0,556	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,354	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	1,00
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	1,00

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

[illegible]

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

[illegible]

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

		AKBNK	AKGRT	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	GSDHO	HURGZ	İSCTR	İSGYO	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	ŞİSE	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK	
	Eşit Ağ.	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	1,00	
TEM 2008	S	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,150	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,121	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,279	1,00
	R	0,376	0	0	0	0	0	0,053	0	0,344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,227	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0,059	0	0	0	0	0	0,141	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,112	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,288	1,00
AĞU 2008	S	0,811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,189	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,264	0	0,136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0,841	0	0	0	0,008	0	0,032	0	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0,030	0	0,019	0	0	0	0,039	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,239	0	0,112	0	0	0	0	0	0	0	0,049	0	0	0	0	0	0,300	1,00
EYL 2008	S	0,515	0	0	0	0	0	0,137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,347	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0,134	0	0	0	0	0	0,066	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,300	0	0,100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0,300	0	0	0	0	0	0,359	0	0,040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,301	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0,047	0	0	0,035	0	0	0,106	0	0	0,012	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,300	0	0,100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
EKİ 2008	S	0,503	0	0	0	0	0	0	0	0,124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,373	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,168	0	0,032	0	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,100	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0,833	0	0	0	0,013	0,002	0,032	0	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0,027	0	0,020	0	0,001	0	0,036	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,187	0	0	0,013	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,100	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
KAS 2008	S	0,409	0	0	0	0	0	0,269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,322	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,300	0	0,100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,172	0	0	0	0	0	0,112	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,115	1,00
ARA 2008	S	0,478	0	0	0	0	0	0,018	0	0,054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,450	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,189	0	0	0,011	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,220	0	0,180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0,476	0	0	0	0	0	0,032	0	0,112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,380	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,123	0	0,077	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,190	0	0,210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	1,00

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

[illegible]

Ek 22: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

		AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	İSCTR	KRDMMD	KCHOL	PETKM	SAHOL	SKBNK	SİSE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	YKBNK	
Eşit Ağ		0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	1,00
OCA 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,526	0	0	0	0	0,474	1,00
	S _{%20}	0	0	0,200	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0,025	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,075	0,300	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0,186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,343	0	0	0	0	0	0,471	1,00
	R _{%20}	0	0	0,200	0	0	0,003	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,126	0	0,071	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0,263	0	0	0	0	0,137	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0,300	1,00
ŞUB 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0,155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,845	1,00
	S _{%20}	0	0	0,114	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0,086	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0,048	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,168	0,159	0	0	0,025	0	0,300	1,00
	R	0	0	0	0	0	0	0	0,242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,758	1,00
	R _{%20}	0	0	0,134	0	0	0,066	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0,056	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,044	0	0	0	0	0,300	1,00
MAR 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0,204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,796	1,00
	S _{%20}	0	0	0,200	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,176	0	0	0,024	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0,190	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,210	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0,188	0	0	0	0	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0,199	0	0	0	0	0	0,593	1,00
	R _{%20}	0	0	0,200	0	0	0,059	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,117	0	0,024	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0,249	0	0	0	0	0,165	0	0	0	0	0	0	0	0,286	0	0	0	0	0	0,300	1,00
NİS 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0,212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,788	1,00
	S _{%20}	0,005	0	0,103	0	0	0	0,001	0,200	0	0	0	0	0	0,004	0,004	0,200	0,200	0	0	0,083	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0	0	0	0	0	0,124	0	0	0	0	0	0	0	0,174	0	0	0	0	0	0,702	1,00
	R _{%20}	0	0	0,071	0	0	0,129	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0,020	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,080	0	0	0	0	0,300	1,00
MAY 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0,245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,755	1,00
	S _{%20}	0	0	0,200	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,182	0	0	0,018	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0,300	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,100	0	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0,484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096	0	0	0	0	0	0,420	1,00
	R _{%20}	0	0	0,200	0	0	0,086	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,094	0	0,020	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0,300	0	0	0	0	0,209	0	0	0	0	0	0	0	0,191	0	0	0	0	0	0,300	1,00
HAZ 2010	S	0	0	0	0	0	0	0	0,245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,755	1,00
	S _{%20}	0	0	0,045	0	0	0,071	0	0,200	0	0	0	0	0	0,006	0	0,200	0,200	0	0	0,079	0	0,200	1,00
	S _{%30}	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,100	0	0	0	0	0,300	1,00
	R	0	0	0	0	0	0	0	0,108	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0,691	1,00
	R _{%20}	0	0	0,024	0	0	0,176	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0,200	0	0	0	0	0,200	1,00
	R _{%30}	0	0	0	0	0	0,021	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,079	0	0	0	0	0,300	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları

	AKBNK	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	FİNBN	FORTS	GARAN	GSDHO	HURGZ	İHLAS	İSTR	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SİSE	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK		
Eşit Ağı	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	1,00		
OCA 2007	S	0,349	0,090	0	0	0	0,107	0	0,086	0	0,097	0	0	0	0,097	0	0	0	0	0	0	0,173	0	0	0	1,00	
	S%20	0,200	0,130	0	0	0	0,120	0	0,126	0	0,113	0	0,020	0	0,113	0	0	0	0	0	0	0,179	0	0	0	1,00	
	S%30	0,300	0,104	0	0	0	0,112	0	0,100	0	0,102	0	0,005	0	0	0,103	0	0	0	0	0	0,175	0	0	0	1,00	
	R	0,345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0	0	0,001	0,116	0	0,180	0	0,157	0,019	0,177	0	0	0	1,00	
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0	0	0,011	0,131	0,040	0,200	0	0,171	0,047	0,184	0	0	0	0	1,00	
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015	0	0	0,021	0,110	0	0,194	0	0,158	0,041	0,155	0,005	0	0	0	0	1,00
ŞUB 2007	S	0,346	0,086	0	0	0	0,091	0	0,101	0	0,098	0	0	0	0	0,101	0	0	0	0,005	0	0	0,172	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0,125	0	0	0	0,104	0	0,142	0	0,116	0	0,017	0	0	0,117	0	0	0	0	0	0,179	0	0	0	1,00	
	S%30	0,300	0,098	0	0	0	0,096	0	0,114	0	0,104	0	0,002	0	0	0,107	0	0	0	0,005	0	0	0,174	0	0	0	1,00
	R	0,349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0,007	0,117	0	0,181	0	0,153	0,018	0,171	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016	0	0	0,010	0,131	0,042	0,200	0	0,169	0,046	0,185	0	0	0	0	1,00	
	R%30	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0,019	0,115	0	0,197	0	0,160	0,040	0,166	0	0	0	0	0	1,00
MAR 2007	S	0,346	0,093	0	0	0	0,070	0	0,105	0	0,090	0	0	0	0	0,122	0	0	0	0,003	0	0	0,172	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0,131	0	0	0	0,082	0	0,145	0	0,106	0	0,019	0	0	0,138	0	0	0	0	0	0	0,178	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0,105	0	0	0	0,075	0	0,117	0	0,095	0	0,003	0	0	0,128	0	0	0	0,003	0	0	0,174	0	0	0	1,00
	R	0,344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0	0	0,004	0,116	0	0,180	0	0,152	0,017	0,180	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0	0	0,010	0,128	0,044	0,200	0	0,167	0,046	0,188	0	0	0	0	1,00	
	R%30	0,300	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0,110	0,006	0,194	0	0,156	0,042	0,161	0,007	0	0	0	0
NİS 2007	S	0,341	0,076	0	0	0	0,076	0	0,123	0	0,089	0	0	0	0	0,113	0	0	0	0	0	0	0,182	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0,113	0	0	0	0,089	0	0,164	0	0,108	0	0,008	0	0	0,130	0	0	0	0	0	0	0,189	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0,087	0	0	0	0,081	0	0,135	0	0,095	0	0	0	0	0,119	0	0	0	0	0	0	0,183	0	0	0	1,00
	R	0,339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0	0	0,115	0	0,180	0	0,150	0,017	0,192	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011	0	0	0,009	0,128	0,046	0,200	0	0,166	0,046	0,194	0	0	0	0	1,00	
	R%30	0,300	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0,108	0,009	0,193	0	0,154	0,043	0,160	0,010	0	0	0	0
MAY 2007	S	0,349	0,087	0	0	0	0,078	0	0,132	0	0,072	0	0	0	0	0,118	0	0	0	0	0	0	0,164	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0,126	0	0	0	0,093	0	0,175	0	0,091	0	0,008	0	0	0,137	0	0	0	0	0	0	0,170	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0,101	0	0	0	0,084	0	0,146	0	0,079	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0,166	0	0	0	1,00
	R	0,338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0	0,001	0,114	0	0,181	0	0,153	0,016	0,190	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007	0,130	0,049	0,200	0	0,168	0,045	0,197	0,004	0	0	0	1,00
	R%30	0,300	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0,107	0,011	0,192	0	0,153	0,042	0,158	0,014	0	0	0	0
HAZ 2007	S	0,337	0,098	0	0	0	0,074	0	0,109	0	0,074	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,014	0	0	0,168	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0,136	0	0	0	0,086	0	0,171	0	0,091	0	0	0	0	0,137	0	0	0	0	0	0	0,179	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0,109	0	0	0	0,075	0	0,142	0	0,077	0	0	0	0	0,123	0	0	0	0	0	0	0,174	0	0	0	1,00
	R	0,342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0,001	0,113	0	0,178	0	0,155	0,016	0,190	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,129	0,053	0,200	0	0,170	0,045	0,199	0	0	0	0	1,00
	R%30	0,300	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0,022	0	0	0,020	0,100	0,013	0,184	0	0,147	0,040	0,148	0,014	0	0	0	0

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

	AKBNK	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	FİNBN	FORTS	GARAN	GSDHO	HURGZ	İHLAS	İSCTR	İSGYO	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SİSE	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK	
Eşit Ağı	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	1,00
TEM 2007	S	0,319	0,105	0	0	0	0,071	0	0,145	0	0,067	0	0	0	0	0,113	0	0	0	0	0	0,180	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,138	0	0	0	0,085	0	0,180	0	0,083	0	0	0	0	0,129	0	0	0	0	0	0,185	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,111	0	0	0	0,074	0	0,151	0	0,069	0	0	0	0	0,115	0	0	0	0	0	0,180	0	0	0	1,00
	R	0,246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,371	0	0	0,053	0	0,146	0	0	0,184	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,019	0	0,200	0	0	0,106	0,048	0,200	0	0,039	0,188	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025	0	0,179	0	0,006	0,091	0,016	0,190	0	0,038	0,155	0	0	0	0	1,00
AĞU 2007	S	0,341	0,077	0	0	0	0,061	0	0,167	0	0,064	0	0	0	0	0,111	0	0,002	0	0	0	0,177	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,116	0	0	0	0,077	0	0,200	0	0,082	0	0,005	0	0	0,129	0	0,008	0	0	0	0,183	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,088	0	0	0	0,067	0	0,177	0	0,070	0	0	0	0	0,116	0	0,004	0	0	0	0,178	0	0	0	1,00
	R	0,270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,315	0	0	0,063	0	0,155	0	0	0,197	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0,030	0,014	0	0	0	0	0,189	0	0	0,097	0,041	0,196	0	0,043	0,162	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,027	0	0,180	0	0,004	0,091	0,016	0,186	0	0,039	0,157	0	0	0	0	1,00
EYL 2007	S	0,353	0,065	0	0	0	0,067	0	0,115	0	0,052	0	0	0	0	0,124	0	0,059	0	0	0	0,165	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,094	0	0	0	0,095	0	0,159	0	0,075	0	0	0	0	0,141	0	0,066	0	0	0	0,170	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,058	0	0	0	0,063	0	0,169	0	0,057	0	0	0	0	0,131	0	0,052	0	0	0	0,170	0	0	0	1,00
	R	0,262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,313	0	0	0,064	0	0,158	0	0	0,202	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,006	0	0	0	0	0,200	0	0	0,101	0,047	0,199	0	0,044	0,175	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0	0,176	0	0,005	0,090	0,018	0,187	0	0,039	0,157	0	0	0	0	1,00
EKİ 2007	S	0,348	0,047	0	0	0	0,049	0	0,169	0	0,055	0	0	0	0	0,124	0	0,036	0	0	0	0,173	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,087	0	0	0	0,065	0	0,200	0	0,074	0	0,008	0	0	0,143	0	0,045	0	0	0	0,179	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,059	0	0	0	0,054	0	0,182	0	0,061	0	0	0	0	0,131	0	0,039	0	0	0	0,174	0	0	0	1,00
	R	0,231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,385	0	0	0,048	0	0,142	0	0	0,193	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,009	0	0	0	0	0,200	0	0	0,100	0,047	0,198	0	0,043	0,174	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,029	0	0,175	0	0,006	0,089	0,019	0,186	0	0,039	0,156	0,001	0	0	1,00
KAS 2007	S	0,366	0,016	0	0	0	0,043	0	0,188	0	0,056	0	0	0	0	0,121	0	0,033	0	0	0	0,176	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,068	0	0	0	0,064	0	0,200	0	0,081	0	0,015	0	0	0,142	0	0,048	0	0	0	0,182	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,032	0	0	0	0,051	0	0,207	0	0,065	0	0	0	0	0,131	0	0,037	0	0	0	0,177	0	0	0	1,00
	R	0,229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,392	0	0	0,046	0	0,140	0	0	0,194	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,008	0	0	0	0	0,200	0	0	0,099	0,049	0,197	0	0,042	0,177	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,029	0	0,176	0	0,006	0,088	0,020	0,185	0	0,038	0,155	0,001	0	0	1,00
ARA 2007	S	0,331	0,017	0	0	0	0,055	0	0,218	0	0,055	0	0	0	0	0,138	0	0,015	0	0	0	0,171	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0,068	0	0	0	0,075	0	0,200	0	0,076	0	0,019	0	0	0,154	0	0,032	0	0	0	0,176	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0,025	0	0	0	0,059	0	0,227	0	0,058	0	0	0	0	0,141	0	0,016	0	0	0	0,173	0	0	0	1,00
	R	0,223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,391	0	0	0,043	0	0,136	0	0	0,207	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,033	0	0,196	0	0	0,100	0,048	0,195	0	0,046	0,181	0,001	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,031	0	0,171	0	0,007	0,087	0,018	0,181	0	0,039	0,162	0,003	0	0	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

	AKBNK	AKGRT	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	GSDHO	HURGZ	İSCTR	İSGYO	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SİSE	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK		
Eşit Ağı	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	1,00	
OCA 2008	S	0,337	0	0,009	0	0	0	0,224	0	0,051	0,005	0	0	0	0,135	0	0,045	0	0	0	0	0,194	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,047	0	0	0	0,200	0	0,065	0,042	0	0,027	0	0,150	0	0,069	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0	0,018	0	0	0	0,234	0	0,055	0,011	0	0	0	0,139	0	0,047	0	0	0	0	0,196	0	0	0	1,00
	R	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,360	0	0	0,041	0	0,123	0	0,057	0	0,199	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,157	0	0,013	0,089	0,044	0,168	0	0,128	0,041	0,145	0,015	0	0	0	1,00
	R%30	0,298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,162	0	0,016	0,074	0,018	0,149	0	0,113	0,033	0,123	0,015	0	0	0	1,00
ŞUB 2008	S	0,330	0	0,025	0	0	0	0,213	0	0,073	0,010	0	0	0	0,133	0	0	0	0	0	0	0,215	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,106	0	0	0	0,200	0	0,089	0,048	0	0	0	0,157	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0	0,032	0	0	0	0,223	0	0,076	0,015	0	0	0	0,137	0	0	0	0	0	0	0,217	0	0	0	1,00
	R	0,217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,385	0	0	0,040	0	0,111	0	0,051	0	0,198	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,096	0,019	0,156	0	0,117	0,011	0,200	0	0	0	0	1,00
	R%30	0,256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,283	0	0	0,065	0	0,126	0	0,089	0	0,182	0	0	0	0	1,00
MAR 2008	S	0,321	0	0,032	0	0	0	0,211	0	0,066	0,005	0	0	0	0,153	0	0	0	0	0	0	0,211	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,087	0	0	0	0,200	0	0,086	0,036	0	0	0	0,180	0	0,011	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0	0,038	0	0	0	0,217	0	0,069	0,009	0	0	0	0,155	0	0	0	0	0	0	0,212	0	0	0	1,00
	R	0,212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,389	0	0	0,040	0	0,111	0	0,047	0	0,201	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,096	0,021	0,156	0	0,116	0,011	0,200	0	0	0	0	1,00
	R%30	0,252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,287	0	0	0,065	0	0,126	0	0,087	0	0,183	0	0	0	0	1,00
NİS 2008	S	0,336	0	0,002	0	0	0	0,220	0	0,043	0,014	0	0	0	0,162	0	0	0	0	0	0	0,224	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,075	0	0	0	0,200	0	0,068	0,056	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0	0,011	0	0	0	0,231	0	0,046	0,021	0	0	0	0,166	0	0	0	0	0	0	0,226	0	0	0	1,00
	R	0,216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,377	0	0	0,044	0	0,092	0	0,059	0	0,212	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,165	0	0,010	0,095	0,036	0,151	0	0,131	0,043	0,152	0,017	0	0	0	1,00
	R%30	0,287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0,055	0	0,094	0	0,081	0	0,183	0	0	0	0	1,00
MAY 2008	S	0,344	0	0	0	0	0	0,215	0	0,039	0,020	0	0	0	0,159	0	0	0	0	0	0	0,223	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,069	0	0	0	0,200	0	0,066	0,065	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S%30	0,300	0	0,003	0	0	0	0,232	0	0,044	0,029	0	0	0	0,165	0	0	0	0	0	0	0,227	0	0	0	1,00
	R	0,212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0	0	0,043	0	0,089	0	0,056	0	0,226	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,091	0,031	0,145	0	0,126	0,037	0,160	0,009	0	0	0	1,00
	R%30	0,284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0	0	0,052	0	0,090	0	0,077	0	0,197	0	0	0	0	1,00
HAZ 2008	S	0,321	0	0,008	0	0	0	0,203	0	0,048	0,018	0	0	0	0,162	0	0	0	0	0	0	0,241	0	0	0	1,00
	S%20	0,200	0	0,075	0	0	0	0,200	0	0,067	0,058	0	0	0	0,200	0	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,001	1,00
	S%30	0,300	0	0	0	0	0	0,229	0	0,040	0,029	0	0	0	0,166	0	0	0	0	0	0	0,236	0	0	0	1,00
	R	0,204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,389	0	0	0,040	0	0,078	0	0,055	0	0,235	0	0	0	0	1,00
	R%20	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,162	0	0,013	0,093	0,039	0,142	0	0,128	0,045	0,161	0,018	0	0	0	1,00
	R%30	0,249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,288	0	0	0,066	0	0,095	0	0,093	0	0,210	0	0	0	0	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

		AKBNK	AKGRT	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	GSDHO	HURGZ	İSCTR	İSGYO	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SİSE	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	VESTL	YKBNK	
Eşit Ağı		0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	1,00	
TEM 2008	S	0,300	0	0,007	0	0	0	0,218	0	0,026	0,016	0	0,002	0	0,179	0	0	0	0	0	0,251	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,067	0	0	0	0,200	0	0,040	0,057	0	0,036	0	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,181	0	0,027	0,030	0	0,033	0	0,180	0	0	0	0	0	0,247	0	0	0	1,00
	R	0,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,446	0	0	0,044	0	0	0,082	0	0,225	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0,047	0	0	0	0	0,200	0	0	0,104	0,043	0	0,176	0,037	0,194	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,199	0	0	0,097	0,019	0	0,167	0,037	0,176	0,005	0	0	0	1,00
AĞU 2008	S	0,324	0	0	0	0	0	0,214	0	0,030	0,011	0	0,004	0	0,179	0	0	0	0	0	0,237	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,036	0	0	0	0,200	0	0,050	0,056	0	0,056	0	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,001	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,221	0	0,033	0,015	0	0,011	0	0,181	0	0	0	0	0	0,239	0	0	0	1,00
	R	0,196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,438	0	0	0,048	0	0	0,096	0	0,222	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0,059	0	0	0	0	0,200	0	0	0,101	0,027	0	0,182	0,032	0,198	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0,042	0	0	0	0	0,195	0	0	0,092	0	0	0,168	0,033	0,171	0	0	0	0	1,00
EYL 2008	S	0,322	0	0	0	0	0	0,210	0	0,020	0,033	0	0	0	0,194	0	0	0	0	0	0,221	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,058	0	0	0	0,200	0	0,037	0,074	0	0,029	0	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,003	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0,005	0	0	0	0,217	0	0,022	0,037	0	0	0	0,197	0	0	0	0	0	0,223	0	0	0	1,00
	R	0,191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,447	0	0	0,046	0	0	0,093	0	0,223	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,001	0	0	0,058	0	0	0	0	0,200	0	0	0,101	0,025	0	0,182	0,031	0,200	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,245	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0,300	0	0	0,071	0	0	0,144	0	0,237	0	0	0	0	1,00
EKİ 2008	S	0,365	0	0	0	0	0	0,193	0	0	0,043	0	0,005	0	0,178	0	0	0	0	0	0,216	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0,010	0,070	0	0,072	0	0,200	0	0	0,005	0	0	0,200	0	0	0,044	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,214	0	0	0,053	0	0,021	0	0,185	0	0	0	0	0	0,221	0	0	0,007	1,00
	R	0,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,430	0	0	0,043	0	0	0,093	0	0,235	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,012	0	0	0,033	0	0	0	0	0,200	0	0	0,113	0,027	0	0,200	0,014	0,200	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,217	0	0	0,093	0	0	0,173	0,022	0,196	0	0	0	0	1,00
KAS 2008	S	0,364	0	0	0	0	0	0,212	0	0	0,063	0	0	0	0,101	0	0	0	0	0	0,261	0	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,117	0	0,081	0	0,169	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,033	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,240	0	0	0,076	0	0,009	0	0,109	0	0	0	0	0	0,266	0	0	0	1,00
	R	0,225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,354	0	0	0,050	0	0	0,108	0	0,262	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0,048	0,004	0	0	0	0,200	0	0	0,091	0,037	0	0,186	0,033	0,200	0	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,196	0	0	0,081	0	0	0,180	0,018	0,224	0	0	0	0	1,00
ARA 2008	S	0,335	0	0	0	0	0	0,228	0	0	0,079	0	0	0	0,114	0	0	0	0	0	0,239	0	0	0,004	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,118	0	0,070	0	0,162	0	0	0	0	0	0,200	0	0	0,050	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0,243	0	0	0,086	0	0,002	0	0,118	0	0	0	0	0	0,242	0	0	0,009	1,00
	R	0,227	0	0	0	0	0,007	0	0	0	0	0,337	0	0	0,044	0	0	0,115	0	0,270	0	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0	0	0,060	0	0	0	0	0,200	0	0	0,088	0,035	0	0,182	0,034	0,200	0,001	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,204	0	0	0,076	0	0	0,173	0,019	0,229	0	0	0	0	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

	AKBNK	AKGRT	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	HURGZ	İSCTR	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SKBNK	SİSE	TSKB	TCELL	TUPRS	THYAO	YKBNK	
Eşit Ağı	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	1,00
OCA 2009	S	0,218	0	0	0,297	0	0	0	0,164	0	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0	0,232	0	0,066	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,065	0	0	0	0,063	0	0	0	0	0,200	0	0,072	1,00
	S _{%30}	0,219	0	0	0,297	0	0	0	0,163	0	0,023	0	0	0	0	0	0	0	0	0,232	0	0,066	1,00
	R	0,286	0	0	0,103	0	0	0,011	0	0	0	0	0	0,015	0,063	0	0,159	0	0,159	0,205	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,124	0	0	0,028	0	0	0	0	0	0	0,091	0,021	0,162	0	0,171	0,200	0,004	0	1,00
	R _{%30}	0,297	0	0	0,068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,086	0	0,137	0	0,147	0,265	0	0	1,00
ŞUB 2009	S	0,252	0	0	0,282	0	0	0	0,140	0	0,013	0	0	0	0,062	0	0	0	0	0,209	0	0,042	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,045	0	0	0	0,113	0	0	0	0	0,200	0	0,042	1,00
	S _{%30}	0,253	0	0	0,282	0	0	0	0,140	0	0,012	0	0	0	0,061	0	0	0	0	0,210	0	0,042	1,00
	R	0,315	0	0	0,090	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0,075	0	0,143	0	0,146	0,227	0,001	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,117	0	0	0,028	0	0	0	0	0	0	0,095	0,024	0,163	0	0,168	0,200	0,005	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0,082	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0,002	0,077	0	0,146	0	0,148	0,233	0	0	1,00
MAR 2009	S	0,227	0	0	0,302	0	0	0	0,139	0	0,001	0	0	0	0,082	0	0	0	0	0,203	0	0,046	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,198	0	0,031	0	0	0	0,131	0	0	0	0	0,200	0	0,039	1,00
	S _{%30}	0,228	0	0	0,300	0	0	0	0,140	0	0,001	0	0	0	0,083	0	0	0	0	0,203	0	0,046	1,00
	R	0,309	0	0	0,092	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0,002	0,076	0	0,143	0	0,145	0,230	0,001	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,123	0	0	0,027	0	0	0	0	0	0,002	0,098	0,016	0,164	0	0,168	0,200	0,003	0	1,00
	R _{%30}	0,285	0	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,092	0	0,137	0	0,143	0,276	0	0	1,00
NIS 2009	S	0,277	0	0	0,280	0	0	0	0,138	0	0,008	0	0	0	0,077	0	0	0	0	0,198	0	0,022	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,188	0	0,047	0	0	0	0,130	0	0	0	0	0,200	0	0,035	1,00
	S _{%30}	0,277	0	0	0,281	0	0	0	0,138	0	0,008	0	0	0	0,078	0	0	0	0	0,197	0	0,022	1,00
	R	0,308	0	0	0,091	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0,076	0	0,143	0	0,143	0,236	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,123	0	0	0,028	0	0	0	0	0	0,002	0,097	0,016	0,164	0	0,167	0,200	0,003	0	1,00
	R _{%30}	0,282	0	0	0,065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,093	0	0,136	0	0,141	0,283	0	0	1,00
MAY 2009	S	0,286	0	0	0,268	0	0	0	0,157	0	0,005	0	0	0	0,099	0	0	0	0	0,173	0	0,013	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,042	0	0	0	0,138	0	0	0	0	0,194	0	0,027	1,00
	S _{%30}	0,286	0	0	0,268	0	0	0	0,157	0	0,005	0	0	0	0,099	0	0	0	0	0,172	0	0,013	1,00
	R	0,302	0	0	0,093	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0	0,072	0	0,128	0	0,145	0,251	0,002	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,133	0	0	0,032	0	0	0	0	0	0,004	0,094	0	0,151	0	0,177	0,200	0,008	0	1,00
	R _{%30}	0,280	0	0	0,073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,084	0	0,123	0	0,145	0,296	0	0	1,00
HAZ 2009	S	0,277	0	0	0,292	0	0	0	0,154	0	0,007	0	0	0	0,076	0	0	0	0	0,182	0	0,012	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,050	0	0	0	0,126	0	0	0	0	0,200	0	0,024	1,00
	S _{%30}	0,277	0	0	0,292	0	0	0	0,154	0	0,007	0	0	0	0,076	0	0	0	0	0,182	0	0,012	1,00
	R	0,299	0	0	0,093	0	0	0,007	0	0	0	0	0	0	0,073	0	0,129	0	0,144	0,253	0,002	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,128	0	0	0,032	0	0	0	0	0	0,004	0,102	0	0,148	0	0,180	0,200	0,007	0	1,00
	R _{%30}	0,300	0	0	0,107	0	0	0,040	0	0	0	0	0	0,032	0,071	0	0,125	0	0,125	0,168	0,031	0	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

	AKBNK	AKGRT	ARCLK	AYGAZ	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	HURGZ	İSCTR	İSGYO	KRDMD	KCHOL	PETKM	PTOFS	SAHOL	SİSE	TSKB	TCELL	TUPRS	THYAO	YKBNK	
Eşit Ağı	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	1,00
TEM 2009	S	0,284	0	0	0,309	0	0	0	0,156	0	0	0	0	0	0,079	0	0	0	0	0,169	0	0,003	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,044	0	0	0	0,136	0	0	0	0	0,199	0	0,021	1,00
	S _{%30}	0,286	0	0	0,300	0	0	0	0,159	0	0	0	0	0	0,082	0	0	0	0	0,170	0	0,002	1,00
	R	0,242	0	0	0	0	0	0	0	0	0,312	0	0	0	0,029	0	0	0,117	0,300	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,089	0	0	0,055	0	0	0	0,200	0	0	0,072	0,021	0	0,162	0,200	0,001	0	0	1,00
	R _{%30}	0,232	0	0	0,018	0	0	0,003	0	0	0	0,269	0	0	0,060	0	0	0,118	0,300	0	0	0	1,00
AĞU 2009	S	0,292	0	0	0,297	0	0	0	0,161	0	0	0	0	0	0,081	0	0	0	0	0,155	0	0,015	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,033	0	0	0	0,137	0	0	0	0	0,186	0	0,044	1,00
	S _{%30}	0,292	0	0	0,297	0	0	0	0,161	0	0	0	0	0	0,081	0	0	0	0	0,155	0	0,015	1,00
	R	0,243	0	0	0	0	0	0	0	0	0,312	0	0	0	0,029	0	0	0,113	0,303	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,091	0	0	0,055	0	0	0	0,200	0	0	0,072	0,017	0	0,162	0,200	0,002	0	0	1,00
	R _{%30}	0,230	0	0	0,004	0	0	0,012	0	0	0	0,300	0	0	0,039	0	0	0,115	0,300	0	0	0	1,00
EYL 2009	S	0,288	0	0	0,290	0	0	0	0,160	0	0	0	0	0	0,102	0	0	0	0	0,155	0	0,005	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,039	0	0	0	0,152	0	0	0	0	0,182	0	0,026	1,00
	S _{%30}	0,288	0	0	0,290	0	0	0	0,160	0	0	0	0	0	0,101	0	0	0	0	0,155	0	0,005	1,00
	R	0,272	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290	0	0	0	0,030	0	0	0,107	0,301	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,089	0	0	0,054	0	0	0	0,200	0	0	0,071	0,020	0	0,166	0,200	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,237	0	0	0,009	0	0	0,006	0	0	0	0,300	0	0	0,033	0	0	0,119	0,296	0	0	0	1,00
EKİ 2009	S	0,281	0	0	0,328	0	0	0	0,144	0	0	0	0	0	0,084	0	0	0	0	0,156	0	0,008	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,032	0	0	0	0,148	0	0	0	0	0,190	0	0,029	1,00
	S _{%30}	0,288	0	0	0,300	0	0	0	0,153	0	0	0	0	0	0,093	0	0	0	0	0,160	0	0,006	1,00
	R	0,246	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0,283	0	0	0	0,023	0	0	0,121	0,314	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,090	0	0	0,053	0	0	0	0,200	0	0	0,071	0,022	0	0,163	0,200	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,236	0	0	0,012	0	0	0,003	0	0	0	0,300	0	0	0,032	0	0	0,117	0,300	0	0	0	1,00
KAS 2009	S	0,283	0	0	0,330	0	0	0	0,147	0	0	0	0	0	0,045	0	0	0	0	0,183	0	0,012	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0	0,200	0	0	0	0,200	0	0,044	0	0	0,001	0,118	0	0	0,003	0	0,200	0	0,033	1,00
	S _{%30}	0,291	0	0	0,300	0	0	0	0,157	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0	0	0,187	0	0,009	1,00
	R	0,224	0	0	0,008	0	0	0,009	0	0	0	0,301	0	0	0,026	0	0	0,116	0,316	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,093	0	0	0,053	0	0	0	0,200	0	0	0,067	0,022	0	0,165	0,200	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,234	0	0	0,011	0	0	0,005	0	0	0	0,300	0	0	0,033	0	0	0,117	0,300	0	0	0	1,00
ARA 2009	S	0,295	0	0	0,328	0	0	0	0,142	0	0	0	0	0	0,038	0	0	0	0	0,188	0	0,008	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,004	0,200	0	0	0	0,200	0	0,034	0	0	0,005	0,114	0	0	0,013	0	0,200	0	0,031	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,300	0	0	0	0,152	0	0	0	0	0	0,048	0	0	0	0	0,193	0	0,007	1,00
	R	0,267	0	0	0	0	0	0	0	0	0,295	0	0	0	0,019	0	0	0,108	0,310	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0	0,090	0	0	0,052	0	0	0	0,200	0	0	0,068	0,024	0	0,162	0,200	0,003	0	0	1,00
	R _{%30}	0,235	0	0	0,011	0	0	0,006	0	0	0	0,300	0	0	0,032	0	0	0,116	0,300	0	0	0	1,00

Ek 23: Markowitz'in Kullandığı Verilerle Yapılan Portföy Optimizasyon Sonuçları (Devam Ediyor)

	AKBNK	AKGRT	AEFES	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	GARAN	İSCTR	KRDMD	KCHOL	PETKM	SAHOL	SKBNK	SİSE	TEBNK	TSKB	TOASO	TCELL	TUPRS	THYAO	YKBNK	
Eşit Ağı	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	1,00
OCA 2010	S	0,364	0	0	0,015	0	0	0	0,258	0,055	0	0	0	0	0	0	0,012	0	0	0,296	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,075	0,083	0	0	0	0,200	0,091	0	0,046	0	0	0	0	0,060	0	0	0,200	0,030	0,015	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,027	0	0	0	0,280	0,068	0	0,011	0	0	0	0	0,014	0	0	0,300	0	0	1,00
	R	0,012	0	0,728	0	0	0	0,010	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0,113	0	0,109	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,065	0	0	0	0	0,023	0	0,109	0	0,007	0,181	0,015	0,200	0	0	1,00
	R _{%30}	0,293	0	0,300	0	0	0	0,044	0	0	0	0,037	0	0,071	0	0,022	0,082	0,019	0,093	0,024	0,015	0	1,00
ŞUB 2010	S	0,339	0	0	0,009	0	0	0	0,253	0,058	0	0,027	0	0	0	0	0,016	0	0	0,298	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,013	0,083	0	0	0	0,200	0,100	0	0,086	0	0	0	0	0,062	0	0	0,200	0,028	0,026	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,016	0	0	0	0,266	0,066	0	0,035	0	0	0	0	0,017	0	0	0,300	0	0	1,00
	R	0,012	0	0,711	0	0	0	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0,041	0,128	0	0,084	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,068	0	0	0	0	0,025	0	0,108	0	0,184	0,015	0,200	0	0	0	1,00
	R _{%30}	0,281	0	0,300	0	0	0	0,043	0	0	0	0,040	0	0,074	0	0,022	0,085	0,021	0,098	0,024	0,013	0	1,00
MAR 2010	S	0,329	0	0	0	0	0	0	0,248	0,058	0	0,029	0	0	0	0	0,041	0	0	0,295	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,024	0,064	0	0	0	0,200	0,097	0	0,084	0	0	0	0	0,087	0	0	0,200	0,020	0,023	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0	0	0	0	0,259	0,064	0	0,036	0	0	0	0	0,043	0	0	0,298	0	0	1,00
	R	0,038	0	0,715	0	0	0	0,020	0	0	0	0	0	0	0	0,032	0,124	0	0,071	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,062	0	0	0	0	0,024	0	0,107	0	0,010	0,184	0,014	0,200	0	0	1,00
	R _{%30}	0,279	0	0,300	0	0	0	0,044	0	0	0	0,040	0	0,074	0	0,023	0,086	0,020	0,097	0,023	0,013	0	1,00
NİS 2010	S	0,344	0	0	0	0	0	0	0,250	0,051	0	0,018	0	0	0	0	0,040	0	0	0,296	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,031	0,073	0	0	0	0,200	0,095	0	0,075	0	0	0	0	0,090	0	0	0,200	0,014	0,022	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,004	0	0	0	0,266	0,059	0	0,028	0	0	0	0	0,043	0	0	0,300	0	0	1,00
	R	0,038	0	0,716	0	0	0	0,019	0	0	0	0	0	0	0	0,033	0,122	0	0,072	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,062	0	0	0	0	0,023	0	0,106	0	0,014	0,182	0,012	0,200	0	0	1,00
	R _{%30}	0,274	0	0,300	0	0	0	0,046	0	0	0	0,039	0	0,074	0	0,025	0,087	0,020	0,099	0,023	0,013	0	1,00
MAY 2010	S	0,336	0	0	0,002	0	0	0	0,246	0,057	0	0,029	0	0	0	0	0,037	0	0	0,293	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,094	0,059	0	0	0	0,200	0,081	0	0,061	0	0	0	0	0,083	0	0	0,200	0	0,022	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,008	0	0	0	0,258	0,064	0	0,036	0	0	0	0	0,038	0	0	0,296	0	0	1,00
	R	0,039	0	0,710	0	0	0	0,019	0	0	0	0	0	0	0	0,038	0,120	0	0,075	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,063	0	0	0	0	0,020	0	0,105	0	0,020	0,181	0,011	0,200	0	0	1,00
	R _{%30}	0,271	0	0,300	0	0	0	0,048	0	0	0	0,038	0	0,074	0	0,026	0,087	0,019	0,101	0,023	0,013	0	1,00
HAZ 2010	S	0,357	0	0	0,014	0	0	0	0,237	0,055	0	0,027	0	0	0	0	0,027	0	0	0,282	0	0	1,00
	S _{%20}	0,200	0	0,080	0,073	0	0	0	0,200	0,083	0	0,067	0	0	0	0	0,069	0	0	0,200	0	0,028	1,00
	S _{%30}	0,300	0	0	0,024	0	0	0	0,256	0,067	0	0,039	0	0	0	0	0,028	0	0	0,287	0	0	1,00
	R	0,042	0	0,711	0	0	0	0,018	0	0	0	0	0	0	0	0,036	0,117	0	0,075	0	0	0	1,00
	R _{%20}	0,200	0	0,200	0	0	0	0,063	0	0	0	0	0,020	0	0,104	0	0,020	0,182	0,010	0,200	0	0	1,00
	R _{%30}	0,270	0	0,300	0	0	0	0,045	0	0	0	0,038	0	0,075	0	0,026	0,089	0,019	0,103	0,022	0,012	0	1,00

Ek 24: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Aylık Getiri)

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağı.	Endeks	r_f
Oca.07	8,44	4,22	4,27	4,84	5,17	6,43	6,40	6,17	1,46
Şub.07	-0,39	4,15	0,28	2,36	4,56	4,43	2,73	0,99	1,46
Mar.07	3,84	3,50	2,69	3,95	3,54	5,00	4,06	4,81	1,46
Nis.07	2,06	2,20	-1,32	4,43	2,20	3,77	6,17	4,11	1,46
May.07	-3,22	2,13	0,39	-1,42	2,13	1,81	7,78	2,95	1,46
Haz.07	-3,16	-5,73	-6,27	-5,15	-5,73	-6,43	-1,43	-0,12	1,46
Tem.07	20,73	13,09	18,21	14,98	11,66	12,84	9,42	13,55	1,46
Ağu.07	-6,70	-3,28	-6,60	-5,02	-3,28	-3,89	-4,74	-4,70	1,46
Eyl.07	10,38	15,22	7,84	18,02	15,22	20,16	7,82	8,44	1,46
Eki.07	13,95	9,54	11,91	13,65	9,54	10,24	3,26	7,02	1,46
Kas.07	-16,76	-7,57	-9,71	-16,18	-7,57	-9,61	-7,23	-6,25	1,44
Ara.07	0,69	-1,81	-1,64	0,66	-1,81	-1,36	0,23	2,44	1,40
Oca.08	-19,93	-20,52	-19,87	-19,02	-21,75	-21,08	-24,25	-24,16	1,35
Şub.08	-5,45	-3,67	-6,27	-2,97	-5,29	-6,28	4,96	3,84	1,31
Mar.08	-21,54	-14,34	-15,46	-19,12	-15,32	-15,53	-14,50	-12,57	1,29
Nis.08	14,80	15,87	14,18	15,79	14,14	14,18	16,73	12,03	1,27
May.08	-13,74	-9,35	-8,54	-15,00	-8,42	-8,51	-8,98	-10,73	1,27
Haz.08	-25,85	-19,24	-24,03	-24,73	-21,50	-24,03	-14,81	-12,97	1,27
Tem.08	53,30	39,83	40,77	46,17	40,10	44,82	24,72	25,07	1,31
Ağu.08	-4,37	-5,08	-5,64	-5,41	-5,08	-5,08	-2,39	-6,73	1,36
Eyl.08	1,94	-8,81	-4,01	-3,50	-8,08	-4,01	-12,92	-6,17	1,40
Eki.08	-25,54	-25,04	-27,52	-21,27	-25,46	-27,52	-27,77	-22,65	1,40
Kas.08	-9,94	-11,01	-9,99	-10,50	-4,24	-2,23	-8,93	-7,66	1,40
Ara.08	9,75	7,76	8,38	8,90	6,96	7,79	5,54	6,04	1,40
Oca.09	-12,25	-10,58	-6,83	-14,79	-11,94	-13,79	-4,72	-4,28	1,35
Şub.09	-7,82	-10,94	-13,77	-8,34	-9,98	-8,99	-8,83	-8,39	1,25
Mar.09	14,01	14,74	12,19	10,70	14,02	10,47	9,30	6,92	1,08
Nis.09	42,37	26,00	29,73	27,71	26,34	28,45	26,70	23,08	0,96
May.09	13,52	17,58	10,52	12,79	17,41	12,28	17,57	9,95	0,88
Haz.09	-2,46	9,09	5,15	3,66	7,98	5,79	7,68	5,15	0,81
Tem.09	26,92	15,36	18,02	26,49	19,33	24,03	12,86	16,65	0,77
Ağu.09	4,41	15,05	8,03	4,51	17,17	8,03	17,67	8,41	0,73
Eyl.09	1,90	0,95	-0,13	-0,44	-2,90	-0,13	2,55	2,63	0,69
Eki.09	-2,80	0,99	-0,95	-3,19	1,66	-0,95	-1,75	-1,67	0,65
Kas.09	-5,00	-3,20	-3,74	-3,42	-2,51	-3,74	-3,50	-3,27	0,60
Ara.09	17,96	17,78	16,67	17,36	16,63	16,67	16,22	16,21	0,56
Oca.10	7,80	-0,10	3,90	0,66	-0,17	-1,37	6,12	2,23	0,54
Şub.10	-9,02	-4,78	-6,08	-9,14	-3,62	-7,04	-8,77	-10,14	0,54
Mar.10	17,96	12,94	14,22	12,02	11,85	11,58	13,19	15,30	0,54
Nis.10	8,83	4,41	3,07	6,91	2,67	3,33	5,71	3,54	0,54
May.10	-4,53	-7,66	-5,38	-4,13	-6,63	-6,12	-7,93	-7,21	0,54
Haz.10	3,69	-0,86	-1,21	1,93	-1,62	-1,34	-0,43	0,87	0,54
Ortalama	2,35	1,88	1,08	1,57	1,84	1,74	1,71	1,40	1,12

Ek 25: FI Modellerinden Elde Edilen Verilerle Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Bileşik Getiri)

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağırl.	Endeks	r_f
Oca.07	108,44	104,22	104,27	104,84	105,17	106,43	106,40	106,17	101,46
Şub.07	108,03	108,54	104,57	107,31	109,97	111,14	109,30	107,23	102,94
Mar.07	112,18	112,34	107,39	111,55	113,86	116,69	113,74	112,39	104,44
Nis.07	114,48	114,82	105,97	116,49	116,37	121,09	120,76	117,01	105,96
May.07	110,79	117,27	106,39	114,84	118,85	123,28	130,15	120,46	107,51
Haz.07	107,30	110,55	99,72	108,92	112,04	115,36	128,30	120,31	109,08
Tem.07	129,54	125,01	117,88	125,24	125,10	130,17	140,38	136,61	110,67
Ağu.07	120,86	120,91	110,10	118,96	120,99	125,11	133,73	130,19	112,28
Eyl.07	133,40	139,31	118,73	140,39	139,41	150,34	144,18	141,19	113,92
Eki.07	152,01	152,60	132,87	159,55	152,70	165,74	148,89	151,10	115,58
Kas.07	126,54	141,04	119,97	133,74	141,13	149,81	138,13	141,66	117,24
Ara.07	127,41	138,49	118,00	134,63	138,58	147,76	138,45	145,12	118,88
Oca.08	102,03	110,07	94,55	109,03	108,43	116,61	104,88	110,06	120,49
Şub.08	96,47	106,03	88,62	105,79	102,70	109,29	110,08	114,29	122,07
Mar.08	75,69	90,83	74,91	85,57	86,97	92,31	94,12	99,92	123,64
Nis.08	86,89	105,25	85,53	99,08	99,26	105,40	109,87	111,95	125,22
May.08	74,95	95,41	78,23	84,22	90,91	96,43	100,00	99,93	126,81
Haz.08	55,58	77,05	59,43	63,39	71,36	73,26	85,19	86,97	128,42
Tem.08	85,20	107,75	83,66	92,66	99,98	106,09	106,25	108,77	130,10
Ağu.08	81,48	102,27	78,94	87,65	94,90	100,70	103,70	101,45	131,87
Eyl.08	83,06	93,26	75,78	84,58	87,23	96,66	90,31	95,19	133,71
Eki.08	61,85	69,91	54,93	66,58	65,02	70,07	65,23	73,63	135,58
Kas.08	55,70	62,21	49,44	59,59	62,26	68,50	59,41	67,99	137,47
Ara.08	61,13	67,04	53,58	64,89	66,59	73,84	62,70	72,09	139,39
Oca.09	53,64	59,95	49,92	55,30	58,65	63,65	59,12	69,01	141,28
Şub.09	49,45	53,39	43,05	50,68	52,79	57,93	53,90	63,21	143,04
Mar.09	56,37	61,26	48,30	56,11	60,20	63,99	58,93	67,59	144,59
Nis.09	80,26	77,19	62,66	71,65	76,05	82,20	74,66	83,19	145,98
May.09	91,11	90,76	69,25	80,82	89,29	92,30	88,31	91,47	147,26
Haz.09	88,87	99,01	72,81	83,78	96,42	97,65	95,58	96,18	148,45
Tem.09	112,80	114,22	85,93	105,96	115,05	121,12	107,87	112,20	149,60
Ağu.09	117,78	131,42	92,84	110,75	134,80	130,85	126,94	121,63	150,69
Eyl.09	120,02	132,66	92,71	110,26	130,90	130,67	130,17	124,83	151,72
Eki.09	116,66	133,98	91,83	106,75	133,07	129,43	127,89	122,74	152,70
Kas.09	110,83	129,69	88,39	103,10	129,73	124,58	123,42	118,73	153,63
Ara.09	130,73	152,75	103,12	120,99	151,31	145,34	143,44	137,98	154,49
Oca.10	140,93	152,60	107,15	121,79	151,05	143,35	152,22	141,05	155,33
Şub.10	128,23	145,31	100,63	110,66	145,58	133,26	138,86	126,76	156,17
Mar.10	151,26	164,10	114,93	123,96	162,82	148,69	157,18	146,15	157,01
Nis.10	164,60	171,34	118,47	132,53	167,16	153,65	166,15	151,32	157,86
May.10	157,16	158,22	112,09	127,05	156,08	144,25	152,98	140,42	158,72
Haz.10	162,95	156,86	110,73	129,50	153,55	142,31	152,32	141,64	159,58

Ek 26: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Aylık Getiri)

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağr.	Endeks
Oca.07	4,96	5,32	5,08	8,06	8,45	8,02	6,40	6,17
Şub.07	3,99	4,04	4,01	6,54	6,70	7,00	2,73	0,99
Mar.07	6,60	7,16	6,78	0,07	-0,21	0,16	4,06	4,81
Nis.07	1,86	1,23	1,69	8,38	8,55	8,35	6,17	4,11
May.07	5,35	7,95	6,24	7,66	10,00	8,46	7,78	2,95
Haz.07	-1,73	-1,65	-1,59	-1,95	-1,54	-1,82	-1,43	-0,12
Tem.07	11,11	9,50	10,84	11,14	11,22	12,57	9,42	13,55
Ağu.07	-6,56	-6,76	-6,59	-0,36	1,71	1,09	-4,74	-4,70
Eyl.07	7,49	6,79	7,61	4,56	5,25	5,96	7,82	8,44
Eki.07	8,87	7,08	8,33	3,27	4,17	5,61	3,26	7,02
Kas.07	-9,51	-7,31	-8,57	-5,78	-5,80	-7,16	-7,23	-6,25
Ara.07	2,43	2,43	2,42	0,81	2,58	2,56	0,23	2,44
Oca.08	-21,56	-21,28	-21,55	-21,44	-22,84	-22,69	-24,25	-24,16
Şub.08	1,78	2,64	1,93	0,80	4,59	2,03	4,96	3,84
Mar.08	-12,37	-13,61	-12,51	-16,50	-16,17	-15,93	-14,50	-12,57
Nis.08	16,25	15,37	16,08	11,70	14,14	12,87	16,73	12,03
May.08	-12,35	-10,98	-12,08	-11,16	-11,79	-12,09	-8,98	-10,73
Haz.08	-14,86	-14,58	-14,72	-16,79	-14,71	-16,33	-14,81	-12,97
Tem.08	33,65	31,13	33,96	32,71	30,40	34,16	24,72	25,07
Ağu.08	-6,56	-5,74	-6,60	-2,87	-4,23	-3,83	-2,39	-6,73
Eyl.08	-8,10	-10,57	-8,59	-8,28	-7,08	-5,72	-12,92	-6,17
Eki.08	-23,10	-24,64	-23,34	-24,92	-24,76	-24,06	-27,77	-22,65
Kas.08	-15,84	-13,37	-15,37	6,69	0,77	1,64	-8,93	-7,66
Ara.08	9,31	8,01	9,23	3,99	5,39	5,23	5,54	6,04
Oca.09	-5,31	-4,07	-5,31	-3,04	-2,78	-1,38	-5,71	-4,28
Şub.09	-5,38	-5,25	-5,39	-9,41	-8,15	-9,26	-8,83	-8,39
Mar.09	10,73	11,15	10,75	10,05	7,68	9,16	9,33	6,92
Nis.09	24,15	25,49	24,15	26,23	28,09	24,99	26,70	23,08
May.09	14,71	14,19	14,71	9,80	11,62	9,22	18,29	9,95
Haz.09	8,88	7,03	8,88	5,39	5,39	5,88	8,23	5,15
Tem.09	12,50	12,96	12,57	14,29	14,05	13,98	12,86	16,65
Ağu.09	10,34	12,01	10,35	15,20	15,24	15,34	17,67	8,41
Eyl.09	12,49	9,51	12,50	5,06	8,76	5,64	2,55	2,63
Eki.09	-5,10	-5,16	-5,11	-4,31	-5,46	-4,47	-1,75	-1,67
Kas.09	-2,70	-3,40	-2,66	-5,51	-4,68	-5,44	-3,50	-3,27
Ara.09	14,31	15,04	14,45	15,64	15,30	15,58	16,22	16,21
Oca.10	-0,61	0,88	0,13	-4,51	0,13	-1,90	6,12	2,23
Şub.10	-10,20	-9,20	-10,12	-1,53	-7,63	-7,20	-8,77	-10,14
Mar.10	23,83	20,71	23,58	5,04	10,93	12,39	13,19	15,30
Nis.10	2,76	4,48	2,97	12,29	6,50	7,86	5,71	3,54
May.10	-4,99	-5,08	-5,36	-4,02	-6,12	-4,45	-7,93	-7,21
Haz.10	-0,61	0,31	-0,48	2,20	0,10	0,51	-0,43	0,87
Ortalama	1,93	1,90	1,98	2,03	2,23	2,20	1,71	1,40

Ek 27: Markowitz Verileri Kullanılarak Oluşturulan Portföylerin Performansları (Yüzdesel Bileşik Getiri)

	S	S(%20)	S(%30)	R	R(%20)	R(%30)	Eşit Ağr.	Endeks
Oca.07	104,96	105,32	105,08	108,06	108,45	108,02	106,40	106,17
Şub.07	109,15	109,57	109,29	115,13	115,72	115,58	109,30	107,23
Mar.07	116,35	117,41	116,70	115,22	115,48	115,76	113,74	112,39
Nis.07	118,51	118,86	118,67	124,87	125,36	125,43	120,76	117,01
May.07	124,85	128,30	126,07	134,43	137,90	136,04	130,15	120,46
Haz.07	122,69	126,19	124,06	131,81	135,78	133,56	128,30	120,31
Tem.07	136,32	138,17	137,51	146,49	151,01	150,36	140,38	136,61
Ağu.07	127,38	128,83	128,44	145,96	153,59	152,00	133,73	130,19
Eyl.07	136,92	137,57	138,22	152,62	161,65	161,05	144,18	141,19
Eki.07	149,07	147,31	149,73	157,61	168,39	170,08	148,89	151,10
Kas.07	134,89	136,54	136,89	148,50	158,63	157,91	138,13	141,66
Ara.07	138,16	139,86	140,21	149,71	162,72	161,96	138,45	145,12
Oca.08	108,37	110,10	110,00	117,61	125,56	125,20	104,88	110,06
Şub.08	110,30	113,00	112,12	118,55	131,33	127,75	110,08	114,29
Mar.08	96,65	97,63	98,09	98,99	110,09	107,40	94,12	99,92
Nis.08	112,37	112,63	113,87	110,58	125,66	121,22	109,87	111,95
May.08	98,49	100,26	100,11	98,23	110,85	106,57	100,00	99,93
Haz.08	83,86	85,64	85,38	81,73	94,54	89,17	85,19	86,97
Tem.08	112,07	112,30	114,37	108,47	123,28	119,63	106,25	108,77
Ağu.08	104,72	105,85	106,82	105,35	118,07	115,04	103,70	101,45
Eyl.08	96,23	94,66	97,64	96,63	109,70	108,47	90,31	95,19
Eki.08	74,00	71,34	74,85	72,55	82,54	82,37	65,23	73,63
Kas.08	62,28	61,80	63,35	77,40	83,18	83,72	59,41	67,99
Ara.08	68,08	66,75	69,19	80,49	87,66	88,10	62,70	72,09
Oca.09	64,46	64,03	65,52	78,05	85,23	86,88	59,12	69,01
Şub.09	61,00	60,68	61,99	70,70	78,28	78,84	53,90	63,21
Mar.09	67,54	67,44	68,65	77,81	84,29	86,06	58,93	67,59
Nis.09	83,85	84,63	85,24	98,21	107,97	107,58	74,66	83,19
May.09	96,18	96,64	97,78	107,83	120,52	117,50	88,31	91,47
Haz.09	104,72	103,43	106,46	113,65	127,01	124,41	95,58	96,18
Tem.09	117,81	116,84	119,84	129,89	144,84	141,80	107,87	112,20
Ağu.09	129,99	130,87	132,24	149,63	166,92	163,56	126,94	121,63
Eyl.09	146,23	143,32	148,77	157,20	181,55	172,79	130,17	124,83
Eki.09	138,77	135,92	141,17	150,42	171,64	165,07	127,89	122,74
Kas.09	135,02	131,29	137,41	142,13	163,61	156,09	123,42	118,73
Ara.09	154,35	151,05	157,27	164,36	188,64	180,41	143,44	137,98
Oca.10	153,42	152,38	157,48	156,94	188,88	176,97	152,22	141,05
Şub.10	137,77	138,36	141,54	154,55	174,47	164,23	138,86	126,76
Mar.10	170,59	167,01	174,91	162,34	193,54	184,58	157,18	146,15
Nis.10	175,30	174,49	180,10	182,29	206,12	199,09	166,15	151,32
May.10	166,56	165,63	170,44	174,96	193,50	190,24	152,98	140,42
Haz.10	165,54	166,13	169,62	178,81	193,70	191,21	152,32	141,64