T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Finansman Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalama-Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması

Erkan SEVİNÇ

2501040036

Tez Danışmanı

Prof. Dr. İhsan ERSAN

İstanbul 2007

T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Müdürlüğü

TEZ ONAYI

Enstitümüz **FİNANSMAN** Bilim Dalında **2501040036** numaralı **ERKAN SEVİNÇ'in** hazırladığı **"İMKB-30 ENDEKSİNDE YER ALAN MENKUL KIYMETLERDEN ORTALAMA-VARYANS MODELİNE GÖRE OPTİMAL PORTFÖY OLUŞTURULMASI VE RİSKE MARUZ DEĞER YAKLAŞIMIYLA PORTFÖY RİSKİNİN HESAPLANMASI"** konulu **YÜKSEK LİSANS/** ~~DOKTORA TEZİ~~ ile ilgili **TEZ SAVUNMA SINAVI,** Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 15.Maddesi uyarınca **11.04.2007 Çarşamba** günü saat **15.00'te** yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin ....kabul..........................'ne* **OYBİRLİĞİ /O~~YÇOKLUĞUY~~LA** karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ(*)	İMZA
PROF.DR.ORHAN GÖKER	KABUL	
PROF.DR.BELKIS SEVAL	KABUL	
PROF.DR.İHSAN ERSAN	Kabul	
PROF.DR.NEYRAN ORHUNBİLGE	Kabul	
YRD.DOÇ.DR.VEDAT SARIKOVANLIK	Kabul	

Adres: Besim Ömerpaşa Caddesi Kaptan-ı Derya Sokağı 34452 Beyazıt/İstanbul
Tel: 0212 440 00 00 / 14219-14220-14221-14222-14226-14227-14243
Fax: 0212 440 03 40 e-mail: sbe@istanbul.edu.tr

ÖZ

“İMKB-30 Endeksinde Yer Alan Menkul Kıymetlerden Ortalama-Varyans Modeline Göre Optimal Portföy Oluşturulması ve Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Portföy Riskinin Hesaplanması”

Erkan SEVİNÇ

Riske Maruz Değer (RMD); belirli bir zaman ufkunda, verilen güven düzeyinde beklenen maksimum kayıp olarak tanımlanabilir. Riske Maruz Değer, menkul kıymetlerin oluşturduğu portföydeki toplam riski sadece bir değerle özetleyerek sunmaya çalışmaktadır. Son yıllarda gelişen finansal sistemle birlikte Riske Maruz Değer en önemli risk yönetim ve risk ölçüm araçlarından biri haline gelmiştir.

Bu çalışmada amaçlanan; optimal portföy bileşiminin belirlenmesi, optimal portföyün bugün için Riske Maruz Değerinin hesaplanması ve gelecekteki bir gün için Riske Maruz Değerinin tahmin edilmesine ilişkin bir çalışma yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda İMKB Ulusal-30 (İMKB-30) Endeksinde Ortalama-Varyans Modeline göre en az İMKB Ulusal-30 (İMKB-30) Endeksi kadar getiri sağlayacak olan optimal portföy belirlenecek ve optimal portföyün bugün ve gelecekteki bir anda RMD’si, Varyans-Kovaryans Yöntemi kullanılarak hesaplanacaktır. Tahmin modeli olarak ARIMA (Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama) ve GARCH (Genelleştirilmiş Otoregressif Koşullu Değişen Varyans) modelinin kullanılması tercih edilmiştir. Bulunan sonuçlar gerçekleşen değerlerle karşılaştırılacaktır.

Sonuç olarak, GARCH modellerinden elde edilen sonuçlar ve ARIMA modellerinden elde edilen sonuçlar gerçekleşen değerlere yakın sonuçlar vermiştir. GARCH modeli ile elde edilen RMD sonuçları, gerçekleşen RMD sonuçları ile aynı yönde sonuçlar vermiştir. Fakat, ARIMA modelinden elde edilen sonuçlar gerçekleşen RMD sonuçları ile aynı yönde sonuçlar vermemiştir. GARCH(1,1) modeli en güçlü GARCH(p,q) modeli olarak sıklıkla kullanılmışken, ARIMA(p,d,q) modelleri için belli bir modelin olduğu söylenememiştir.

ABSTRACT

"Determination of Optimal Portfolio in ISE-30 by Using Mean-Variance Model and Calculation of Portfolio's Risk with Value at Risk Approach"

Erkan SEVİNÇ

Value at Risk (VaR), can be defined as the maximum expected loss from an investment at a specific confidence level over a certain period of time. It is an attempt to summarize total risk in a portfolio of securities with a single number. Recently, Value at Risk has been one of the most popular risk management measurement tools with the improvement in financial system.

The aim of this study is to determine optimal portfolio composition and calculate optimal portfolio's Value at Risk for today and estimate optimal portfolio's Value at Risk for any day in the future. According to this aim optimal portfolio, return of which is at least equall to ISE National-30 (ISE-30)'s return, will be determined in ISE National-30 (ISE-30) by using Mean-Variance Model and optimal portfolio's VaR will be calculated for today and for any day in the future by using Variance-Covariance Method. It is prefered to use ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) model and GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) model as the forcasting model. Results obtained from these models will be compared with realized results.

As a conclusion, VaR's results obtained from both GARCH models and ARIMA models have been close to real VaR's results. Results found from GARCH models have been in the same direction with real VaR results. But results found from ARIMA models have not been in the same direction with real VaR results. Also, the GARCH(1,1) model has been frequently used as the most robust GARCH(p,q) model, but it has not been told any specific model for ARIMA(p,d,q) models.

ÖNSÖZ

Riske Maruz Değer Yaklaşımı özellikle Uluslararası Ödemeler Bankası bünyesinde kurulmuş olan Basel Komitesinin, bankaların piyasa riskine esas sermaye gereksinimini belirlemede Riske Maruz Değer Yöntemlerinin kullanılabileceği yönünde tavsiyelerde bulunmasıyla bankacılık alanından, menkul kıymetlerin veya onların oluşturdukları portföylerin riskinin ölçülmesine kadar istatistiki verilere dayalı olarak riskin sadece bir değerle ifade edilmesinde standart bir ölçüm yöntemi haline gelmiştir.

Bu çalışmada ise Ortalama-Varyans Modeli kullanılarak oluşturulmuş olan optimal portföyün Riske Maruz Değer Yöntemlerinden Varyans-Kovaryans Yöntemi ile bugün için ve tahmin modelleri kullanılarak gelecekteki bir gün için riske maruz değeri belirlenecektir.

Bu amaç doğrultusunda işlem miktarındaki fazlalık başta olmak üzere bir takım kısıtlardan dolayı İMKB Ulusal-30 Endeksi dahilinde işlem gören 30 menkul kıymetten 22.04.2002-08.05.2006 tarihleri arasında düzeltilmiş günlük kapanış fiyat verisine sahip 26 menkul kıymet araştırma kapsamına alınmıştır.

Yaptıkları yayınlarla ve değerli görüşleriyle çalışmamı hazırlama sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak katkısı olan, başta İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Finansman Anabilim Dalında görev yapan saygıdeğer hocalarım olmak üzere herkese ve şimdiye kadar olduğu gibi tez çalışmam süresince de maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

GRAFİKLER LİSTESİ

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey Fuller (Genişletilmiş Dickey Fuller)
AIC	: Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Kriteri)
AR	: Otoregressif
ARCH	: Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (Otoregressif Koşullu Değişen Varyans)
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama)
ARMA	: Autoregressive Moving Average (Otoregressif Hareketli Ortalama)
BDDK	: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BIS	: Bank for International Settlements (Uluslararası Ödemeler Bankası)
DF	: Dickey ve Fuller
EGARCH	: Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (Üstel Genelleştirilmiş Otoregressif Koşullu Değişen Varyans)
EWMA	: Exponentially Weighted Moving Average (Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama)
G-30	: Gelişmiş Otuz
GARCH	: Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (Genelleştirilmiş Otoregressif Koşullu Değişen Varyans)
GRJ-GARCH	: Glosten, Jagannathan and Runkle-Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
I	: Integrated (Bütünleşik)
IGARCH	: Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (Entegre Genelleştirilmiş Otoregressif Koşullu Değişen Varyans)

İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
ISE	: Istanbul Stock Exchange (İstanbul Menkul Kıymetler Borsası)
JB	: Jarque-Bera
K	: Kurtosis (Basıklık)
LB	: Ljung ve Box
LM	: Lagrange Multiplier (Lagrange Çarpanı)
MA	: Moving Average (Hareketli Ortalama)
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
OCC	: The Office of the Comptroller of the Currency (Bankalar ve Banknot Kontrolörlüğü)
PP	: Philipps-Perron
QQ	: Quantile-Quantile
RMD	: Riske Maruz Değer
S	: Skewness (Asimetri)
SIC	: Schwarz Information Criterion (Schwarz Bilgi Kriteri)
TGARCH	: Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
VaR	: Value at Risk (Riske Maruz Değer)

GİRİŞ

Portföy oluşturulmasındaki amaç basit olarak, yatırım yapılan varlık sayısını arttırarak katlanılan riski varlıklar arasında paylaştırmaktır. Portföy oluşturarak riskin düşürülmesinde temel olarak sadece bir varlık yerine birden fazla varlığa yatırım yapılmasına dayalı olan; Geleneksel Portföy Teorisi ve Modern Portföy Teorisi olmak üzere iki farklı teori ortaya atılmıştır.

1950'lere kadar Geleneksel Portföy Teorisi çerçevesinde; portföydeki menkul kıymet sayısını arttırmanın riski düşüreceği görüşü hakimken, 1950'lerden sonra Modern Portföy Teorisi çerçevesinde; menkul kıymet sayısının tek başına arttırılmasıyla riski düşürmek isterken getirisi düşük menkul kıymetleri de portföye dahil ederek portföy getirisinin de düşürülmesiyle karşı karşıya kalınacağı düşüncesiyle menkul kıymet sayısının tek başına arttırılmasının yeterli olmadığı, bununla birlikte menkul kıymet getirileri arasındaki ilişkinin de dikkate alınması gerektiği söylenmeye başlanmıştır.

Dolayısıyla menkul kıymet yatırımlarında finansal varlık sayısını arttırmak her zaman belli bir getiri düzeyinde riski en düşük düzeye getirmez. Önemli olan menkul kıymetlerin birbirleriyle olan ilişkilerini göz önüne alarak bir portföy oluşturmaktır. Yani belli bir getiriyi en düşük risk düzeyinde elde edecek şekilde menkul kıymetleri bir araya getirerek etkin portföyleri ve bunlar arasından da yatırımcının risk-getiri beklentisi doğrultusunda bir başka deyişle yatırımcının fayda fonksiyonuna göre yatırımcı için optimal portföyü belirlemek gerekmektedir.

Oluşturulan portföyün içerdiği riskin hesaplanması, mevcut durumun görülüp durumla ilgili kararların hızlı ve etkin bir şekilde zamanında alınmasına yardımcı olarak yatırım sonucunda ortaya çıkacak zararın önceden görülmesine ve önlenmesine yardımcı olmaktadır. Mevcut durumun daha iyi görülmesinde ve durumla ilgili kararların zamanında alınmasında kullanım kolaylığı nedeniyle hızlı sonuca ulaşılmasına yardımcı olmasından ve istatistiki temele dayanarak riski sadece bir değerle özetleyerek sunmasından dolayı Riske Maruz Değer Yaklaşımı menkul kıymetlerin oluşturduğu portföylerin riskinin ölçümünde sıkça kullanılmaktadır. Özellikle 1993 yılında Basel Komitesinin Bankacılık Sektörüne yönelik olarak sermaye gereksinimi için piyasa riskinin de hesaplanması gerektiğini belirtmesiyle ve daha sonra Riske Maruz Değerin kullanılmasına yönelik tavsiyelerde bulunmasıyla Riske Maruz Değer önem kazanmaya başlamıştır. Kullanım kolaylığından dolayı ve toplam riski sadece bir değerle özetlediği için portföy yönetimi açısından portföy yöneticisine portföy riski hakkında verdiği hızlı ve istatistiki temele dayanan bilgilerle, portföy hakkında yapacağı yorumlar ve alacağı kararlar açısından yardımcı olacaktır.

Buna göre çalışmada amaçlanan; optimal portföy riskinin bugün ve gelecekteki bir gün için Riske Maruz Değer Yöntemi ile ölçülmesine ilişkin bir araştırma yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda İMKB Ulusal-30 Endeksi dahilinde işlem gören menkul kıymetlerden oluşturulan etkin portföyler arasından belirli bir getiri düzeyini bekleyen yatırımcı için belirlenen optimal portföyün bugün için ve tahmin modelleri kullanılarak gelecekteki bir gün için riske maruz değeri belirlenecektir.

Çalışmanın birinci bölümünde; risk kavramına, risk kaynaklarına ve risk-getiri ilişkisine yönelik tanımlamalar yapılmakla birlikte, tekil olarak menkul kıymetlerin risk ve getiri hesaplamaları ile toplam riski oluşturan iki temel risk unsurunun hesaplanmasına değinilecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; portföy tanımı ve portföy kurmadaki amaca değinilerek, portföy oluşturmada iki farklı teoriye ilişkin tanımlama yapılacaktır. Daha sonra Modern Portföy Teorisi çerçevesinde Ortalama-Varyans Modeli ve portföye ilişkin risk ve getirinin hesaplanmasından bahsedilerek Ortalama-Varyans Modeline göre etkin sınırın oluşturulması ve yatırımcı için optimal portföyün belirlenmesinin nasıl yapılacağı anlatılacaktır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; portföy riskinin hesaplanması yöntemlerinden Riske Maruz Değer Yaklaşımının ortaya çıkışına ve Riske Maruz Değer hesaplama yöntemlerine değinilecektir. Bununla birlikte belirlenen portföy için gelecekteki bir güne ilişkin olarak riske maruz değerin hesaplanabilmesi amacıyla kullanılacak olan ARIMA(p,d,q) ve GARCH(p,q) tahmin modellerinin kullanımına ilişkin tanımlamalar yapılacaktır.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde; ilk üç bölümde anlatılan teorik bilgiler doğrultusunda belli bir getiri düzeyinde Ortalama-Varyans Modeline göre optimal portföy kurulacak ve optimal portföyün Ortalama-Varyans Modeli ile benzer özelliklere sahip Varyans-Kovaryans Yöntemi kullanılarak hesaplanan riske maruz değeri ile menkul kıymet sayısını arttırmanın portföy riske maruz değerine etkisini göstermek için kurulan eşit ağırlıklı portföyün Ortalama-Varyans Modeline göre hesaplanan standart sapması kullanılarak yine Varyans-Kovaryans Yöntemi ile hesaplanan riske maruz değeri arasında karşılaştırma yapılacaktır. Son olarak ise belirlenen optimal portföyün, üçüncü bölümde bahsedilen tahmin modelleri kullanılarak, geleceğe ilişkin kovaryans matrisi dolayısıyla standart sapması tahminleri yapılacak ve bu standart sapma tahminleri kullanılarak, Varyans-Kovaryans Yöntemi ile riske maruz değer hesaplaması yapılacak ve daha sonra tahmin modellerine dayanılarak hesaplanan riske maruz değerler, tahmin dönemi için gerçekleşen verilerden hareketle hesaplanan riske maruz değerler ile karşılaştırılacaktır.

1. BÖLÜM: RİSK KAVRAMI, RİSK KAYNAKLARI, HİSSE SENEDİ GETİRİSİNİN HESAPLANMASI ve RİSK-GETİRİ İLİŞKİSİ:

1.1. Risk Kavramı ve Karar Verme:

Gerek menkul kıymet yatırımcısı olsun gerek olmasın her insan hayatı boyunca, seyredeceği televizyon kanalı gibi basit bir durumdan yönetsel alanda karşısına çıkacak olan karmaşık durumlara varıncaya kadar belirli bir amaca yönelik olarak bir tercih yapmak zorunda kalmaktadır. İnsanların bilinçli olarak, zihinsel faaliyetleri sonucu belli bir amaca yönelik yaptıkları bu tercihlere karar denilmektedir. Kısaca karar verme, istenilen sonuca ulaşabilmek için alternatifler arasından seçim yapmak olarak tanımlanabilir.[1] Sahip olunan çözüm alternatiflerine ve bunların özelliklerine göre karar verme üç durum altında yapılır ki bunlar;[2]

- Belirlilik (Bilinen Şartlar) Altında Karar Verme
- Belirli Bir Riski Kabul Ederek Karar Verme
- Belirsizlik Durumunda Karar Vermedir.

- Belirlilik (Bilinen Şartlar) Altında Karar Verme: Aralarından seçim yapılacak alternatiflere ilişkin tüm veriler yatırımcının veya karar vericinin elindedir. Öyleki, alternatiflerden hangisinin seçilmesi durumunda yatırımcının hangi sonuca ulaşacağı bile bellidir. Bu durumda yatırımcı tüm seçenekleri ve sonuçları tercih sırasına göre sıralayarak en uygun olanını seçecektir.
- Belirli Bir Riski Kabul Ederek Karar Verme: Risk altında iken yatırımcı, aralarından seçim yapacağı alternatiflerin tümüne ve bunların sonuçlarına ilişkin tam bir bilgiye sahip olmasa da olayların tekrarına ilişkin geçmiş bilgi birikimine dayanarak alternatiflerin hangi koşullarda, hangi olasılıklarla gerçekleşeceği verisine sahiptir.

[1] İsmet Mucuk, **Modern İşletmecilik**, 12. bs, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2000, s. 189
[2] İlhan Erdoğan, **İşletme Yönetiminde Örgütsel Davranış**, İstanbul, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yayınları, 1999, s. 55

- Belirsizlik Durumunda Karar Verme: Belirsizlik altında karar vermede yatırımcı, olayların geçmişine ait hiçbir bilgiye sahip olmadığı için hangi tercihi seçtiğinde bunun hangi olasılıkla gerçekleşeceği bilgisine de sahip değildir.

Genellikle riskin olduğu durumlarla belirsizliğin olduğu durumlar birbirlerine karıştırılmakta ve çoğu zaman bu iki kavram birbirinin yerine kullanılmakta olup aslında iki kavramın ifade ettiği içinde bulunulan durumlar arasında bir fark bulunmaktadır. Bahsedildiği gibi risk kavramında olayların, alternatif sonuçlarının ortaya çıkma olasılıkları bilinirken; belirsizliğin olduğu durumlarda olayların ortaya çıkma olasılıkları hakkında yatırımcının elinde geçmiş bir bilgi birikimine dayanan olasılık dağılımı olmadığı için sonuçların ortaya çıkma olasılıklarına ilişkin olasılıkların dağılımı bilgisi yoktur. Risk altında yani en azından belirli bir zaman dilimi içerisinde tekrarlanan problemlerde kabul edilen karar verme yolu, beklenen değeri maksimum veya minimum yapan alternatifin seçimi şeklinde olurken; belirsizlik halinde böyle bir fikir birliği olmamakla birlikte kararın vereceği en çok zararla en çok faydanın ne olacağı belirlenerek seçim yapılabilmektedir.[3]

Finansal yönetim açısından riske bakıldığında ise yatırımcı tarafından bir menkul kıymet olan hisse senedine yapılan yatırımın riskini, hisse senedinin gelecekte sağlayacağı gerçek getirinin yatırımcının hedeflediği veya beklediği getirinin altına düşmesi olasılığı oluşturur.[4] Dolayısıyla bir finansal varlığa ilişkin beklenen getiri ile o varlığa ilişkin gerçekleşen getiri arasındaki fark arttıkça yani gerçekleşen getiri ile beklenen getiri arasındaki dağılım genişledikçe o varlığa ilişkin risk de artacaktır. Tersi durumda ise yani yatırımcının beklediği getiri ile gerçekleşen getiri arasındaki dağılım azaldıkça o varlığa ilişkin risk azalacaktır.

Riskin, olası sonuçların dağılımına bağlanmasından sonra bu dağılımın ölçülmesi yani gerçekleşen getiri ile beklenen getiri arasındaki farkın ölçülmesi bize

---

[3] **A.e.**, s. 57
[4] Öztin Akgüç, **Finansal Yönetim**, 7. bs., İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 1998, s. 864

risk için mantıklı bir ölçü sağlayacağını gösterir. Riskin ölçüsü olarak ortaya çıkacak olan bu dağılım ise varyans ve standart sapma ile ölçülür.[5]

1.2. Risk Kaynakları:

Bir finansal varlığa veya daha geniş anlamda bu finansal varlıkların oluşturdukları bir portföye ilişkin riski oluşturan unsurlar iki grup altında incelenir.

Finansal varlığa ilişkin toplam riski oluşturan risk unsurlarından birisi sistematik (piyasa veya çeşitlendirme yolu ile giderilemeyen) risk, diğeri ise sistematik olmayan (özel veya çeşitlendirme yolu ile giderilebilen) risktir.[6]

RİSK KAYNAKLARI

SİSTEMATİK RİSK
(Piyasa veya Çeşitlendirme
ile Giderilemeyen Risk)
- Satın Alma Gücü (Enflasyon) Riski
- Faiz Oranı Riski
- Piyasa Riski
- Politik Risk
- Kur Riski

SİSTEMATİK OLMAYAN RİSK
(Özel Risk veya Çeşitlendirme
Yolu ile Giderilebilen Risk)
- Faaliyet Riski
- Finansal Risk
- Yönetim Riski
- İş (Sektör) Riski

Şekil 1.1. Risk Kaynakları

1.2.1. Sistematik (Piyasa Riski veya Çeşitlendirilme Yolu ile Giderilemeyen) Risk:

Sistematik risk, pazarın taşıdığı risklerin oluşturduğu risk olup pazardaki tüm finansal varlıkların getirilerini çeşitli (farklı) oranlarda fakat genelde aynı yönde

---

[5] Ricard A. Brealey, Steward C. Myers, Alan J. Markus, **İşletme Finansının Temelleri**, Çevirenler: Ünal Bozkurt, Türkan Arıkan, Hatice Doğukanlı, 3. bs., İstanbul, Literatür Yayıncılık, 2001, s. 241
[6] **A.e.**, s. 251

etkileyen risktir. Bir ülkede gelişen ekonomik, politik ve sosyal nedenlerle pazarda oluşan olumlu veya olumsuz yöndeki değişimlerin sonucunda finansal varlıklar üzerindeki etkisi ortaya çıktığı ve tüm finansal varlıkların getirilerini aynı yönde etkilediği için yatırımcı tarafından yapılan çeşitlendirme sonucu giderilemeyen risk türü olarak toplam risk içinde karşımıza çıkar.

Ekonomik, politik ve sosyal yaşamdaki değişimlerle oluşan sistematik risk kaynakları; satın alma gücü (enflasyon) riski, faiz oranı riski, piyasa riski, politik risk ve kur riski olmak üzere incelenebilir.[7]

1.2.1.1. Satın Alma Gücü (Enflasyon) Riski:

Enflasyon sonucu yükselen fiyatlar genel seviyesi nedeniyle paranın satın alma gücündeki azalma sistematik risk içerisindeki satın alma gücü riskini oluşturur. Enflasyonun (satın alma gücü kaybının) yüksek olduğu durumlarda yatırımlardan elde edilen getirilerde reel olarak kayıplar yaşanmaktadır. Özellikle yatırımcısına sabit getiri sağlayan finansal varlık yatırımlarında getiri kaybı oldukça yüksek olmaktadır.

Buna karşılık bir finansal varlık türü olan hisse senedi yatırımlarında bir sahiplik söz konusu olduğundan ve sahip olunan şirketin enflasyonla birlikte bir taraftan kâr paylarındaki artıştan, diğer taraftan üzerinde hak sahibi olunan varlıklarının en azından reel olarak değerlerini korumasından dolayı hisse senetlerinin satın alma gücü riskine karşı iyi bir yatırım aracı olduğu görüşü olmakla birlikte enflasyonla gelen maliyetlerdeki artışın kârı düşürmesiyle durumun dengeleneceği düşünülmektedir. Nitekim, enflasyonun yüksek olduğu yıllarda hisse senetlerinin enflasyon riskine karşı iyi bir yatırım aracı olduğu görüşüne karşılık olarak karşıt görüşler geliştirilmiş ve konu tartışmalı bir hal almıştır.

Dolayısıyla enflasyon riskinin hisse senedi yatırımları üzerindeki etkisi hâlâ tartışmalı olmakla birlikte, sabit getirisi olan finansal varlık yatırımlarında

[7] Gürel Konuralp, **Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi**, 2. bs., İstanbul, Alfa Basım Yayın, Mart 2005, s. 8-9; Hatice Doğukanlı, Songül K. Acaravcı, Serkan Y. Kandır, "İMKB Mali Sektör Şirketleri'nin Sistematik ve Sistematik Olmayan Risklerinin İncelenmesi", **İMKB Dergisi**, Cilt: 6, Sayı: 24, Ekim/Kasım/Aralık 2002, s. 7

yatırımcının elde edeceği verimi reel olarak azaltıcı etkisi olmaktadır. Buna göre yatırımın satın alma gücü kaybından arındırıldıktan sonra reel olarak getirisi (verimi) şu şekilde hesaplanır;

$$(1+r_{\text{nominal getiri}}) = (1+r_{\text{reel getiri}})x(1+r_{\text{enflasyon}})$$

$$r_{\text{reel getiri}} = \frac{1+r_{\text{nominal getiri}}}{1+r_{\text{enflasyon}}} - 1$$

1.2.1.2. Faiz Oranı Riski:

Finansal varlıkların değerleri belirlenirken kullanılan iskonto oranı içerisinde piyasa faiz oranının etkisinin direk veya dolaylı olarak olması, finansal varlık fiyatlarının dolayısıyla getirilerinin, piyasa faiz oranlarındaki değişimden etkilenmesi sonucunu, bu da faiz oranı riskini doğurur.

Sahiplik hakkı sağlayan hisse senedi ve borçlanma aracı olan tahvil gibi finansal araçların bugünkü değeri, gelecekte sağlayacakları nakit girişlerinin belli bir iskonto oranıyla iskontolanması yoluyla belirlendiği ve iskonto oranı da faiz oranına göre belirlendiği için piyasa faiz oranlarındaki artış iskonto oranlarında artışa, o da finansal varlığın fiyatının dolayısıyla getirisinin düşmesine neden olacaktır. Tersine bir piyasa faiz oranı düşüşü durumunda ise iskonto oranı düşeceği için finansal varlığın getirisinde artış söz konusu olacaktır.

Faiz oranlarındaki değişime özellikle sabit getirili yatırım araçlarının ve iskonto oranı doğrudan piyasa faizi ile belirlenen hazine bonosu ve tahvil gibi borçlanma araçlarının duyarlılıkları daha fazladır. Ayrıca uzun vadeli yatırım araçları da kısa vadeli yatırım araçlarına göre faizlerdeki değişimlere daha duyarlı olup borçlanma araçlarında ortalama süre faizdeki değişim beklentilerine göre iyi ayarlanmalıdır. Faiz hadlerinde yükselme bekleniyorsa ortalama süresi kısa olan (vadesi kısa, kupon faiz oranı yüksek) borçlanma araçları, tam tersine faiz hadlerinde bir düşme bekleniyorsa da ortalama süresi uzun olan (vadesi uzun, kupon faiz oranı düşük) borçlanma araçları tercih edilmelidir.

1.2.1.3. Piyasa Riski:

İşletme kazançları artarken hisse senedi fiyatlarının düşmesi veya işletme kazançları azalırken hisse senedi fiyatlarının artması genellikle görülmez.[8] Çeşitli nedenlerle ekonomide gerçekleşen pozitif veya negatif yönlü yaşanan değişimler, ekonomide yaşanan ekonomik etkiye dayanmayan bir takım sosyal olaylar gibi yatırımcı kontrolünde olmayan; ancak yatırımcı beklentilerinde ve işletme kazançlarında değişmeleri, bu değişimlerin etkisiyle finansal varlık getirilerinde değişmeyi beraberinde getiren risk unsurları piyasa riskini oluşturur.

1.2.1.4. Politik Risk:

Politik risk ekonomik bir etkiye dayanmadan, pazarda siyasal istikrar değişimlerinin sonucu yatırımcı beklentilerini etkileyerek bir takım etkiler doğurur. Çünkü ülke içinde veya uluslararasında yaşanan siyasi krizler, ülkelerin veya hükümetlerin izledikleri maliye ve para politikaları yatırımcı beklentileri üzerinde yatırımcılar tarafından algılanan duruma göre olumlu veya olumsuz bir etkiye sahip olmaktadır. Yatırımcı beklentilerinin değişmesiyle de pazardaki finansal varlıkların fiyatları ve getirileri etkilenir.

Yatırımcı kontrolünde olmamasından dolayı ülke içi veya ülkeler arasındaki siyasi gelişmeler sistematik risk içerisinde yer alır.

1.2.1.5. Kur Riski:

Paritelerdeki değişim, kısa veya uzun döviz pozisyon açığı olan firmaları dolayısıyla bunların çıkarmış oldukları menkul kıymetlerin fiyatlarını, firmaların bulundukları pozisyonun durumuna ve paritedeki hareketin yönüne göre olumlu veya olumsuz yönde etkileyecektir.

---

[8] Donald E. Fischer, Ronald J. Jordan, **Security Analysis and Portfolio Management**, 2th ed., New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1979, s. 108

Kısa döviz pozisyonu açığına sahip bir firma paritenin artması yani yabancı paranın değer kazanması sonucu döviz pozisyonundan dolayı büyük zararlar edebilirken, paritedeki düşüş sonucu döviz pozisyonundan dolayı büyük kârlar edebilir. Uzun döviz pozisyonu açığına sahip bir firma paritenin artması yani yabancı paranın değer kazanması sonucu döviz pozisyonundan dolayı büyük kârlar edebilirken, paritedeki düşüş sonucu döviz pozisyonundan dolayı büyük zararlar edebilir. Tüm bu durumda da çıkarılmış olunan menkul kıymetin fiyatı etkilenecektir.

1.2.2. Sistematik Olmayan (Çeşitlendirme ile Giderilebilen) Risk:

Şirketlerin çıkardıkları menkul kıymet getirileri yönetim kapasitesi, tüketici tercihleri, işçi grevleri gibi faktörlerle değişkenlik gösterebilir.[9]

Dolayısıyla menkul kıymet sahibi firmada veya firmanın içinde bulunduğu iş kolunda[*] meydana gelen değişiklikler doğrultusunda her menkul kıymetin kendisine ait olan riskidir ve özel risk de denilmektedir. Sistematik olmayan riskin büyüklüğü firmadan firmaya değişme gösterir. Yani menkul kıymeti çıkaran firmaların karşılaştıkları yönetim hataları, tekneolojik gelişmelere uyum sağlayamamaları, yaşadıkları grevler gibi sorunlar karşısında etkilenmeleri her firma için farklı olacaktır. Her firmanın etkilenme derecesi farklı olduğu için her firmanın çıkarmış olduğu menkul kıymetin etkilenme derecesi de firmaların etkilenme dereceleri doğrultusunda farklılık gösterecektir.

Sistematik riski doğuran nedenler; faaliyet riski, finansal risk, yönetim riski ve iş (sektör) riski olarak dört başlık altında incelenebilir.[10]

---

[9] **A.e.**, s. 112

[*] Mevcut iş kolu isimleri 2821 sayılı Sendikalar Kanunu'nun 60 numaralı maddesinde belirtilmiş olmakla birlikte, hangi işletmenin faaliyetleri doğrultusunda, benzer özellikteki işletmelerin oluşturduğu iş kollarından hangisine gireceğine, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının karar vereceği yine 2821 sayılı Sendikalar Kanunu'nun 4 numaralı maddesinde belirtilmiştir.

[10] Cevat Sarıkamış, **Sermaye Pazarları**, 3. bs., İstanbul, Alfa Basım Yayın, Ocak 1998, s. 189

1.2.2.1. Faaliyet Riski:

Faaliyet riski, adından da anlaşılacağı gibi menkul kıymetin çıkarıldığı firmanın faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan risk türüdür. Firmaların aktif yapıları faaliyet riski hakkında bilgi vermekte olup, sabit varlıklarının toplam aktifleri içindeki oranın (Sabit Varlık/Toplam Aktifler) yüksek olduğu firmaların faaliyet riskinin yüksek olduğu söylenebilir. Çünkü sabit aktiflerin fazlalığı sabit maliyetleri arttıracaktır ve sabit maliyetleri yüksek olan bir firmanın faaliyetleri sonrasında başabaş noktasını yakaladığı satış miktarı, sabit maliyetleri düşük bir firmanın başabaş noktasını yakaladığı satış miktarından daha yüksek bir satış miktarında olacaktır.

Diğer bir ifade ile sabit maliyetlerin yüksek olması faaliyet kaldıraç derecesini, faaliyet riskini ve ayrıca başabaş noktasını arttırmaktadır. Faaliyet kaldıraç derecesinin yüksek olması firmanın faaliyet kârındaki değişmelerin satışlardaki değişmelere olan duyarlılığını arttırmaktadır. Dolayısıyla satışlardaki küçük değişmeler firmanın kârında, o da firmanın çıkardığı hisse senedi getirilerinde büyük değişmelere neden olacaktır. Çünkü kârdaki artışlar hisse başına düşen kârı arttıracak, artan hisse başına düşen kâr da firmanın hisse senetlerinin fiyatlarında artış yaşanmasını sağlayacaktır.

1.2.2.2. Finansal Risk:

Menkul kıymeti çıkarmış olan firmanın yükümlülükleri arasında bulunan ve firmaya sabit bir yük getiren borçlanma araçları finansal risk unsurudur. Finansal risk, faaliyet kârındaki bir birimlik değişmenin net kâr üzerinde yarattığı etkiyi gösteren finansal kaldıraç derecesi ile ölçülür. Eğer bir firma borçlanma yoluyla finansman sağladıysa faiz giderinden dolayı dönem faaliyet kârından kalan miktarda dolayısıyla sermayedarlara gidecek olan payda azalma olacaktır.

Hisse senetleri ise doğrudan sermaye üzerinde hak sahipliğini gösterdiği için hisse senetleri getirileri bu durumdan etkilenecektir. Ancak firma aktif kârlılığını borçlanma maliyetinin üzerinde tutabiliyorsa, yani borcun firmaya kazandırdığı maliyetinden yüksekse o zaman firma kaldıracın pozitif etkisinden yararlanıyordur. Bu durum da firmanın öz sermaye kârlılığını ve firma değerini arttırıyordur. Artan firma değerine paralel olarak da hisse senedi getirisi olumlu yönde değişim gösterecektir.

1.2.2.3. Yönetim Riski:

Firma yönetiminin asıl görevi; sermayedarlara düzenli bir kâr payı dağıtımını sağlamak, istikrarlı bir hisse senedi fiyatı sağlamak ve firmanın değerini arttırıcı yönde yatırımları planlamak ve bu yatırımları hayata geçirmek için çalışmalar yapmak yönündedir. Bunu yaparken yatırım kararı, finansman kararı ve kâr payı dağıtım kararı gibi önemli kararları vermesi gerekir.

Gereksiz yere yapılacak yatırım, borç veya öz sermaye finansmanı oranlarında verilecek yanlış karar veya kâr payı dağıtım politikasında alınan yanlış kararlar firmanın kârlılığını dolayısıyla hisse senedi getirilerini etkileyecektir.

1.2.2.4. İş (Sektör) Riski:

Sektör riski sadece tek sektörün olduğu düşünülürse o sektör için bir sistematik risk olarak düşünülebilecekken, tüm sektörler hesaba katıldığında sistematik olmayan bir risk türüdür.[11]

Belli bir sektörde veya iş kolunda faaliyet gösteren firmaların o sektörde meydana gelebilecek grev, hammadde sıkıntısı, talep sıkıntısı gibi sorunlardan etkilenmesiyle kârlarında dolayısıyla hisse senetleri getirilerinde düşüşler görülürken diğer sektördeki firmaların bu durumdan etkilenme olasılıkları çok yüksek olmadığı için diğer sektör firmalarının kârları dolayısıyla hisse senedi getirileri bu olumsuz durumdan etkilenmez.

---

[11] **A.e.**, s. 190

Tam tersine, bir sektörde yaşanacak vergi indirimi, teşvik gibi olumlu durumlar ise o sektördeki firmaların kârlılıklarını dolayısıyla hisse senedi getirilerini arttırabilir.

Bundan dolayı sektörün oluşturacağı risk de hisse senedinin toplam riskini olumlu veya olumsuz etkileyen bir risk faktörüdür.

1.3. Dönemsel Getirinin (Verimin) Hesaplanması:

Bir menkul kıymet olan hisse senedi getirisi üzerinden tanım yapılacak olursa getiri, bir hisse senedinin elde tutulduğu süre boyunca, belli bir dönem içinde yatırımcısına sağlayacağı veya sağladığı kazanç ve kaybın oransal ifadesidir. Dönemler yıllık, aylık, haftalık veya günlük olabilir. Bu oran diğer ifadeyle getiri veya verim, hisse senedinin elde tutulduğu süre içinde hisse senedinin değer kazanmasından ve elde edilen kâr payından oluşur.[12]

Dolayısıyla bir hisse senedinin yatırımcısına sağladığı kazanç ve kaybın hesaplanmasında (işlem maliyetleri yok sayıldığında) t_0 anındaki hisse senedini alış fiyatı ile t_1 anında bu hisse senedinin satış fiyatının ve t_0 ile t_1 dönemi arasında varsa senedin yatırımcısına sağladığı nakit girişinin (kâr payının) bilinmesi gerekir.

Bu tanımlara göre belli bir dönemdeki hisse senedinin getirisi;

$$r_t = \frac{(P_t - P_{t-1}) + d}{P_{t-1}}$$

r_t = Hisse senedinin ilgili dönemdeki getirisi

P_t = t dönemindeki hisse senedinin fiyatı

P_{t-1} = t-1 dönemindeki hisse senedi fiyatı

d = t ile t-1 dönemi arasında hisse senedinin sağladığı nakit girişi (kâr payı)

şeklinde hesaplanabilir.

Kâr payı dağıtımının yanında bedelli veya bedelsiz sermaye arttırımlarının olduğu, rüçhan hakkının kullandırıldığı durumlarda hisse senedi getiri formülünün

---

[12] Mehmet Şükrü Tekbaş, "Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portföy Modeli", **Banka ve Ekonomik Yorumlar Dergisi**, Sayı: 8, Ağustos 1989, s. 27

düzeltilmesi gerekmektedir. Getiri formülünün düzeltilmesinden sonra bedelli veya bedelsiz sermaye arttırımının olduğu dönemler için düzeltilmiş olan yeni formüle göre bedelli veya bedelsiz sermaye arttırımının olduğu andaki getiri düzeltilerek yeniden hesaplanır ve yapılacak analizlerde, bu gibi durumların olduğu dönemler için, ya düzeltilmiş getiri ya da düzeltilmiş getiriye göre hesaplanan düzeltilmiş fiyatlar hesaplanarak kullanılır. Ancak getiri düzeltmesi değil de fiyat düzeltmesi yapılacaksa sermaye artışının olduğu dönemden önceki dönemler için de geriye yönelik olarak fiyatlarda düzeltme yapılması gerekir.

Buna göre düzeltilmiş getiri aşağıdaki formülle hesaplanabilir;

$$r_t = \frac{P_{t_e} + n_{bedelli} \text{ x } P_{t_y} + n_{bedelsiz} \text{ x } P_{t_y} - P_{t-1} - n_{bedelli} \text{ x } R + d}{P_{t-1}}$$

r_t = Hisse senedinin ilgili dönemdeki getirisi

P_{t_e} = t dönemindeki hisse senedinin eski fiyatı

P_{t_y} = t dönemindeki hisse senedinin yeni fiyatı

P_{t-1} = t-1 dönemindeki hisse senedi fiyatı

$n_{bedelli}$ = Bedelli sermaye arttırımı oranı (bir hisse senedine karşılık çıkarılan bedelli hisse senedi sayısı)

$n_{bedelsiz}$ = Bedelsiz sermaye arttırımı oranı (bir hisse senedine karşılık çıkarılan bedelsiz hisse senedi sayısı)

R = Rüçhan hakkı

d = t ile t-1 dönemi arasında hisse senedinin sağladığı nakit girişi (kâr payı)

Bir adet hisse senedine karşılık çıkarılacak bedelli hisse senedi sayısı veya oranı, bedelli sermaye artım miktarının finansal tablolardan bilançoda yazılı olan sermaye miktarına oranlanmasıyla (Bedelli Sermaye Artım Miktarı/Sermaye) bulunmaktadır. Bedelsiz hisse senedi sayısı veya oranı, bedelsiz sermaye artım miktarının yine finansal tablolardan bilançoda yazılı olan sermaye miktarına oranlanmasıyla (Bedelsiz Sermaye Artım Miktarı / Sermaye) bulunmaktadır.

Rüçhan hakkıyla ilgili olarak açıklama Türk Ticaret Kanunu'nun 394 numaralı maddesinde yapılmakta olup, buna göre; esas sermayenin arttırılmasında aksine bir şart olmadıkça pay sahiplerinden her biri yapılan sermaye arttırımı için çıkarılacak olan yeni hisse senetlerinden, şirket sermayesindeki payı oranında, alma hakkına sahiptirler. Türk Ticaret Kanunu'nun 394 numaralı maddesinde yapılan bu açıklamaya göre, sermaye arttırımı sırasında, şirket sermayedarlarının sermayedeki payları oranında sahip olduğu bu öncelikle yeni pay alma hakkına rüçhan hakkı denilmektedir.

Geçmişte belli bir dönem için getirisinin hesaplanmasının yanında bir menkul kıymetin belli olasılıklar dahilinde geleceğe ilişkin getirisinin hesaplanması söz konusu olduğunda beklenen getiri kavramı ortaya çıkar. Buna göre farklı durumlar için olasılıkların birbirinden farklı olması durumunda beklenen getirisi şu sekilde hesaplanır;[13]

$$E(r_i) = \sum_{j=1}^{M} P_{ij} r_{ij} \quad \text{veya} \quad E(r_i) = P_{i1} r_{i1} + P_{i2} r_{i2} + P_{i3} r_{i3} + \ldots\ldots\ldots\ldots + P_{iM}\, r_{iM}$$

$E(r_i)$ = i varlığının beklenen getirisi

P_{ij} = i varlığının j durumunda getirisinin gerçekleşmesi olasılığı

r_{ij} = i varlığının j durumunda verilen olasılık dahilinde gerçekleşmesi beklenen getirisi

M = Olasılık içeren durumların sayısı

Menkul kıymetin beklenen getirilerine ilişkin olasılık dağılımlarının eşit olması durumunda ise beklenen getiri şu şekilde hesaplanır;

$$E(r_i) = \frac{\sum_{j=1}^{M} r_{ij}}{M}$$

Geçmiş döneme ilişkin birden fazla dönemlik getirilerin, dönemlik getiri formülü yardımıyla elde edilmesinden sonra menkul kıymetin beklenen getirisinin veya bu menkul kıymetin ortalama getirisinin geçmiş dönem getirilerinin aritmetik ortalaması yardımıyla hesaplanması daha yararlı olabilir.[14]

---

[13] Edwin J. Elton, v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, 6th ed., USA, John Wiley&Sons Inc., 2003, s. 46
[14] Sarıkamış, **Sermaye Pazarları**, s. 176

Böylece hisse senedinin geçmiş N dönem içinde sağladığı ortalama getiri, beklenen getirinin temsilcisi olarak kullanılabilir.[15] Beklenen getiri olarak kullanılacak olan aritmetik ortalama getiri şu şekilde hesaplanır;

$$r_{aritmetikortalama} = \frac{\sum_{i=1}^{N} r_i}{N}$$

Bunların dışında sürekli bileşik getiri formülünden hareketle getiriyi logaritmik olarak da hesaplamak mümkündür. Buna göre dönem (n)'in bir olduğu durumda bir dönemlik getiri ilgili dönem için (r_t) şu şekilde hesaplanır;

$$P_t = P_{t-1} e^{r_t n}$$

$$\ln e^{r_t n} = \ln(P_t / P_{t-1})$$

$$r_t = \ln(P_t / P_{t-1})$$

1.4. Riskin Ölçülmesi:

Menkul kıymete ilişkin yapılan yatırımda menkul kıymetin getirisinin hesaplanmasının yanında yatırımcı yaptığı menkul kıymet yatırımının ne kadar riskli olduğunu bilmek isteyecektir. Yatırımcılar tek bir menkul kıymete yatırım yaptıkları gibi birden fazla menkul kıymete de yatırım yapabilirler. Bu durumda tekil menkul kıymet yatırımlarının yanında birden fazla menkul kıymet yatırımı olan portföy şeklindeki yatırımlarında risklerinin ölçülmesi gerekmektedir. Buna göre bu başlık altında risk ölçümüne değinilecektir.

1.4.1. Belirli Bir Menkul Kıymetin Riskinin Ölçülmesi:

Belirli bir menkul kıymetin beklenenden ne kadar farklı bir getiri sağladığının dağılımının ölçülmesi, bize o menkul kıymete ilişkin riski verir. Bu dağılımın yani riskin ölçülmesinde varyans ve standart sapmanın kullanılabileceğini

[15] Mehmet Bolak, **Sermaye Piyasası, Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, İstanbul, Beta Basım Yayın, Ocak 1991, s. 154

daha önce belirtmiştik. Buna göre eğer olasılık dağılımları birbirinden farklı ise standart sapma ve varyans aşağıdaki şekilde hesaplanır.[16]

$$\sigma_i^{\,2} = \sum_{j=1}^{M} P_{ij}\left[r_{ij} - E(r_i)\right]^2$$, iki tarafın karekökü alınırsa şu eşitliğe ulaşılır;

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^{M} P_{ij}\left[r_{ij} - E(r_i)\right]^2}$$

$\sigma_i^{\,2}$ = i menkul kıymetinin varyansı

σ_i = i menkul kıymetinin standart sapması

P_{ij} = i menkul kıymetinin j durumunda ilgili getirisinin gerçekleşme olasılığı

r_{ij} = i menkul kıymetinin j durumundaki getirisi

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

M = Olasılık içeren durum sayısı

Eğer eşit olasılık dağılımları varsa o zaman varyans ve standart sapma;

$$\sigma_i^{\,2} = \frac{\sum_{j=1}^{M}\left[r_{ij} - E(r_i)\right]^2}{M}$$, bu ifadenin karekökü alınırsa şu eşitliğe ulaşılır;

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M}\left[r_{ij} - E(r_i)\right]^2}{M}}$$

$\sigma_i^{\,2}$ = i menkul kıymetinin varyansı

σ_i = i menkul kıymetinin standart sapması

r_{ij} = i menkul kıymetinin j durumundaki getirisi

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

M = Olasılık içeren durum sayısı

Bir menkul kıymetin geçmiş dönemine ilişkin getirilerinin ortalamasından hesaplanmış ortalama getirinin beklenen getiri olarak kullanılmasının daha yararlı olacağı söylenilmişti. Aynı şekilde bir menkul kıymetin riskinin hesaplanmasında da

[16] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 48

geçmiş dönem getirileriyle, geçmiş dönem verilerinden hesaplanan beklenen getiri arasındaki dağılmanın ölçülmesi riskin ölçülmesinde daha yararlı olabilir.[17]

Bu durumda da menkul kıymetin geçmişte ortalama getiri etrafında gösterdiği değişkenlik riskin ölçüsü olarak kullanılabilir.[18] Buna göre menkul kıymetin riski şu şekilde hesaplanır;

$$\sigma_i^{\,2} = \frac{\sum_{j=1}^{N}(r_{ij} - r_{aritmetikortalama})^2}{N}, \qquad \text{bu ifadenin karekökü alınırsa;}$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}(r_{ij} - r_{aritmetikortalama})^2}{N}}$$

$\sigma_i^{\,2}$ = i menkul kıymetinin varyansı

σ_i = i menkul kıymetinin standart sapması

r_{ij} = i menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$r_{aritmetikortalama}$ = N adet getirinin toplamının getiri verisi sayısına oranı

N = Getiri sayısı

Eğer getiriler örnek kütle getirileri olarak alınırsa o zaman varyans ve standart sapma;

$$s_i^{\,2} = \frac{\sum_{j=1}^{n}(r_{ij} - r_{aritmetikortalama})^2}{n-1}, \quad \text{ifadenin karekökü alınırsa şu eşitliğe ulaşılır;}$$

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(r_{ij} - r_{aritmetikortalama})^2}{n-1}}$$

$s_i^{\,2}$ = i menkul kıymetinin varyansı

s_i = i menkul kıymetinin standart sapması

r_{ij} = i menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$r_{aritmetikortalama}$ = n adet örnek kütle getirilerinin toplamının n adet getiri sayısına oranı

---

[17] Sarıkamış, **Sermaye Pazarları**, s. 176
[18] Bolak, **Sermaye Piyasası, Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, s. 154

n = Örnek kütledeki getiri sayısı

1.4.2. Portföy Riskinin Ölçülmesi:

Portföy riskinin ölçülmesi ikinci bölümde portföy kavramı çerçevesinde ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Dolayısıyla burada tekrar bahsedilmeyecektir.

1.4.3. Toplam Risk İçindeki Sistematik ve Sistematik Olmayan Riskin Ölçülmesi:

Sistematik ve sistematik olmayan riskin ölçülmesinde en çok Pazar Modelinin karakteristik doğru denklemi kullanılmaktadır.[19] Pazar Modeli, Tek Endeks Modeli olarak bilinse de Tek Endeks Modelinin daha az sıkı formu olduğu söylenebilir.[20]

Tek Endeks Modelinin temelinde yatan basit kavram tüm hisse senetlerinin genel pazar hareketlerinden etkilenmekte olduğudur. Pazarda güçlü yükselişin olduğu durumlarda genellikle hisse senetleri fiyatları da pazarın bu hareketine paralel olarak yükseliş eğiliminde, pazarda yaşanan tersi bir düşüş durumunda ise hisse senetleri fiyatları genelde düşüş eğilimindedirler.[21]

Pazar verimi ile hisse senedi verimi arasında olan bu doğrusal ilişki varsayımından hareketle bir regresyon denklemi yazılabilir. Yazılan bu regresyon denklemi o menkul kıymetin sistematik ve sistematik olmayan riskinin ölçülmesinde kullanılan karakteristik doğrusudur.

[19] Tekbaş, "Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portföy Modeli", ss. 32-33
[20] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 152
[21] James L. Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, 2th ed., Singapure, The McGraw-Hill Companies Inc., 1997, s. 71

Buna göre karakteristik doğru denklemi şöyle gösterilebilir.[22]

$$r_i = a_i + \beta_i r_m + e_i$$

r_i = i hisse senedinin getirisi

a_i = Pazar getirisinin sıfır olduğu durumda i hisse senedinin getireceği sabit getiri olup, denklemin y eksenini kestiği noktayı gösterir.

β_i = Hisse senedi getirisinin pazarın getirisine olan duyarlılığı ve aynı zamanda denklemin eğimini gösterir. Dolayısıyla sistematik riskin bir ölçüsüdür.

r_m = Pazarın getirisini ifade eder.

e_i = Gerçek getiri ile denklemden elde edilen getiri arasındaki farkı yani gerçekle tahmin arasındaki hatayı ifade eder.

Denklemdeki beta (β) belirtildiği gibi denklemin eğimini ifade etmekle birlikte sistematik riskin bir ölçüsüdür. Beta (β)'nın pozitif (+) olduğu durumlarda, beta katsayısı 1'den büyükse ($\beta > 1$) hisse senedinin getirisindeki değişmelerin, pazar getirisindeki değişmelere karşı aynı yönde aşırı duyarlı olduğu, eğer 1'den küçükse ($\beta < 1$) hisse senedinin getirilerindeki değişmelerin pazar getirisindeki değişmelere karşı aynı yönde daha az duyarlı olduğu söylenebilir. Yani betası pozitif yönde birden küçük olan hisse senedinin getirisi pazarın getirisinde meydana gelen artış veya azalışlar karşısında aynı yönlü olarak daha az bir değişim (artış veya azalış) gösterirken, betası birden büyük olan hisse senedinin getirisi pazarda meydana gelen artış veya azalışlar karşısında yine aynı yönlü olarak daha fazla değişim (artış veya azalış) gösterir.

Beta (β)'nın eksi (-) değer alması demek pazarın getirisindeki artışlar karşısında hisse senedi getirisinde düşüşler, pazar getirisindeki düşüşler karşısında hisse senedi getirisinde yükselişler görülmesi anlamına gelirken; genelde pazar getirisindeki değişmeler ile hisse senedi getirisindeki değişimler aynı yönde seyrettiği için pek rastlanan bir durum değildir. Betanın eksi (-) olduğu durumlar içinde, betanın değeri -1'den küçükse ($\beta < -1$) hisse senedinin getirisindeki değişmelerin pazar getirisindeki değişmelere karşı ters yönde aşırı duyarlı olduğu,

[22] Tekbaş, "Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portföy Modeli", s. 33

eğer betanın değeri -1'den büyükse ($\beta > -1$) hisse senedinin getirisindeki değişmelerin pazar getirisindeki değişmelere karşı ters yönde daha az duyarlı olduğu söylenir.

Özet olarak betanın mutlak değeri 1'den küçük ($|\beta| < 1$) ise hisse senedi getirisindeki değişimlerin pazardaki değişimlere duyarlılığının az olduğu, betanın mutlak değeri 1'den büyük ($|\beta| > 1$) ise hisse senedi getirisindeki değişimlerin pazardaki değişimlere aşırı duyarlı olduğu söylenir.

Hisse senedinin veya portföyün getirisi ile pazarın getirisi arasındaki ilişkiye dayanarak hisse senedi veya portföyün getirisindeki değişimlerin, pazarın getirisindeki değişimlere olan duyarlılığını gösteren beta katsayısı, tarihi veriler kullanılarak hesaplanmakla birlikte tarihi veriler kullanılarak hesaplanan beta katsayısı geleceğin tahmini betası olarak da kullanılabilmektedir.[23] Buna göre beta katsayısı şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$\beta_i = \frac{\operatorname{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_m{}^2}$$

β_i = i hisse senedinin beta katsayısı

r_i = i hisse senedinin getirisi

r_m = Pazarın getirisi

$\operatorname{cov}(r_i, r_m)$ = i hisse senedinin getirileri ile pazarın getirileri arasındaki kovaryans değeri

$\sigma_m{}^2$ = Pazarın varyansı

Kovaryans çift rassal değişkenin arasındaki ilişkinin yönünü gösterir ve eğer kovaryans değeri pozitifse rassal değişkenler arasında aynı yönlü bir ilişki, eğer kovaryans değeri negatifse rassal değişkenler arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Yani aralarında pozitif kovaryans olan iki rassal değişken varsa bir değişkenin küçük değerleri diğer değişkenin küçük değerleriyle veya bir değişkenin büyük değerleri diğer değişkenin büyük değerleriyle, negatif kovaryans varsa bir değişkenin küçük

[23] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 139

değerleri diğer değişkenin büyük değerleriyle veya bir değişkenin büyük değerleri diğer değişkenin küçük değerleriyle eşleşiyordur.[24]

Buna göre iki menkul kıymet arasındaki kovaryans şu şekilde hesaplanır;

$$\text{cov}(r_i, r_k) = \frac{\sum_{j=1}^{N} (r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{N}$$

$\text{cov}(r_i, r_k)$ = i menkul kıymeti ile k menkul kıymetinin getirileri arasındaki kovaryans değeri

r_{ij} = i menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$\bar{r}_i$ = i menkul kıymetinin ortalama getirisi

r_{kj} = k menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$\bar{r}_k$ = k menkul kıymetinin ortalama getirisi

N = Getiri sayısı

Eğer örnek verileri kullanılıyorsa o zaman kovaryans şu şekilde hesaplanır;[25]

$$\text{cov}(r_i, r_k) = \frac{\sum_{j=1}^{n} (r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{n-1}$$

Kovaryans eğer gerçekleşme olasılıkları verilmiş değerler için hesaplanıyorsa, getiriler arasındaki kovaryans hisse senetlerinin getirilerinin ortalama beklenen getiriden farklarının gerçekleşme olasılıklarıyla çarpımlarının toplamı şeklinde bulunur. Buna göre hisse senetleri arasındaki kovaryans aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$\text{cov}(r_i, r_k) = \sum_{j=1}^{N} P_j (r_{ij} - E(r_i))(r_{kj} - E(r_k))$$

$\text{cov}(r_i, r_k)$ = i menkul kıymeti ile k menkul kıymetinin getirileri arasındaki kovaryans değeri

---

[24] Paul Newbold, **İşletme ve İktisat için İstatistik**, Çeviren: Ümit Şenesen, 4. bs., İstanbul, Literatür Yayıncılık, Ekim 2001, s. 478

[25] **A.e.**, s. 421

P_j = j döneminde ilgili durumun gerçekleşme olasılığı

r_{ij} = i menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

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

r_{kj} = k menkul kıymetinin j dönemindeki getirisi

$E(r_k)$ = k menkul kıymetinin beklenen getirisi

N = Getiri sayısı

şeklinde hesaplanır.

Karakteristik doğru denklemi oluşturulduktan sonra hisse senedinin toplam riskine ulaşmak için denklemin eşitliğinin her iki tarafının da varyansı hesaplanır ve denklem şu hale gelir;[26]

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{e_i}^2$$

Toplam Risk = Pazar(Sistematik)Riski + Spesifik(Sistematik Olmayan)Risk

Olduğuna göre;[27]

Sistematik ve sistematik olmayan riskin toplam risk içindeki payı yani toplam riskin ne kadarının pazardaki değişimlerden, ne kadarının hisse senedine ait risk kaynaklarıyla açıklandığı;

$$\frac{\text{Sistematik Risk}}{\text{Toplam Risk}} = \frac{\beta_i^2 \sigma_m^2}{\sigma_i^2}$$

$$\frac{\text{Sistematik Olmayan Risk}}{\text{Toplam Risk}} = \frac{\sigma_{e_i}^2}{\sigma_i^2}$$

oranlamasıyla bulunabilir.

1.4.4. Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla Riskin Ölçülmesi:

Riske Maruz Değer bir menkul kıymetin veya bu menkul kıymetlerin oluşturduğu portföylerin riskini ölçerek, belli güven düzeylerinde ve verilen elde bulundurma süresi içinde kaybedebilecekleri maksimum tutar bilgisini yatırımcıya

[26] Tekbaş, "Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portföy Modeli", s. 34
[27] Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, s. 73

göstermektedir. Riske Maruz Değer Yaklaşımıyla riskin ölçülmesine üçüncü bölümde değinilecektir.

1.5. Risk-Getiri İlişkisi:

Risk ve getiri kavramlarını ayrı ayrı inceledikten sonra bunların birbirleriyle olan ilişkilerine bakarsak, risk ve getirinin doğrusal ilişkili olduğu ve riskin arttıkça getirinin de arttığı söylenir.[28]

Dolayısıyla yatırımcıların aldıkları risk dereceleri arttıkça yatırım yaptıkları menkul kıymetten elde edecekleri getiride artacaktır. Ancak her yatırımcının risk alabilme veya alma ölçüsü aynı değildir. Kimi yatırımcılar riskten kaçınırken, kimileri riski sever, kimileri ise riske karşı kayıtsız kalabilirler.

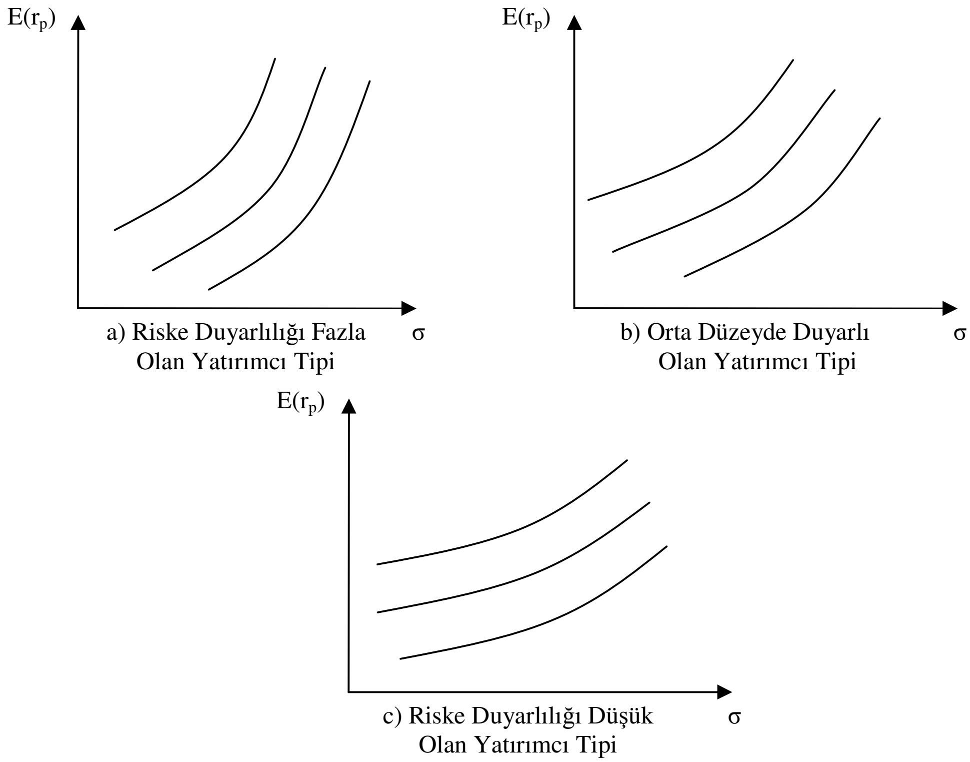
Yatırımcıların en belirgin özelliği riskten mümkün olduğunca kaçınmaktır.[29] Riskten kaçınma veya risk alma derecesine göre yatırımcının ne kadarlık bir getiri kaybetmeye veya ne kadarlık bir getiri elde etmeye razı olduğu kayıtsızlık eğrileri ile açıklanabilir. Yatırımcıların farklı risk-getiri tercihlerine sahip olmalarından dolayı her yatırımcı için kayıtsızlık eğrilerinin eğimleri farklıdır.

Katlanılan risk arttıkça, istenilen getirinin miktarı da arttığı için risk-getiri ekseninin olduğu bir grafikte yatırımcının kayıtsızlık eğrileri pozitif artan eğilimlidirler. Kayıtsızlık eğrileri kesişmez ve aynı kayıtsızlık eğrisi üzerinde yatırımcının elde ettiği fayda, farklı risk ve getiri bileşimleri için aynıdır. Farklı kayıtsızlık eğrilerinde yatırımcının elde ettiği fayda farklı olmakla birlikte kayıtsızlık eğrilerinde, bir üstte bulunan kayıtsızlık eğrisinde yatırımcının elde ettiği fayda bir altta bulunan kayıtsızlık eğrisinde yatırımcının elde ettiği faydaya göre daha yüksektir. Bununla birlikte yatırımcıların riskteki katlanacakları bir birimlik artışa karşılık bekledikleri marjinal getirinin düzeyi bize risk üstlenme durumlarına göre yatırımcıların tipini verecektir.

---

[28] Ünal Bozkurt, **Menkul Değer Yatırımlarının Yönetimi**, İstanbul, İktisat Bankası Eğitim Yayınları, 1988, s. 303

[29] **A.e.**, ss. 277-278



Şekil 1.2. Risk Üstlenme Durumlarına Göre Yatırımcıların Kayıtsızlık Eğrileri
Kaynak: Gürel Konuralp, **Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi**, 2. bs., İstanbul, Alfa Basım Yayın, Mart 2005, s. 318

Her üç grafikte (Şekil 1.2.'de a,b ve c grafikleri) de bir üstte bulunan eğriden yatırımcının elde ettiği fayda bir alttaki eğride yatırımcının elde ettiği faydadan farklı olmakla birlikte üsteki eğride yatırımcının elde ettiği fayda alttaki eğride elde ettiği faydaya göre daha fazladır. Eğer risk seviyesi aynı olarak alınıp yatırımcının elde ettiği getiriye bakılırsa yatırımcının her eğride farklı getiri elde etmekte olduğu ve bir üsteki eğride aynı risk düzeyinde daha fazla getiri elde ettiği görülür. Yatırımcının, yukarı çıkılan her kayıtsızlık eğrisi için elde ettiği getiri aynı risk düzeyinde arttığı için yatırımcının elde ettiği fayda, dolayısıyla bir üstteki kayıtsızlık eğrisinin faydası bir alttakine göre, artmaktadır.

Şekil 1.2.'de a grafiğine bakıldığında kayıtsızlık eğrisinin eğiminin fazla olduğunu görebiliriz. Bu da yatırımcının riske karşı duyarlılık derecesinin fazla olduğunu gösterir. Çünkü yatırımcı bir birimlik risk artışına karşılık daha fazla getiri talep etmektedir. Grafik c'de eğrinin eğiminin diğerlerine göre az olduğu görülür. Bu da yatırımcının risk almayı seven yani riske duyarlılığı düşük olan yatırımcı olduğunu gösterir. Çünkü yatırımcı riskteki değişim oranına göre daha az bir getiri değişimine razı olmaktadır. Grafik b'de ise kayıtsızlık eğrilerinin eğimi diğer şekildekiler gibi ne çok fazla ne çok azdır. Bu durumda yatırımcının riske karşı orta düzeyde duyarlı olduğunu söyleyebiliriz.

2. BÖLÜM: PORTFÖY TANIMI, AMACI, PORTFÖY TEORİLERİ ve ORTALAMA-VARYANS MODELİ:

2.1. Portföy Tanımı ve Amacı:

Portföy, tek menkul kıymete yatırım yapmak yerine birden fazla menkul kıymete yatırım yapılması sonucu ortaya çıkan bir kavramdır.

Portföy kavramı, özellikle sermaye piyasaları gelişmiş olan ülkelerde menkul kıymet yatırımcılarının risk ve getiri konusunda bilinçlenmesiyle daha da önem kazanmıştır.[1]

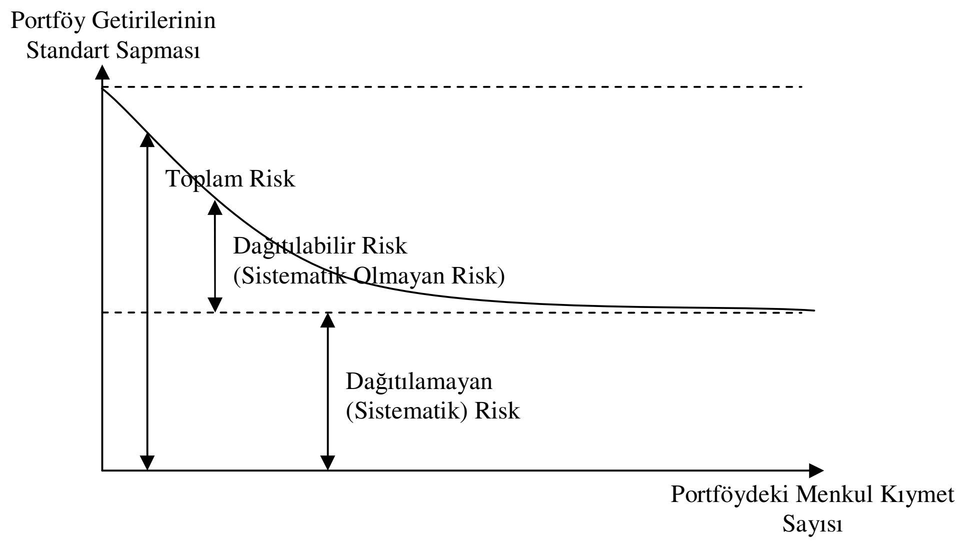
Yatırımcı tek bir menkul kıymete yatırım yaparak o menkul kıymetin tüm riskini almak yerine birden fazla menkul kıymete yatırım yaparak riski bölmek istemektedir.

Risk konusunda anlatıldığı üzere her menkul kıymetin toplam riskini menkul kıymetin bağlı olduğu firmanın kendisinden ve içinde bulunduğu sektörden kaynaklanan sistematik olmayan ve menkul kıymetin içinde bulunduğu pazardan kaynaklanan sistematik olan bazı riskler oluşturmaktaydı. Portföy oluşturmaktaki yani birden fazla menkul kıymete yatırım yapmadaki amaç ise çeşitlendirme yolu ile toplam riski mümkün olduğunca düşürmektir.

Az sayıda menkul kıymet içeren portföyler çok sayıda menkul kıymet içeren portföylere göre daha fazla sistematik olmayan risk (çeşitlendirilebilir risk) içerir.[2] Çok sayıda menkul kıymetin portföye dahil edilmesi ile geriye sadece sistematik risk (çeşitlendirme ile giderilemeyen risk) kalmaktadır.[3] Diğer bir ifadeyle; oluşturulan portföyle, yapılan çeşitlendirmeden dolayı toplam riski düşürmek mümkünken, riskin tamamını yok etmek mümkün olmamaktadır.

---

[1] Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, 5. bs., İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2000, s. 362
[2] Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, s. 30
[3] Steven E. Bolten, **Security Analysis and Portfolio Management: An Analytical Approach to Investments**, USA, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1972, s. 448



Şekil 2.1. Menkul Kıymet Sayısı ile Risk Arasındaki İlişki
Kaynak: James L. Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, 2th ed., Singapure, The McGraw-Hill Companies Inc., 1997, s. 30

Şekil 2.1.'de de görüldüğü gibi portföy içindeki menkul kıymet sayısı arttırıldıkça yani yapılan çeşitlendirme yolu ile toplam risk belli bir seviyeye kadar düşmektedir. Burada toplam riskin düşmesinin sebebi sistematik olmayan riskin çeşitlendirme ile birlikte azalmasıdır. Sistematik riskin çeşitlendirme ile azaltılamamasının nedeni ise sistematik riskin, pazardaki tüm menkul kıymetleri aynı yönde etkilemesidir. Dolayısıyla portföye ne kadar menkul kıymet alırsak alalım bunlar pazardaki değişmelerden hep birlikte ve genellikle aynı yönde etkileneceği için portföydeki sistematik risk ortadan kaldırılamamaktadır.

Bununla birlikte yabancı ülke pazarları arasındaki korelasyonun düşük olması bize tamamı yerel piyasalarda yapılmış çeşitlendirme ile oluşturulmuş portföye göre uluslararası piyasalardaki menkul kıymetlerde dikkate alınarak yapılan çeşitlendirme ile oluşturulmuş portföyün, kur riskinin hedge edilmesi ve işlem maliyetlerinin olmaması gibi varsayımlar altında, daha düşük riske sahip olacağını göstermektedir.[4]

Portföy oluştururken yatırımcının getiri ve risk tercihleri doğrultusunda vereceği karar, öncelikli olarak hangi menkul kıymetleri tutması gerektiği ve her

[4] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, ss. 268-285

birine ne kadarlık yatırım yapması gerektiğidir.[5] Portföy oluşturulmasına ilişkin ise farklı teoriler bulunmaktadır.

2.2. Portföy Teorileri:

Toplam riski düşürmek amacıyla yapılan çeşitlendirmede iki teori vardır. Bunlardan birisi; 1950'li yıllara kadar varlıklar arasındaki ilişkiyi gözetmeden tesadüfi olarak seçilen menkul kıymetlerin portföye dahil edilmesi temeline dayalı, basit çeşitlendirme düşüncesiyle hareket eden Geleneksel Portföy Teorisi, diğeri ise; 1950'li yıllardan sonra ortaya çıkan ve varlıklar arasındaki ilişkileri göz önüne alarak portföy oluşturmaya dayalı olan Modern Portföy Teorisidir.

2.2.1. Geleneksel Portföy Teorisi:

Geleneksel Portföy Teorisi, portföy içindeki varlıkların arasındaki ilişkiye bakmaksızın varlık sayısının arttırılması ile (çeşitlendirme ile) toplam riskin azaltılabileceği görüşüne dayanır.

Birden fazla varlığa yatırım yapılması görüşüne dayandığı için bütün yumurtaların aynı sepete konulmaması olarak da tanımlanabilir.[6] Geleneksel Portföy Teorisinden hareketle, 200 farklı menkul kıymetten oluşan bir portföy, 20 farklı menkul kıymetten oluşan bir portföye göre daha iyi çeşitlendirilmiş olarak kabul edilirken, J. Evans, S.H. Archer tarafından 1968 yılında yayınlanan ve 1958-67 dönemini kapsayan araştırmada da varlık sayısı 10 ile 15 olduğunda portföyün toplam riskinin içindeki sistematik olmayan (çeşitlendirme ile giderilebilen) riskin çeşitlendirmenin etkisiyle hemen hemen ortadan kalkacağı, toplam riskin sistematik (çeşitlendirme ile giderilemeyen) risk düzeyine yaklaşacağı gösterilmiştir. İMKB Ulusal-30 Endeksi üzerine 2000 yılının ilk altı ayını içerecek şekilde 2001 yılında

---

[5] Fischer, Jordan, **Security Analysis and Portfolio Management**, s. 78

[6] J. Evans, S. H. Archer, "Diversification and Reduction of Dispersion, An Emprical Analysis", **Journal of Finance**, Vol.: 23, No: 5, Aralık 1968, s. 761

Gökçe Alp Gökçe tarafından yapılan çalışmada ise iyi çeşitlendirilmiş bir portföyün 6 ile 16 arasında menkul kıymet içermesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.[7]

2.2.2. Modern Portföy Teorisi:

Geleneksel Portföy Teorisinde, menkul kıymetlerin arasındaki getiri ilişkisine bakılmadan portföye dahil edilmesi, düşük getirili menkul kıymetlerin de portföye dahil edilmiş olması olasılığını doğuracağı için varlıklar arasındaki getiri ilişkisine bakılmaksızın varlıkların portföye dahil edilmesi, toplam riski azaltırken getiriyi de azaltma sorununu ortaya çıkarır. Bu sorun karşısında Modern Portföy Teorisinin yaratıcısı olarak kabul edilen ve önce 1952 yılında yayınlanan makalede ve daha sonra 1959 yılında çıkarılan kitapta H. Markowitz varlıklar arasındaki getiri ilişkisine dayalı bir portföy seçim modelinden bahsetmiştir.

Bu modele göre varlıklar arasındaki getiri ilişkileri (korelasyon katsayıları) incelenerek tam pozitif ilişki içinde olmayan varlıkların yani aralarındaki korelasyon katsayısı 1'den küçük olan $(\rho_{i,k} < 1)$ varlıkların portföye dahil edilmesi ile birlikte portföyün getirisini düşürmeden riskin azaltılabileceği gösterilmiştir.[8]

Modern Portföy Teorisinin temellerinin atıldığı ve Markowitz tarafından geliştirilen Ortalama-Varyans Modeli (Markowitz Modeli) ile portföy kavramına yeni boyut gelmiştir. Ancak Ortalama-Varyans Modeli uygulamada menkul kıymet sayısının fazlalığından dolayı karmaşık bir takım hesaplamalar gerektirmektedir. Yapılması gereken karmaşık hesaplamaların getirdiği bu işlem yükünü ortadan kaldırmak için 1963 yılında W. Sharpe tarafından Tek Endeks Modeli geliştirilmiştir. Tek Endeks Modeli, Ortalama-Varyans Modelinde olduğu gibi tek tek menkul kıymetlerin risklerini ölçmek yerine, pazarın toplam riskini ölçmeyi önermektedir.[9] Tek Endeks Modeli temelde endeks getirisindeki değişimlerle menkul kıymet

---

[7] Gökçe Alp Gökçe, "Risk, Çeşitlendirme ve İMKB-30 Endeksinde İyi Çeşitlendirilmiş Bir Portföyün Büyüklüğünün Hesaplanması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe, Finansman ve Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, 2001

[8] Henry Markowitz, "Portfolio Selection", **Journal of Finance**, Vol.: VII, No.: 1, Mart 1952, s. 89

[9] Murat Kıyılar, Ergün Eroğlu, "Tek Endeks Modeli ve Modelin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulaması", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi**, Cilt: 33, Sayı: 1, Nisan 2004, s. 3

getirilerindeki değişimler arasında ilişki olduğunu söyler ve her menkul kıymetin pazar endeksiyle beraber olarak değişimini ortaya çıkarmaktadır.

1964 yılında Sharpe, 1965 yılında Linter ve 1966 yılında Mossin tarafından yapılan çalışmaların sonucunda Finansal Varlık Fiyatlama Modeli geliştirilmiştir. Dolayısıyla Sharpe, Linter ve Mossin modeli olarak da bilinmektedir. Finansal Varlık Fiyatlama Modeli, Ortalama-Varyans Modeline bağlı Sermaye Pazarı Teorisinin üzerine kurulmuştur.[10] Finansal Varlık Fiyatlama Modeli, Sermaye Pazarı Teorisi üzerine kurulduğu için risksiz faiz oranı üzerinden borç alma ve borç verme olanağının yanı sıra açığa satış yapabilmeye imkan vermektedir. Daha sonra bu modeli kendi içinde geliştirmek için çalışmalar yapılmış ve Sıfır Betalı, Çok Dönemli, Çok Betalı ve Tüketim Temelli Finansal Varlık Fiyatlama Modeli gibi çeşitli formları geliştirilmiştir.

Ancak, menkul kıymet getirilerinde birden fazla risk faktörünün etkili olduğu görüşüyle, Tek Endeks Modelinin menkul kıymet getirilerindeki değişimi sadece pazar portföyündeki değişimlerle açıklamasında bir takım eksiklikler olduğu görüşü ortaya çıkmıştır. Bu eksikliği gidermek için, getirilerin tek faktörün değil, birden fazla faktörün doğrusal bir fonksiyonu olduğunu belirten Çok-Endeksli Modeller ve spesifik bir çok-endeksli model olan Arbitraj Fiyatlama Modeli geliştirilmiştir.[11]

Çok-Endeksli Modeller, menkul kıymet getirilerini etkileyen faktörlerin neler olduğuna göre farklılıklar gösterir. Genel olarak Çok-Endeksli Modellerde faiz, enflasyon, büyüme oranları, sanayi endeksleri gibi makro ekonomik değişkenler menkul kıymet getirilerini etkileyen faktörler olarak kabul edilir.

Arbitraj Fiyatlama Modeli ise; 1976 yılında Stephen Ross tarafından geliştirilmekle birlikte hisse senedi fiyatlamasına yeni ve farklı bir yaklaşım getirmiştir.[12] Arbitraj Fiyatlama Modeli, finansal varlık fiyatlama modelinin varsayımlarına göre daha az sayıda varsayımda bulunmaktadır.[13] Menkul kıymet

---

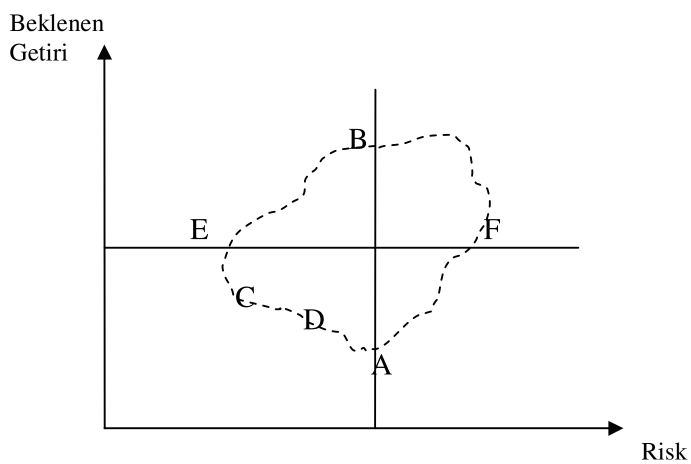
[10] Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, ss. 54-55
[11] Edwin J. Elton, Martin J. Gruber, "Modern Portfolio Theory, 1950 to date", **Journal of Banking and Finance**, Vol.: 21, Aralık 1997, s. 1754
[12] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 364
[13] Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, s. 91

getirilerini etkileyen faktörler arasında tek faktör yerine çoğunlukla faiz oranı, enflasyon oranı, para arzı, ödemeler dengesine ilişkin cari işlemler dengesi ve dış ticaret dengesi, milli gelir, döviz kurları, bütçe dengesi ve sanayi üretimi ve yatırım harcamaları gibi faktörler kullanılmaktadır.[14]

Tüm yatırımcılar için iki temel yaklaşım vardır.[15]

- Aynı risk seviyesinde daha fazla getiriyi tercih ederler.

- Aynı getiri düzeyinde daha az riski tercih ederler.



Şekil 2.2. Farklı Varlık veya Portföyler için Risk ve Getiri Olanakları
Kaynak: Edwin J. Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, 6th ed., USA, John Wiley&Sons Inc., 2003, s. 80

Bu iki yaklaşıma göre yatırımcı aynı risk düzeyinde B portföyünü veya varlığını; A varlığı veya portföyüne, aynı getiri düzeyinde ise E portföyünü veya varlığını; F varlığı veya portföyüne tercih edecektir.

Markowitz'in, Modern Portföy Teorisini ortaya koyarken kullandığı bir takım varsayımlar vardır. Bu temel varsayımlar şunlardır;[16]

1- Yatırımcılar yatırım kararlarını, yatırımların beklenen getirisine ve riskine bakarak verirler. Bundan dolayı kayıtsızlık eğrileri beklenen getirinin ve standart sapmanın bir fonksiyonunu oluşturmaktadır.

[14] Tülin Akkum, Bengü Vuran, "Türk Sermaye Piyasasındaki Hisse Senedi Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörlerin Arbitraj Fiyatlama Modeli ile Analizi", **İşletme ve Finans Dergisi**, Sayı: 233. Sayının Eki, Ağustos 2005, s. 30
[15] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 79
[16] Konuralp, **Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi**, ss. 315-316

2- Portföyün riski, beklenen veya ortalama getiriden sapmaların hesaplanması şeklinde ifade edilir.

3- Yatırımcılar, belli bir risk düzeyinde yüksek getiri sağlayan varlığı düşük getiri sağlayan varlığa veya aynı getiri seviyesinde düşük riski olan varlığı yüksek riski olan varlığa tercih ederler.

4- Bu bakımlardan yatırımcıların amacı fayda maksimizasyonunu sağlamaktır. Yani yatırımcılar yaptıkları yatırım dönemi sonunda kendilerine en çok faydayı sağlayacak menkul kıymeti seçeceklerdir.

5- Aynı ve tek dönemlik yatırım ufkuna sahip olmakla birlikte yatırımcılar, yatırımların beklenen getirilerini olasılık dağılımları olarak ifade ederler.

2.3. Ortalama-Varyans Modeli:

Ortalama-Varyans Modeli daha önce de belirtildiği gibi Markowitz tarafından geliştirilmiştir. Modern Portföy Teorisinin temelini oluşturmakla birlikte farklı yatırım alternatiflerinde yapılacak etkin varlık dağılımı için de etkili bir araçtır.[17]

Markowitz tarafından geliştirilen Ortalama-Varyans Modelinde menkul kıymetler tekil olarak değil, oluşturulan portföy içinde yer alan diğer menkul kıymetlerle olan ilişkileri göz önüne alınarak portföye dahil edilir. Menkul kıymetlerin arasındaki ilişkilerin göz önüne alınmasıyla kurulan portföy, menkul kıymetler arasındaki ilişkinin göz önüne alınmadığı durumda kurulan portföye göre aynı beklenen getiri seviyesinde daha az riskli bir portföy olabilir.[18]

---

[17] Philippe Jorion, "Portfolio Optimization in Practice", **Financial Analysts Journal**, Vol.: 48, No: 1, Ocak-Şubat 1992, s. 68
[18] Elton, Gruber, "Modern Portfolio Theory, 1950 to date", ss. 1744 -1745

2.3.1. Ortalama-Varyans Modelinin Varsayımları:

Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeli şu temel varsayımlara dayanmaktadır.[19]

1- Yatırımcılar rasyonel bireylerdir. Yani beklenen faydayı maksimize etmek isterken riskten kaçınmak isterler.

2- Yatırımların getirileri normal dağılım olarak dağılırlar.

3- Tüm yatırımcılar aynı ve tek dönemlik yatırım ufkuna sahiptirler.

2.4. Portföy Getirisinin (Veriminin) ve Riskinin Hesaplanması:

Birinci bölümde tek menkul kıymete ilişkin getiri ve risk hesaplaması anlatılmıştı. Burada ise bu tekil varlıkların oluşturduğu portföylerin risk ve getirisinin hesaplanması yapılacaktır.

2.4.1. Portföy Getirisi:

Birden fazla menkul kıymet içeren bir portföyün getirisi, her menkul kıymetin geçmiş getirilerinden veya geleceğe ilişkin olasılıklarından hesaplanan beklenen getirilerinin portföy içindeki ağırlıklarıyla çarpımlarının toplanması ile bulunur.

Buna göre portföy getirisi şu şekilde hesaplanır;[20]

$$r_p = W_1 r_1 + W_2 r_2 + W_3 r_3 + ... + W_n r_n$$

$$r_p = \sum_{i=1}^{n} W_i r_i$$

r_p = Portföyün getirisi

W_i = i menkul kıymetinin portföy içindeki ağırlığı

[19] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 232; Farell, **Portfolio Management: Theory and Application**, s. 55

[20] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 53

r_i = i menkul kıymetinin getirisi

n = Portföydeki menkul kıymet sayısı

2.4.2. Portföy Riski:

Portföyün riski, portföydeki menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkinin yönüne ve derecesine bağlı olduğu için portföy getirisinin hesaplanması gibi portföydeki menkul kıymetlerin ağırlıklarının riskleriyle çarpımlarının toplamı şeklinde hesaplanmaz. Dolayısıyla portföy riski hesaplanmasında menkul kıymetler arasındaki ilişkinin yönünü gösteren kovaryans değerinin veya hem yönünü hem de derecesini gösteren korelasyon katsayısının da risk hesaplamasına dahil edilmesi gerekmektedir.

Kovaryansın varlıklar arasındaki ilişkinin yönünü gösterdiği ve hesaplama şekli 1.4.3 numaralı başlık altında açıklanmıştı. Korelasyon katsayısı ise kovaryansa ek olarak ilişkinin derecesini yani gücünü belirlemekte ve korelasyon katsayısı –1 ile +1 arasında değişmektedir. Sıfırdan büyük korelasyon katsayısı için iki menkul kıymet arasında pozitif (aynı) yönlü bir ilişkinin olduğu ve +1 olduğunda aynı oranda bir değişim olduğu yani aynı yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu söylenir. Sıfırdan küçük korelasyon katsayısı için iki menkul kıymet arasında negatif (zıt) yönlü bir ilişkinin olduğu ve –1 olduğunda aynı oranda bir değişim olduğu yani ters yönlü güçlü bir ilişki olduğu söylenir. Sıfır (0) ise aralarında herhangi bir ilişki olmadığı anlamını taşır.

Korelasyon katsayısı şöyle hesaplanır;[21]

$$\rho_{\mathrm{i,k}} = \frac{\mathrm{cov}(r_i, r_k)}{\sigma_{\mathrm{i}}\sigma_{\mathrm{k}}}$$

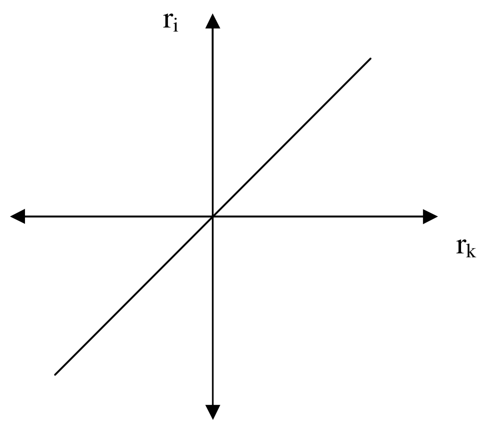
$\rho_{\mathrm{i,k}}$ = i menkul kıymetinin getirileri (r_i) ile k menkul kıymetinin getirileri (r_j) arasındaki korelasyon katsayısı

$\mathrm{cov}(r_i, r_k)$ = i menkul kıymetinin getirileri (r_i) ile k menkul kıymetinin getirileri (r_j) arasındaki kovaryans (σ_{ik} şeklinde de gösterilebilir)

[21] **A.e.**, s. 54

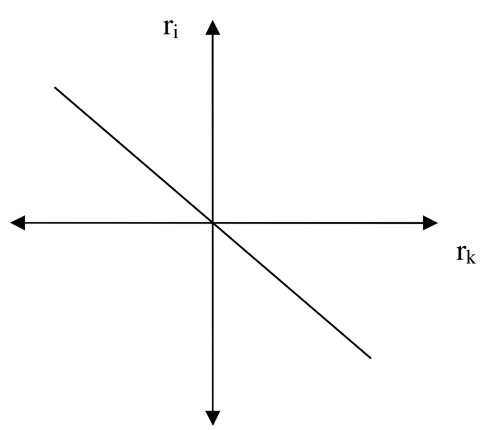
σ_i = i menkul kıymetinin standart sapması

σ_k = k menkul kıymetinin standart sapması



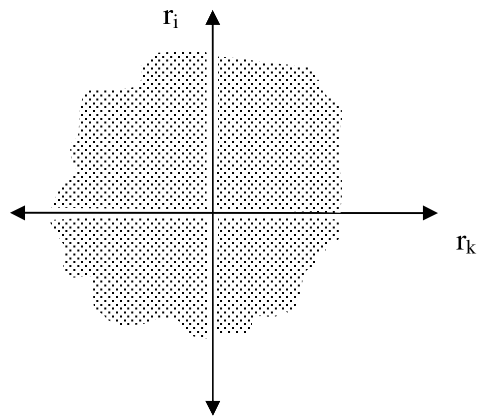
Şekil 2.3. Tam Pozitif Korelasyon Durumu

Şekil 2.3.'de aralarında tam pozitif korelasyon olan iki menkul kıymetin getirilerinin hareket yönü gösterilmektedir. Buna göre, iki menkul kıymet arasındaki korelasyon katsayısı +1 ise bu iki menkul kıymetin getirileri aynı yönde ve aynı oranda hareket ediyordur denilir.



Şekil 2.4. Tam Negatif Korelasyon Durumu

Şekil 2.4.'de aralarında tam negatif korelasyon olan iki menkul kıymetin getirilerinin hareket yönü gösterilmektedir. İki menkul kıymetin arasındaki korelasyon katsayısı –1 ise getirilerinin ters yönlü ve aynı oranda hareket ettiği ve birisinin getirisi düştüğünde diğerinin getirisinin aynı oranda artacağı söylenir.



Şekil 2.5. Korelasyon Katsayısının Sıfır Olduğu Durum

Şekil 2.5.'de ise aralarında negatif veya pozitif yönlü bir ilişki olmayan korelasyon katsayısı sıfır olan iki menkul kıymetin getirilerinin karşılıklı olarak hareketi gösterilmiştir. Menkul kıymet getirileri arasındaki hareketin yönü bakımından aynı yönlü veya ters yönlü anlamlı bir ilişki olmadığı söylenir.

Ortalama-Varyans Modelinin portföy riskinin hesaplanmasında menkul kıymetler arasındaki ilişkiyi de hesaba kattığını daha önce belirtmiştik. Buna göre, iki menkul kıymet arasındaki ilişkinin yönünün ne şekilde olacağını ve nasıl hesaplanacağını gösterdikten sonra iki menkul kıymetten oluşan portföyün riskinin;

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)$ her iki tarafın karekökü alındığında ise;

$$\sigma_p = \sqrt{W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)}$$

şeklinde hesaplandığı gösterilebilir.

İki menkul kıymet arasında tam pozitif korelasyon ($\rho_{1,2} = +1$) var ise portföy riski;

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)$; $\operatorname{cov}(r_1, r_2) = \rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$ olduğundan bu eşitlikten $\operatorname{cov}(r_1, r_2)$ yerine eşidini yazarsak aşağıda görülen eşitliği elde edebiliriz.

$$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2 \quad ; \quad \rho_{1,2} = +1$$ olduğu için,

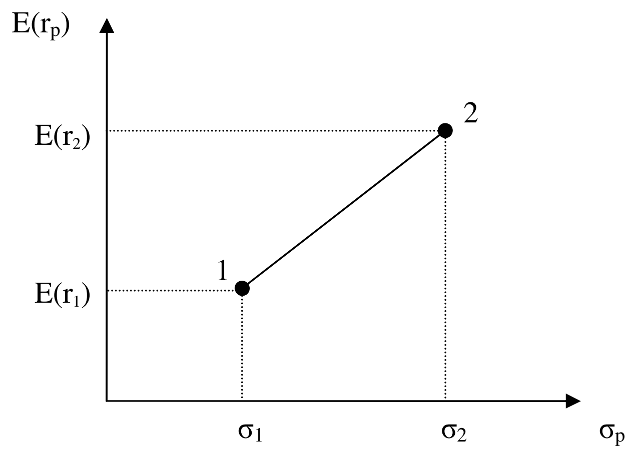
$$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2\sigma_1\sigma_2$$ eşitliğine, buradan da toplamın karesi özdeşliğinden;

$$\sigma_p^2 = (W_1\,\sigma_1 + W_2\,\sigma_2)^2$$ eşitliğine, buradan da iki tarafın karekökü alındığında,

$$\sigma_p = (W_1\,\sigma_1 + W_2\,\sigma_2)$$ formülüyle hesaplanabilir.

Görüldüğü gibi, portföy riski iki varlık arasındaki korelasyonun +1 olması durumunda risklerinin ağırlıklı ortalamasının toplamı olduğu yani portföy etkisinin olmadığı görülür. Bu durumda menkul kıymet getirileri aynı yönde ve aynı oranda hareket ettiği için çeşitlendirmenin faydasından yararlanılamadığından portföyün riski sınırlandırılamaz.

Portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri arasındaki ilişkinin tam pozitif yönlü olması durumunda portföy riski Şekil 2.6.'da görüldüğü gibi iki menkul kıymetin riskinin arasında bir yerde oluşacaktır.



Şekil 2.6. Tam Pozitif Korelasyon Olması Durumunda İki Menkul Kıymetin Farklı Ağırlık Bileşimlerinde Oluşturacakları Portföyün Riski ve Beklenen Getirisi

İki menkul kıymet arasında tam negatif korelasyon ($\rho_{1,2} = -1$) var ise portföy riski;

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)$; $\operatorname{cov}(r_1, r_2) = \rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$ bu eşitlikten $\operatorname{cov}(r_1, r_2)$ yerine eşidini yazarsak aşağıdaki eşitlik elde edilir.

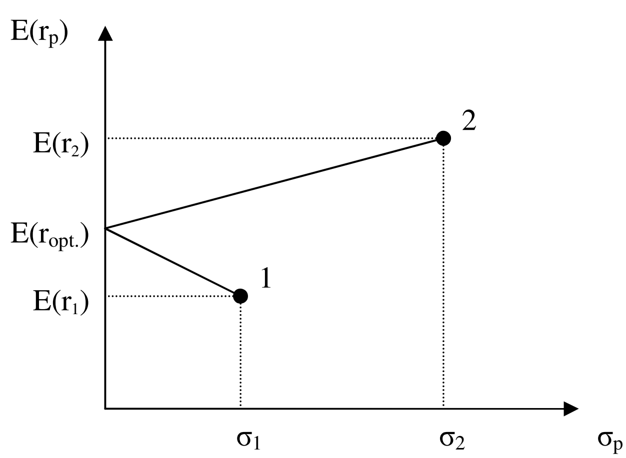
$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$; $\rho_{1,2} = -1$ olduğu için,

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 - 2W_1W_2\sigma_1\sigma_2$ eşitliğine, buradan da farkların karesi özdeşliğinden;

$\sigma_p^2 = (W_1\ \sigma_1\ - W_2\ \sigma_2\ )^2$ eşitliğine, buradan da iki tarafın karekökü alındığında,

$\sigma_p = (W_1\ \sigma_1\ - W_2\ \sigma_2\ )$ formülüyle hesaplanabilir.

Görüldüğü gibi, iki menkul kıymetten oluşan portföyün riski, portföyün aralarında tam negatif yönlü korelasyon olan iki menkul kıymetin portföye alınması şeklinde oluşturulması ile minimuma indirilmiş olmaktadır. Aralarında tam negatif yönlü korelasyon olan iki menkul kıymetin farklı ağırlık oranlarında birleşimi ile oluşan portföylerin risk-getiri değerlerindeki değişim Şekil 2.7.'de olduğu gibi gösterilebilir. Hatta belirlenen uygun ağırlık oranlarında bir portföy oluşturulması halinde oluşturulan portföyün riski, teorik olarak, sıfıra indirilebilmektedir.



Şekil 2.7. Tam Negatif Korelasyon Olması Durumunda İki Menkul Kıymetin Farklı Ağırlık Bileşimlerinde Oluşturacakları Portföyün Riski ve Beklenen Getirisi

İki menkul kıymetin getirileri arasındaki korelasyon katsayısının sıfır $(\rho_{1,2} = 0)$ olması durumunda ise portföy riski;

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)$; $\operatorname{cov}(r_1, r_2) = \rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$ bu eşitlikten $\operatorname{cov}(r_1, r_2)$ yerine eşidini yazarsak aşağıdaki eşitlik elde edilir.

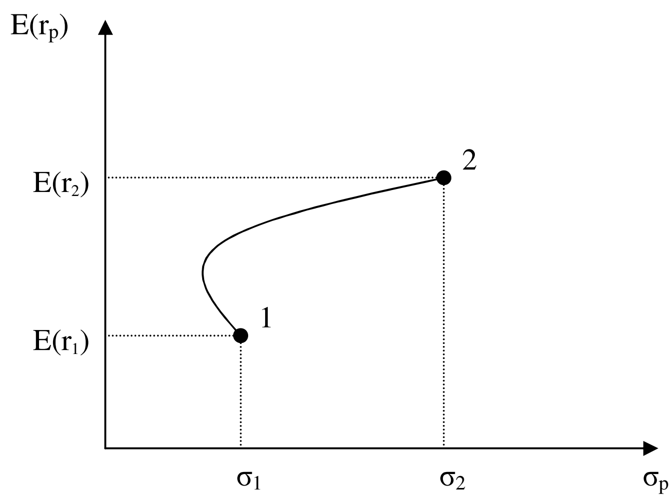
$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + 2W_1W_2\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$; $\rho_{1,2} = 0$ olduğu için,

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2$ eşitliğine, buradan da;

$\sigma_p^2 = W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2$ eşitliğine, buradan da iki tarafın karekökü alındığında,

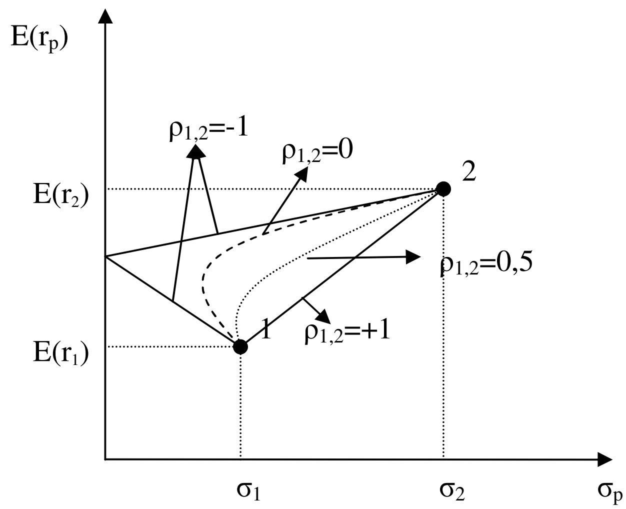
$\sigma_p = \sqrt{W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2}$ formülüyle hesaplanabilir.

Korelasyon katsayısı sıfır olduğunda portföyün riski, Şekil 2.8.'de olduğu gibi menkul kıymetlerin farklı ağırlık oranlarıyla birleşiminde oluşacak farklı portföylerin hesaplanan riskleri ve bu riskleri karşılığında beklenen getirileri, tam pozitif korelasyon ve tam negatif korelasyon durumunda oluşan portföy riskleri ve beklenen getirilerinin gösterildiği çizgiler arasında, birinci menkul kıymet ile ikinci menkul kıymetin arasında yer alan çizgi üzerinde oluşacaktır. Yine portföyün riski belli bir ağırlık bileşiminin olduğu noktaya kadar azalmakla birlikte belli bir ağırlık bileşiminden sonra yakaladığı minimum risk seviyesinden uzaklaşacaktır.



Şekil 2.8. Korelasyon Katsayısının Sıfır Olması Durumunda İki Menkul Kıymetin Farklı Ağırlık Bileşimlerinde Oluşturacakları Portföyün Riski ve Beklenen Getirisi

Farklı beklenen getirilere ve standart sapmalara sahip menkul kıymetlerin farklı ağırlık bileşimlerinde oluşturdukları portföyün riski ve beklenen getirisi, menkul kıymetlerin arasındaki korelasyon katsayısının durumuna göre şu şekilde (Şekil 2.9.) şekillendirilebilir.



Şekil 2.9. Değişik Korelasyon Katsayıları için Portföyün Beklenen Getirisi ve Standart Sapması Arasındaki İlişki
Kaynak: Edwin J. Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, 6th ed., USA, John Wiley&Sons Inc., 2003, s. 77

Portföyün en basit anlamıyla iki menkul kıymetten oluştuğunu varsayıp portföyü oluşturan varlıkların getirileri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, varlıkların getirileri arasındaki ilişkiye göre oluşturdukları portföyün riskinin değişimi Şekil 2.9.'da topluca gösterilmektedir. Buna göre; menkul kıymet getirileri arasındaki ilişki tam negatif korelasyon durumundan pozitif yöne doğru büyüdükçe portföy riski de aynı getiri seviyesinde artmakta veya aynı risk seviyesinde daha az getiri elde edilmektedir. Aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı +1 olduğunda risk diğer durumlara göre aynı getiri seviyesinde en yüksek seviyeye çıkmaktadır. Şekilde $\rho_{1,2} = +1$'i gösteren çizgi, 1. ve 2. menkul kıymetlerin değişik ağırlıklarla bileşimi sonucu farklı risk ve getiri seviyesindeki portföylerin riskindeki değişimi göstermektedir.

$\rho_{1,2} = -1$ olduğunda ise; menkul kıymetlerin oluşturduğu portföyün riskinin farklı varlık ağırlıkları için diğer ilişki durumlarına göre aynı getiri düzeyinde her zaman daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Çünkü bu durumda, bir menkul kıymet kazandırırken diğeri kaybettirecek veya biri kaybettirirken diğeri kazandıracaktır. Portföyün sadece bir nolu menkul kıymetten oluştuğu varsayılırsa portföy riskiyle bu menkul kıymetin riski eşit ve σ_1 kadar olacaktır. Portföye bir nolu varlıkla ters yönde ilişkisi olan iki nolu varlık eklendikçe risk belli bir noktaya kadar düşerek minimum seviyeye gelecek; eğer iki nolu menkul kıymet portföye eklenmeye devam ederse risk ve getiri iki nolu varlığın riskine ve getirisine doğru yaklaşmaya başlayacaktır.

İlişkilerin +1 ve –1 olduğu durumları gösteren çizgilerin arasında kalan bölge ise, ilişkinin +1 ile –1 arasında olduğu durumları göstermekte olup $\rho_{1,2}$'nin sıfır olduğu durumda 1. ve 2. varlığın herhangi bir ağırlık bileşimi için portföy riskinin değişimi Şekil 2.9.'daki gibi gösterilebilir.

Portföyün ikiden fazla varlık içermesi durumunda ise risk yine ikili varlılar arasındaki ilişki dikkate alınarak hesaplanmakta, bununla birlikte işlem sayısı da artmaktadır. N adet menkul kıymetin söz konusu olduğu bir portföyün risk ve getirisinin hesaplanması için N adet getiri hesabı, N adet standart sapma, N(N-1)/2 adet kovaryans olmak üzere toplam $(N^2+3N)/2$ adet veri hesaplamak gerekmektedir.

Buna göre ikiden fazla menkul kıymet için portföy riski;[22]

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N} W_i^2 \sigma_i^2 + 2\sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{N} W_i W_k \operatorname{cov}(r_i, r_k)$$ bu formülü açarsak;

$$\begin{aligned}
\sigma_p^2 = {} & W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + W_3^2\sigma_3^2 + \dots\dots + W_N^2\sigma_N^2 + \\
& 2W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2) + 2W_1W_3 \operatorname{cov}(r_1, r_3) + 2W_2W_3 \operatorname{cov}(r_2, r_3) + \dots\dots\dots \\
& + 2W_{N-1}W_N \operatorname{cov}(r_{N-1}, r_N)
\end{aligned}$$

şeklinde hesaplanır.

[22] **A.e.**, s. 58

Verilen yukarıdaki formül;

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{k=1}^{N} W_i W_k \operatorname{cov}(r_i, r_k) \qquad \text{veya}$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{k=1}^{N} W_i W_k \rho_{i,k} \sigma_i \sigma_k$$

şeklinde de ifade edilebilir.

N sayıda menkul kıymetten meydana gelen portföyün varyansının veya standart sapmasının bulunmasında kullanılan formülün hesaplanabilmesi için her bir menkul kıymetin yer aldığı N tane satır ve N tane sütundan oluşan bir matris oluşturulup her bir hücrenin içine verilen formül yazılıp daha sonra bunların toplamı alındığında portföyün varyansına ulaşılır. Varyansın karekökünün alınması ile portföy riski bulunmuş olur. Buna göre ağırlıklandırılmış kovaryans matrisi için Tablo 2.1'e bakılabilir.

Tablo 2.1. Portföy Riskinin (Varyansının ve Standart Sapmasının) Hesaplanması için Oluşturulan Ağırlıklandırılmış Kovaryans Matrisi

	1	2	3	...	N
1	$W_1W_1\rho_{1,1}\sigma_1\sigma_1$ veya $W_1W_1 \operatorname{cov}(r_1, r_1)$	$W_1W_2\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2$ veya $W_1W_2 \operatorname{cov}(r_1, r_2)$	$W_1W_3\rho_{1,3}\sigma_1\sigma_3$ veya $W_1W_3 \operatorname{cov}(r_1, r_3)$	...	...
2	$W_2W_1\rho_{2,1}\sigma_2\sigma_1$ veya $W_2W_1 \operatorname{cov}(r_2, r_1)$	. . .	. . .	. . .	. . .
3	$W_3W_1\rho_{3,1}\sigma_3\sigma_1$ veya $W_3W_1 \operatorname{cov}(r_3, r_1)$	. . .	. . .	. . .	. . .
. .	. .	. .	. .	. .	. .
. .	. .	. .	. .	. .	. .
N	$W_NW_1\rho_{N,1}\sigma_N\sigma_1$ veya $W_NW_1 \operatorname{cov}(r_N, r_1)$	. . .	. . .	. . .	$W_NW_N\rho_{N,N}\sigma_N\sigma_N$ veya $W_NW_N \operatorname{cov}(r_N, r_N)$

Portföy riskinin hesaplanması matrislerin çarpımı yardımıyla da ifade edilebilir. Buna göre portföyün varyansı;

$$\sigma_p^2 = [W_1 \quad W_2 \quad . \quad . \quad W_N] \begin{bmatrix} \operatorname{cov}(r_1, r_1) & \operatorname{cov}(r_1, r_2) & . & . & \operatorname{cov}(r_1, r_N) \\ \operatorname{cov}(r_2, r_1) & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ \operatorname{cov}(r_N, r_1) & . & . & . & \operatorname{cov}(r_N, r_N) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ . \\ . \\ W_N \end{bmatrix}$$

şeklinde de ifade edilebilir.

İki menkul kıymetten oluşan bir portföy için kovaryans matrisi şu şekilde yazılabilir ve $\sum$ sembolü ile sembolize edilebilir;[23]

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2 \\ \rho_{2,1}\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \quad \text{veya}$$

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \end{bmatrix}$$

Buna göre matris şeklinde ifade edilen ikiden fazla, N adet menkul kıymetten oluşan portföy varyansında yer alan kovaryans matrisini açarak yazmak istersek, kovaryans matrisinin yerine;

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0. & . & 0 \\ 0 & \sigma_2 & . & . & . \\ 0 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & \sigma_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} & . & . & \rho_{1,N} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ \rho_{N,1} & . & . & . & \rho_{N,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & . & 0 \\ 0 & \sigma_2 & . & . & . \\ 0 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & \sigma_N \end{bmatrix}$$

matrisleri yazılabilir.

Bunlara bağlı olarak portföyün varyansı;

$$\sigma_p^2 = w \sum w^t$$

şeklinde de gösterilebilir. Burada σ_p^2; portföyün varyansını, w; satır şeklindeki ağırlık vektörünü, w^1; satır şeklindeki ağırlık vektörünün transpozesini ve $\sum$; önce de belirtildiği gibi kovaryans matrisini temsil etmektedir.

---

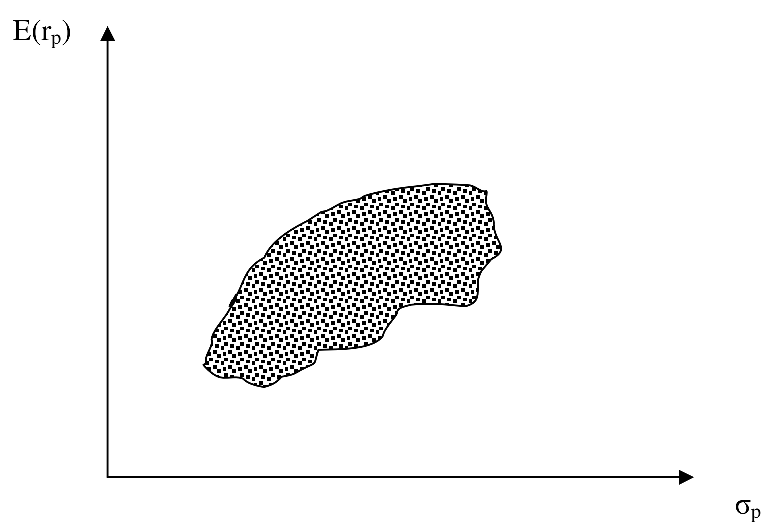
[23] Jean D. Fermanian, Oliver Scaillet, "Sensitivity Analysis of VaR and Expected Shortfall for Portfolios Under Netting Agreements", **Journal of Banking and Finance**, Vol.: 29, Nisan 2005, s. 937

2.5. Etkin Sınır ve Etkin Sınır Üzerinde Portföy Seçimi:

Yatırımcı portföy seçimi aşamasında pazardaki portföylerden belirlemiş olduğu etkin portföylerin arasından kendi beklentilerine en iyi cevabı veren varlık bileşimini, portföyü, seçer. Dolayısıyla bu başlık altında önce etkin sınırın belirlenmesi daha sonra ise yatırımcı beklentisi doğrultusunda optimal portföyün seçilmesi açıklanacaktır.

2.5.1. Etkin Sınırın Oluşturulması:

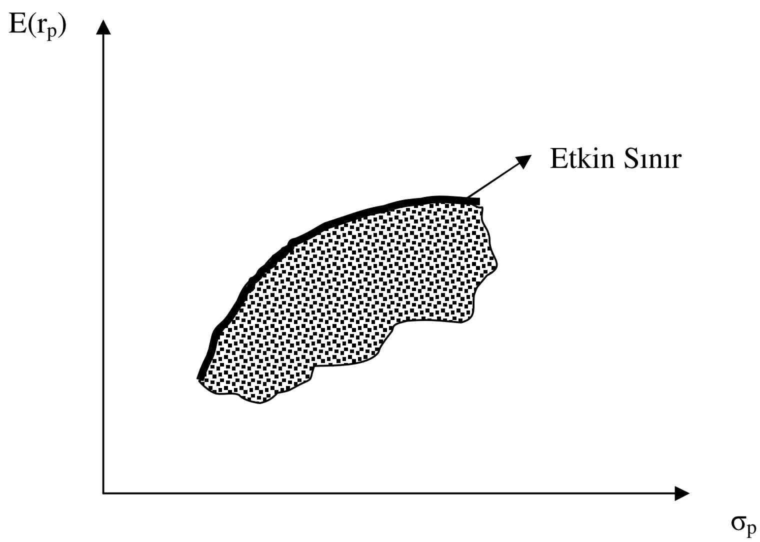
Daha önce de belirtildiği gibi sermaye piyasası gelişmiş olan ülkelerde yatırımcılar için çok sayıda menkul kıymete yatırım yapma olanağı vardır. Tüm bu menkul kıymetlerin her biri veya bunlardan değişik ağırlık kombinasyonlarında oluşturulacak portföyler, farklı risk seviyesinde yatırımcısına farklı getiri sunmakta olup yatırımcı için, risk ve getiri ekseni üzerinde, Şekil 2.10.'da görüldüğü gibi yatırım fırsatları kümesini oluşturmaktadır.



Şekil 2.10. Yatırım Fırsatları Kümesi

Yatırım fırsatları kümesi teorik olarak vardır. Çünkü gerçekte mümkün tüm riskli varlıkların ve riskli varlık kombinasyonlarının sayısı sonsuz sayıda olabileceği için hepsinin koordinatlarının sayısal olarak bulunup getiri-standart sapma(risk) eksenine yerleştirilmesi mümkün değildir.[24]

Bu yatırım fırsatları kümesinden yatırımcıların beklentilerine paralel doğrultudaki yani belirli bir risk düzeyinde maksimum getiriyi sağlayan ya da belirli bir getiri düzeyinde minimum riske sahip olan portföyler belirlenir ve bu portföylerin oluşturduğu, getiri eksenine iç bükey olan yay Etkin Sınır olarak ifade edilir ve Şekil 2.11.'deki gibi gösterilebilir. Etkin sınır üzerinde pazardaki menkul kıymetlerin oluşturdukları tüm portföyler değil, sadece pazardaki etkin portföyler yer almaktadır.



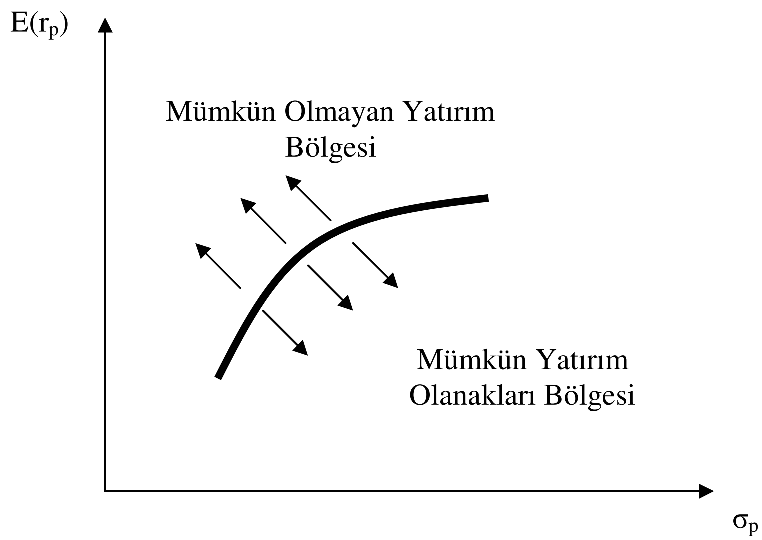
Şekil 2.11. Etkin Portföylerin Oluşturduğu Etkin Sınır

Etkin portföylerden oluşan etkin sınır yayının getiri eksenine iç bükey (konkav) olmasının nedeni ise menkul kıymetler arasındaki korelasyon katsayısının -1 ile +1 arasındaki değerleri almasıdır.

[24] Elton v.d., **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, s. 79

2.5.2. Etkin Sınır Üzerinde Optimal Portföyün Seçimi:

Belirli bir risk seviyesinde en yüksek beklenen getiriye ya da belirli bir getiri düzeyinde en düşük riske sahip varlıkların veya portföylerin oluşturduğu etkin sınırın altında kalan bölge mümkün yatırım fırsatları kümesini, etkin sınırın üzerinde kalan bölge ise mümkün olmayan yatırımları gösterir.

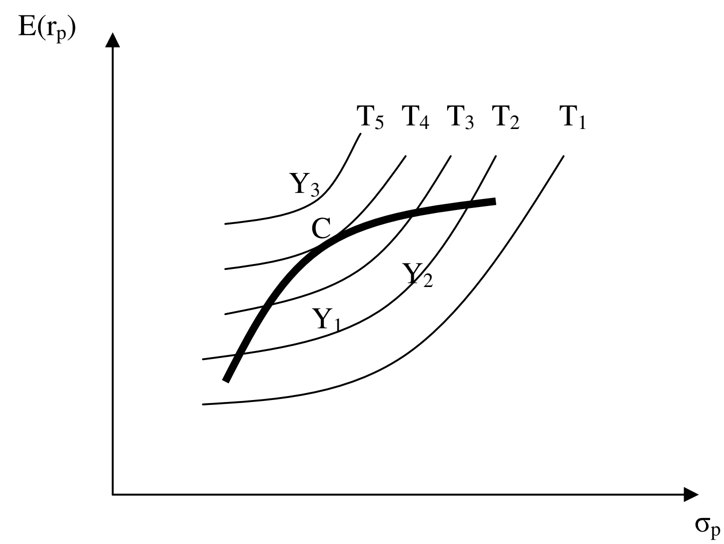


Şekil 2.12. Markowitz Etkinliğine Göre Yatırım Olanaklarının Gösterilmesi
Kaynak: Donald E. Fischer, Ronald J. Jordan, **Security Analysis and Portfolio Management**, 2th ed., New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1979, s. 511

Etkin sınır üzerinde yer alan portföylerin, Markowitz çeşitlendirmesi ile belirlenmesi yani minimum risk düzeyinde maksimum getiriyi sağlayan portföylerden oluşması, bu portföyleri diğer portföylere göre öncelikli kılmakta ve rasyonel davrandıkları düşünülen yatırımcılar beklentileri doğrultusunda tercihlerini etkin sınır üzerinde yer alan bu portföyler (etkin portföyler) arasından yapmaktadırlar.

Buna göre yatırımcı, etkin sınır üzerinde hangi portföyü seçeceğine, riske karşı olan duyarlılığını da göz önüne alarak karar verir. Risk alma derecesine göre yatırımcı tipleri ve riske katlanma derecesinin kayıtsızlık eğrileriyle ifade edildiğini

“Risk-Getiri İlişkisi” başlığı altında birinci bölümde belirtmiştik. Buna göre kayıtsızlık eğrisiyle etkin sınır eğrisini risk ve getiri grafiğinde aynı yere koyarsak aşağıdaki şekil (Şekil 2.13.) ortaya çıkmaktadır.



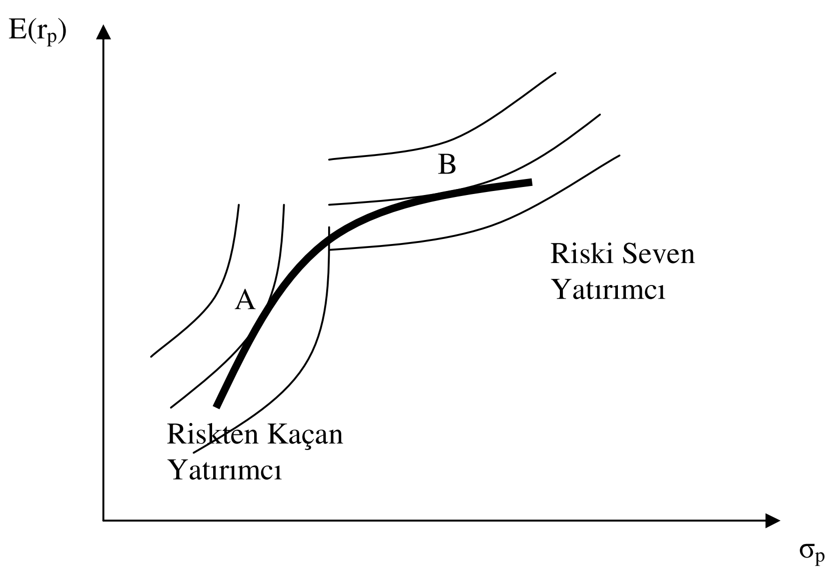
Şekil 2.13. Portföy Seçimi
Kaynak: Niyazi Berk, **Finansal Yönetim**, 5. bs., İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2000, s. 387

Yatırımcının kayıtsızlık eğrilerine ve etkin sınır eğrisine bakıldığında, yatırımcının etkin sınır üzerindeki ve etkin sınırın altındaki mümkün yatırım olanaklarından birisine yatırım yapabileceği görülmektedir. Ancak yatırımcının elde ettiği fayda kayıtsızlık eğrilerinde yukarı çıkıldıkça arttığı için kayıtsızlık eğrisinin etkin sınırı en son terk ettiği yerde, yani etkin sınıra teğet olduğu noktada (C noktasında) yatırımcı için optimal portföy oluşmuş olur ve yatırımcının kendi risk-getiri tercihine uygun olan portföy belirlenmiş olur.

Dolayısıyla Şekil 2.13.’de C noktasında yatırımcının elde ettiği fayda, T_2 kayıtsızlık eğrisi üzerindeki Y_1 ve Y_2 noktasına göre daha fazladır. Yatırımcı beklentisi açısından bakıldığında, T_2 kayıtsızlık eğrisi üzerinde Y_1 ve Y_2 gibi farklı risk ve getiri kombinasyonlarındaki iki farklı tekil menkul kıymet veya birden fazla menkul kıymetin oluşturduğu portföy olsa da bunlar aynı kayıtsızlık eğrisi üzerinde yer aldıkları için bunlardan herhangi birinin tercihi konusunda yatırımcı kayıtsız kalacaktır. Yani Y_1 ve Y_2 farklı getiri ve riske sahip olsalar da yatırıcının bu menkul kıymetlere veya portföylere yatırım yapması, yatırımcıya aynı düzeyde bir fayda sağlayacaktır.

Yatırımcı Y_1 ve Y_2 arasında kayıtsız kalırken, Y_1 ve C'ye bakıldığında yatırımcı, aynı risk düzeyinde C daha fazla getiri sağladığı için C portföyünü seçecektir. T_5 kayıtsızlık eğrisi üzerinde yer alan Y_3 portföyü Y_1 ve C portföyüne göre aynı risk düzeyinde daha fazla getiri sağladığı için en önce tercih konusu yapılacakken, Markowitz etkinliğinde belirtildiği gibi etkin sınır üzerindeki bölge yatırım olanakları dışındaki bölge olduğundan dolayı bu bölgede kalan kayıtsızlık eğrisi veya eğrileri üzerinde yer alan Y_3 portföyü gibi portföye veya portföylere yatırım yapılamayacaktır. Dolayısıyla yatırımcı için C portföyü optimal portföy olarak seçilir.

Yatırımcıların risk tercihlerine göre kayıtsızlık eğrilerinin eğimleri değiştiği için optimal portföy etkin sınır eğrisinin üst bölgesinde veya alt bölgesinde oluşabilir. Bu durum, risk alma derecesindeki farklılığa göre oluşan kayıtsızlık eğrisi ile etkin sınırın birbirine göre durumu, Şekil 2.14.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Yatırımcının Risk Tercihine Göre Portföy Seçimi
Kaynak: Mehmet Bolak, Sermaye Piyasası, **Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, İstanbul, Beta Basım Yayın, Ocak 1991, s. 171

Görüldüğü gibi (Şekil 2.14.) riske duyarlılığı yüksek olan yatırımcı etkin sınır eğrisinin eğiminin fazla olduğu yani bir birimlik risk artışına karşılık daha fazla beklenen getiri artışının olduğu noktada portföyünü seçerken, riske karşı duyarlılığı düşük olan yatırımcı etkin sınır eğrisinin eğiminin düşük olduğu yani bir birimlik risk artışına karşılık daha az beklenen getiri artışının olduğu noktada portföyünü seçecektir. Buna göre, riske duyarlılığı yüksek olan yatırımcının kayıtsızlık eğrisi ile etkin sınır eğrisinin teğet olduğu yerde bulunan portföy bileşimi bu tip yatırımcı için optimal portföy (A noktası); riske duyarlılığı düşük olan yatırımcının kayıtsızlık eğrisi ile etkin sınır eğrisinin teğet olduğu yerde bulunan portföy bileşimi ise riski seven yatırımcı tipi için optimal portföy (B noktası) olacaktır.

2.6. Etkin Sınırın ve Etkin Portföylerin Matematik Programlama Yöntemiyle Çözümü:

Etkin portföylerin (belirli bir risk seviyesinde maksimum getiri sağlayan veya belirli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip portföylerin) ve bunların oluşturduğu etkin sınırın belirlenmesinde matematik programlama yöntemi en yetkin çözüm tekniği olarak kullanılabilmektedir. Markowitz'in geliştirdiği standart kuadratik programlama formundaki Ortalama-Varyans Modeli hedeflenen beklenen getiri düzeyini karşılayacak minimum varyanslı, dolayısıyla minimum riskli portföyü bulmaya çalışır.[25]

Buna göre amaç denklemi portföy varyansının minimum olmasıdır.

$$z_{\min} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{k=1}^{N} W_i W_k \operatorname{cov}(r_i, r_k) \text{ veya}$$

$$z_{\min} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{k=1}^{N} W_i W_k \rho_{i,k} \sigma_i \sigma_k$$

Amaç denkleminin yanında modelde bazı kısıtların bulunması gerekir ki; bunlardan birisi belli bir getiri düzeyinde bir portföyün oluşturulması için beklenen

[25] Aydın Ulucan, "Markowitz Kuadratik Programlama ile Portföy Seçim Modeli Uygulaması: İMKB-30 Endeksi ile Aynı Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyün Belirlenmesi", **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 20, Sayı: 2, Aralık 2002, s. 144

getiriyi hesaba katmayı sağlayan kısıttır. Buna göre portföy oluşturulacak varlıkların getirilerinin ağırlıkları toplamı yani portföyün getirisi belli bir getiri seviyesine eşit olmalıdır. Bu da aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

$$\sum_{j=1}^{N} W_j r_j = R$$

Diğer bir kısıt portföyü oluşturacak tüm menkul kıymetlerin ağırlıklarının toplamını 1'e eşitleyen kısıttır. Böylece menkul kıymet yatırımına yönlendirilmemiş kaynak kalması engellenir.

$$\sum_{j=1}^{N} W_j = 1$$

Bunun yanında açığa satış varsayımını ortadan kaldırmak için portföyü oluşturan menkul kıymetin her birinin ağırlıklarının pozitif olması koşulu da eklenmedir.

$$W_j \geq 0 \qquad (j = 1,2,3,....,N)$$

Amaç denklemini minimum yapan ve verilen kısıtları sağlayan bu modelin çözümü bize belirlediğimiz getiri düzeyinde getiri elde etmeyi bekleyen yatırımcının optimal portföyünü verecektir.

3. BÖLÜM: RİSKE MARUZ DEĞER YAKLAŞIMININ TANIMI ve KULLANIMI:

3.1. Riske Maruz Değerin Tanımı ve Önemi:

İkinci bölümde risk ölçümünde, Riske Maruz Değer Yaklaşımının da kullanılabileceği belirtilmişti. Riske Maruz Değer Yaklaşımı, özellikle bankalar tarafından, piyasa riskine karşılık bulundurmaları gereken sermaye gereksinimini belirlemek için piyasa riskini ölçmek ve yönetmek için geliştirilmiş olmakla birlikte portföy yatırımlarının toplam riskinin ölçülmesinde de kullanılan istatiksel bir risk ölçüm yöntemidir.

Riskin ölçümünde istatiksel risk ölçüm teknikleri; belirsizliğin olduğu ortamlarda olasılık dağılımlarının oluşturulması ve bu olasılık dağılımı çerçevesinde riskin belirlenmesini sağlayarak sayısal veriler ortaya koymaları bakımından karar vericiye önemli bir kolaylık sağlamaktadır. Bu bakımdan istatistiki ölçüm tekniklerini kullanan Riske Maruz Değer Yaklaşımı uygulama kolaylığına sahip olmasından dolayı ön planda yer almaktadır.

Riske Maruz Değerle ilgili olarak yapılan değişik tanımlamalar olsa da genel olarak; bilinen belirli bir güven düzeyinde, belirli bir dönemde beklenen maksimum kayıp olarak tanımlanabilir.[1]

Riske Maruz Değer farklı menkul kıymetlerin tek tek veya toplu olarak birden fazla menkul kıymetin oluşturduğu portföylerin risklerini aynı cinse çevirerek ölçtüğü için bu varlıkların veya portföylerin risklerinin karşılaştırılmasında kolaylık sağlayarak risk ölçümünde önemli bir rol oynamaktadır.

Riske Maruz Değer ile belirli bir zaman dilimindeki verilere dayalı olarak hesaplanan veriler kullanılarak, belli bir güven düzeyinde ve belirli bir elde bulundurma süresinde kaybedilecek değerin en fazla ne kadar olacağı hesaplanabilir.

[1] Kevin Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, UK, John Wiley& Sons Ltd., 1998, s. 39

Bu kısaca, riskmetrikste de belirtildiği gibi belirli bir güven düzeyinde ve zaman periyodunda tahmin edilen en kötü kayıp olarak tanımlanır.[2]

Yani Riske Maruz Değer; "Verilen belirli bir zaman ufkunda yüzde x olasılıkla ne kadar kaybedebilirim?" sorusunun cevabını verir.[3] Bu sorunun cevabını aldıktan sonra biz gelecek n gün içinde belirlediğimiz yüzde x olasılıkla ortaya çıkan değerden daha fazla kaybetmiyeceğimize emin olabiliriz.[4] Buna göre, örneğin % 99 güven düzeyinde bir menkul kıymetin veya portföyün % 99 olasılıkla kaybedeceği değerin en fazla ne olacağı ortaya konur ve % 1 olasılıkla hangi değerden daha fazla kaybedeceği ifade edilmiş olur. Eğer % 95 güven düzeyi alınırsa o zaman % 5 olasılıkla hangi değerden daha fazla kayıp edeceğeni hesaplamış oluruz.

Görüldüğü gibi Riske Maruz Değer portföyün belli bir zaman diliminde, ne kadar zarar edebileceğine cevap vermek yerine, belli bir olasılık dahilinde zarar edebileceği maksimum değeri göstermektedir.

Riske Maruz Değerin risk ölçümünde sağladığı kolaylık ve anlaşılır olmasının portföy yöneticisine sağladığı belli başlı yararları şunlardır;[5]

1- Üst yönetime kapsamlı bir risk hedefi belirleyebilmek için bir olanak sunar.

2- RMD olası maksimum kayıp tutarını gösterdiği için içsel sermaye bölüşümünün belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Kurum için gerekli sermaye miktarının belirlenmesinin yanında bireysel yatırım kararlarının üzerinde de etkili olmaktadır. Sermaye gereksinimi için düşünüldüğünde riskli bir yatırım yüksek RMD içereceğinden bu daha fazla bir sermaye gereksinimi anlamını taşır.

3- Yatırım faaliyetinden sonra ilgili birimlerin performanslarını değerleme imkanı sunmanın yanında, yatırım kararı almadan önce farklı yatırım fırsatlarına ait risklerin hesaplanmasında da RMD kullanılabilir.

4- RMD toplam riski tek bir kalemde özetleyerek sunduğu için pek çok kurum, yıllık raporlarında RMD ile ilgili istatistiklerini vermektedirler.

---

[2] Riskmetriks Groups, **Risk Management: A Practical Guide**, 1[st.] ed., Ağustos 1999, s. 3, (Çevirimiçi) http://www.riskmetrics.com/pdf/RMGuide.pdf, 15 Temmuz 2006

[3] J.P. Morgan ve Reuters, **Rismetriks Technical Document**, 4[th] ed., New York, 1996, s. 6, (Çevirimiçi) http://www.riskmetrics.com/pdf/td4e.pdf, 15 Temmuz 2006

[4] John C. Hull, **Options, Futures and Other Derivatives**, 6[th] ed., Prentice Hall, 2006, s. 435

[5] Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, s. 21

Sağladığı bu yararlardan dolayı Riske Maruz Yaklaşımı risk yönetiminin adımlarından biri olan riskin ölçülmesi safhasında, risk yönetimi ile ilgilenen çok sayıda uygulayıcı açısından temel ilgi odağı olmuş olmakla birlikte, menkul kıymetlerin oluşturduğu portföyün riskinin ölçülmesinde standart bir ölçü haline gelmiştir. Çünkü bir portföy, ekonomideki faiz oranı, döviz kuru ve fiyatlar genel düzeyi gibi faktörlerin olumsuz seyretmesi sonucu değerinin tamamına yakınını kaybedebilir. Dolayısıyla bir portföyün belli bir zaman dilimi için ne kadar kaybedebileceğine verilecek cevap oldukça geniş bir aralığı kapsayabilir. Ancak bir takım istatistik tekniklerle belirli bir olasılık dağılımı dahilinde en fazla kaybedilecek değerin ortaya konması yatırım yöneticisine verdiği cevap açısından daha çok anlam ifade edecektir. Bununla birlikte yöneticinin elinde sayısal verilere dayanan sayısal sonuçlar olacaktır.

3.2. Riske Maruz Değerin Kullanımı:

Riske Maruz Değer 1990'lı yılların başına kadar finansal terimler arasına girmese de Riske Maruz Değer ölçümü daha öncesine, 20. yüzyılın başlarında 1922'lerde Amerikan menkul kıymet firmalarının sermaye gereksinimlerini hesaplamalarına kadar uzanabilmektedir.[6] Ancak, Riske Maruz Değer ölçüsü, dolaylı olarak da olsa, portföy teorisinde H. Markowitz (1952)'in getirinin yanında riskle de ilgilenilmesi gerektiği ve dağılımın ölçülmesinde standart sapmanın kullanılması gerektiğini söylemesine dayanmakla birlikte, ilk kez belli bir güven düzeyinde risk ölçümü, portföy seçiminde önce güvenlik kriterini sunarak kayıp olasılığını minimize eden portföy seçiminin, daha fazla kayıp etmekten daha iyi olduğunu söyleyen Roy (1952)'un yaptığı çalışmalarda ortaya çıkmıştır.[7]

---

[6] Gyne A. Holton, **Value at Risk: Theory and Practice**, USA, Academic Press; Elsevier Science, 2003, s. 13
[7] Philippe Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, Singapore, McGraw-Hill, International 2th ed., 2002, ss. 114-115

Markowitz(1952) ve Roy(1952) portföy optimizasyonunu sağlamak için bağımsız olarak Riske Maruz Değer ölçüsünü yayınlamışlardır.[8]

Basel Komitesi tarafından belirtilmesiyle piyasa riski, son zamanlarda finansal piyasalardaki en önemli kavramlardan biri haline gelmiş ve piyasa riskinin hesaplanmasında Riske Maruz Değerin kullanılmaya başlanması ile Riske Maruz Değer Yaklaşımının kullanımı yaygınlaşmıştır.

Piyasa Riski kavramı ise ilk kez 1993 yılında, 1988 yılında sermaye gereksiniminin hesaplanmasında kredi riskinin hesaplanması gerektiğine ilişkin yapılan açıklamaya ek olarak, bankacılık kesiminin maruz kaldığı riskler ile bu risklerin giderilmesine yönelik önlemlerin alınması amacıyla BIS (Bank for International Settlements - Uluslararası Ödemeler Bankası) bünyesinde 10 ülkenin katılımıyla oluşturulmuş olan Basel Komitesi tarafından ortaya atılmış olan bankaların sermaye yeterliliğinin hesaplanmasında piyasa riskinin de hesaba katılması gerekliliği sonucu ortaya çıkmıştır.[9]

Bununla birlikte otuzlar grubu (G-30) olarak bilinen, uluslararası ekonomik ve parasal sorunlar üzerine çalışmalar yapan, çalışma gruplarından biri tarafından 1993 yılı Temmuz ayında yayınlanan vadeli işlemlere konu araçların risklerini ölçmede kullanılacak yöntemler raporunda (Derivatives: Practices and Prenciples), risk ölçümünde Riske Maruz Değerin kullanılması konusunda tavsiyede bulunmuştur.[10] Sunulan bu rapordaki tavsiyeler doğrultusunda ABD'de bankacılık sektörünün, düzenleme ve denetiminden sorumlu OCC (The Office of the Comptroller of the Currency - Bankalar ve Banknot Kontrolörlüğü) tarafından bankaların türev pozisyonlarının piyasa risklerinin günlük olarak hesaplanmasında, Riske Maruz Değer Yaklaşımının kullanılması konusunda tavsiyede bulunulmuştur.[11]

---

[8] Holton, **Value at Risk: Theory and Practice**, s. 15

[9] Basle Committee on Banking Supervision, **The Supervisory Treatment of Market Risk**, Nisan 1993, (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbs11a.pdf, 16 Temmuz 2006

[10] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 43

[11] Engin Kurun, "Faiz Riskinin Riske Maruz Değer (RMD) Yöntemi ile Ölçümü ve Faiz Riski Yönteminde Türev Araçların Rolü, Bireysel Emeklilik Fonu Portföyü Uygulaması", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finansman Bilim Dalı, İstanbul, Haziran 2004, s. 24

Kurumlar tarafından Riske Maruz Değer ile hesaplanan değerin kurumların risk ölçümlerinde kullanabileceğinin 1994 yılında yayınlanan BIS raporunda[12] belirtilmesiyle birlikte, aynı yıl Riske Maruz Değer çerçevesinde piyasa riskini tahmin etmeye yarayan riskmetriks modelinin, piyasa riske maruz değeri konusunda öncü çalışmalar yapan, J.P. Morgan tarafından geliştirilmesi ile yöntemin piyasa riskini ölçme konusundaki kullanımı başlamıştır.

1996 yılının Ocak ayında ise BIS tarafından yayınlanan belgede, bankaların o zamana kadar piyasa riski için sermaye gereksiniminin belirlenmesi amacıyla piyasa riskini ölçmede kullandıkları standart modelin yanı sıra, kendi geliştirdikleri içsel yöntemleri kullanabilecekleri belirtilmiştir.[13] Yine 1996 yılının Haziran ayında ise, J.P. Morgan ve Reuters Riskmetriks'in yeni ve daha etkin bir versiyonunu geliştirmek için işbirliği anlaşması imzalamışlardır.

BIS'in 1993 yılında, piyasa riskinin ölçülmesi gerekliliğini gündeme getiren raporu ve 1994 yılında, riske maruz değer rakamının ortak bir risk ölçü birimi olmaya başladığının açıklandığı raporu ve daha sonra 1996 yılındaki raporda yer alan, bankaların kendi geliştirdikleri içsel yöntemleriyle risk ölçümü yapabileceklerinin belirtilmesinin yanında, Riske Maruz Değerden bahsedilerek kullanılmasının önerilmesi ile riskin hesaplanmasında Riske Maruz Değer Yaklaşımı daha sık kullanma imkanı bularak piyasa riskine karşılık bulundurulması gerekli olan sermaye miktarının buna göre belirlenebilecek olması Riske Maruz Değerin kullanılmasını yaygınlaştırmaya başlamıştır.

Ülkemizde ise 2000 ve 2001 yıllarında yaşanan bankacılık krizinden sonra bankaların faaliyetlerini denetleme ve düzenlemeden sorumlu olan BDDK (Bankacılık Denetleme ve Düzenleme Kurumu) tarafından ilk olarak 10 Şubat 2001 tarihinde yayınlanan, "Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik" ile 1 Ocak 2002'den sonra, bankaların piyasa risklerinin sermaye yeterliliği için gerekli olan kısmının belirlenmesi amacıyla

---

[12] Basle Committee on Banking Supervision, **Risk Management Guidelines for Derivatives**, Temmuz 1994, s. 11 (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbsc211.pdf, 16 Temmuz 2006

[13] Basle Committee on Banking Supervision, **Overview of Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk**, Ocak 1996, (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbs23.pdf, 16 Temmuz 2006

piyasa risklerinin hesaplanması gerektiğinin belirtilmesi sonucunda, Riske Maruz Değerin Türkiye'de de bankacılığın sermaye gereksiniminin belirlenmesi için risk ölçümünde kullanılması önem kazanmıştır.[14]

BIS'in belirttiği gibi ticari bankaların portföy risklerini belirleyip sermaye yeterlilik oranlarını belirlemede Riske Maruz Değer Yaklaşımının kullanılması önerisinin yanında finansal piyasaların iştirakçisi olan şirketler, bireyler, aracı kurumlar, portföy yönetim şirketleri gibi finansal piyasa iştirakçileri, portföylerinin toplam riskinin ölçümünde Riske Maruz Değer Yaklaşımını kendi amaçları doğrultusunda kullanabilmektedirler. Bunların yanında türev araçlarla ilgili olarak riskten korunma stratejilerinde de Riske Maruz Değer Yaklaşımı şirketler tarafından sıkça kullanılabilmektedir.

Kısaca toparlanacak olursa; Riske Maruz Değer, taşınılan risk doğrultusunda gerekli olan kaynağın belirlenmesinden, içinde bulunulan mevcut durumun raporlanmasına ve yapılan yatırımların risklerini karşılaştırarak performans değerlemesine kadar pek çok alanda, pek çok kurum tarafından kendi amaçlarının doğrultusunda kullanılmaktadır.

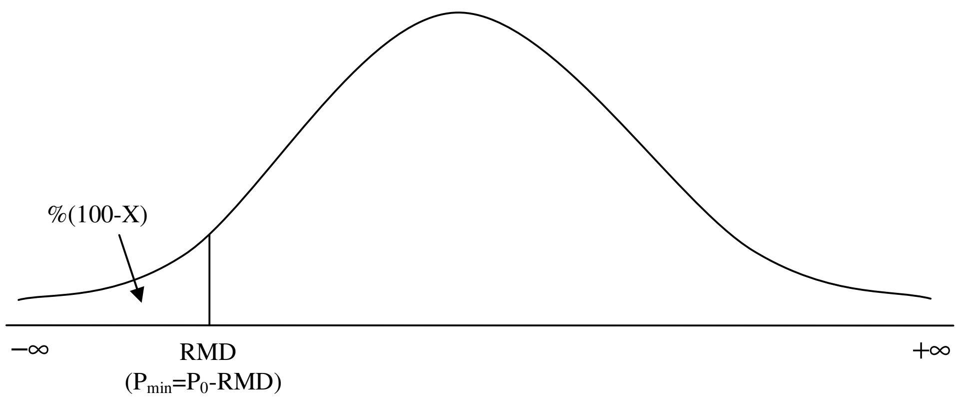
3.3. Riske Maruz Değerin Hesaplanması:

Riske Maruz Değer; belirli bir güven düzeyinde verilen olasılık dahilinde, bir portföyün elde bulundurma süresini göz önüne alarak, kaybedeceği maksimum tutarın ne olacağını göstermektedir. Riske Maruz Değer, bir portföyün kaybedeceği maksimum tutarı göstermekle birlikte olasılık dağılımının pozitif yönü (sağ kuyruk) düşünülürse, aynı zamanda en fazla kazanacağı tutarında ne olacağı hakkında da yatırımcıya bilgi vermektedir.

---

[14] Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, **Bankaları Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik**, (Çevirimiçi) http://www.bddk.org.tr/turkce/mevzuat/sermaye_yet_y2.doc , 15 Temmuz 2006; Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, **Bankacılık Sektörü Yeniden Yapılandırma Programı: Eylem Planı**, Eylül 2001, s. 2, (Çevirimiçi) http://www.bddk.org.tr/turkce/yayinlarveraporlar/rapor/yapilandirmaprogrami/bsyyp_eylem_plani.doc , 15 Temmuz 2006

Ancak; Riske Maruz Değer asıl olarak portföyün kaybedeceği değerle ilgili olduğu için verilerin normal dağılım varsayımı altında, normal dağılım grafiğinin negatif yönünde (sol kuyrukta) kalan kısımla ilgilenmektedir.



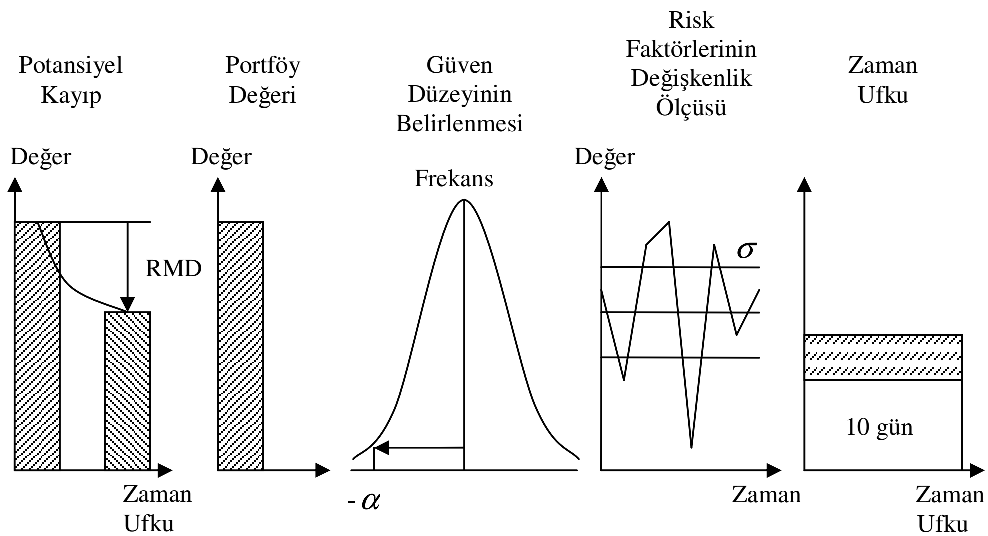
Şekil 3.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında, % X Güven Düzeyinde, Portföyün Kaybedebileceği Maksimum Değer ve Alabileceği Minimum Değer

Buna göre Riske Maruz Değer; verilerin normal dağılıma uyduğu varsayımından hareketle verilen % X güven düzeyinde portföyün değerinde yaşanacak olan en yüksek kaybı gösterdiği için negatif yönde tek taraflı güven düzeyinde ortalamadan sapma miktarını ve bunun sonucunda portföyün alacağı minimum değeri yani şekilde gösterildiği gibi P_{min} değerinin bulunmasını sağlar. Güven düzeyinin dışındaki % (100-X) olasılıkta portföyün kaybedeceği veya alacağı değer, Şekil 3.1.'de de görüldüğü gibi portföyün en fazla kaybedeceği değer olarak hesaplanan RMD'nin ve buna bağlı olarak hesaplanan portföyün alacağı minimum değer olan P_{min}'in sol tarafında kalan bölge ile gösterilebilir.

Yapılan tanımlar dikkate alındığında basit olarak Riske Maruz Değer hesaplamasında elimizde bulunması gereken veriler; hesaplamada kullanılacak olan verilerin standart sapması yani volatilitesi, hangi olasılıkla alacağı minimum değeri belirlemek için güven düzeyinin değeri, portföyün elde tutma süresi ve parasal olarak RMD hesaplaması yapabilmek için portföye yapılan yatırımın değeridir. Tüm bunlar şu şekilde (Şekil 3.2.) gösterilebilir.[15]

---

[15] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 109



Şekil 3.2. Riske Maruz Değer Hesaplaması için Gerekli Adımlar
Kaynak: Philippe Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, Singapore, McGraw-Hill, International 2th ed., 2002, s. 109

% 99 güven düzeyinde, standart sapması günlük % 2 olan 10.000 YTL tutarındaki portföyün 1 gün elde tutulacağı varsayılırsa kaybedeceği maksimum değer;

$$RMD_{PARASAL} = P_0(z_\alpha)\sigma(\sqrt{t})$$

$$RMD_{PARASAL} = 10.000(-2,33)0,02(\sqrt{1})$$

$$RMD_{PARASAL} = -466YTL$$

$$RMD_{ORANSAL} = (-2,33)0,02(\sqrt{1})$$

$$RMD_{ORANSAL} = -0,0466$$

Diğer bir ifadeyle 100 iş gününün (100.0,01) sadece 1 gününde zararın 466 YTL'yi geçeceği söylenebileceği gibi portföyün elde bulundurma süresince % 1 olasılıkla zararının 466 YTL'yi geçeceği de söylenebilir. Bunun dışında aynı portföy için 100 iş gününün (100.0,99) 99 gününde uğrayacağı değer kaybının en çok 466 YTL olacağı söylenebileceği gibi elde bulundurma süresince % 99 olasılıkla uğrayacağı değer kaybının en çok 466 YTL olacağı yani değer kaybının 466 YTL'yi geçmeyeceği de söylenebilir.

3.4. Parametrelerin Belirlenmesi:

Riske Maruz Değer hesaplamasında belirtildiği gibi bilinmesi gerekenler; elde tutma süresi, volatilite (standart sapma) ve güven düzeyidir. Özellikle güven düzeyi ve elde tutma süresi risk ölçümünde kullanılan Riske Maruz Değerin uygulanmasında önemli bir bileşendir. Dolayısıyla risk yöneticileri tarafından bu iki bileşimin seçimi Riske Maruz Değerin gösterdiği performansı büyük ölçüde etkilemektedir.[16]

3.4.1. Elde Tutma Süresi:

Riske Maruz Değer, herhangi bir portföyün veya varlığın değerinin belli bir zaman dilimi içinde en fazla kaybedeceği değeri vermektedir. Dolayısıyla elde tutma süresi; riske maruz değerin hesaplandığı zaman dilimi veya periyodu olarak ifade edilebilir.

Elde tutma süresi uygulamalarda genellikle 1 gün olarak kullanılmaktaysa da elde tutma süresi 1 günden az veya 1 günden fazla süreler için alınabilir. Elde tutma süresini belirlemedeki önemli noktalardan birisi, portföye alınan varlıkların paraya çevrilebilme kolaylığı yani likidite dereceleridir. Dolayısıyla portföy, paraya çevrilme süresi ne kadar kısa varlıklardan oluşuyorsa elde tutma süresi o kadar kısa alınabilir. Örneğin portföy hisse senedi, hazine bonosu gibi likiditesi fazla olan finansal varlıklardan oluşuyorsa o zaman elde tutma süresi 1 gün alınabilir.

Basel Komitesi, Riske Maruz Değer hesabında elde bulundurma süresine ve veri sayısına ilişkin üç önemli standart belirlemiştir.[17]

1- Riske Maruz Değer günlük hesaplanmalıdır.
2- Elde tutma süresi 10 iş günü olmalıdır.

---

[16] Darryll Hendricks, "Evaluation of Value at Risk Models Using Historical Data", **Economic Policy Review**, Fedaral Reserve Bank of New York, Nisan 1996, s. 40, (Çevirimiçi) http://www.newyorkfed.org/research/epr/96v02n1/9604hend.pdf, 20 Temmuz 2006
[17] Basle Committee on Banking Supervision, **Overview of Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk**, Ocak 1996, s. 2

3- Riske Maruz Değer hesaplamalarında tarihi gözlem dönem sayısı en az bir yılı kapsayan iş günü kadar olmalıdır.

Elde tutma süresi uzadıkça, riske maruz değer ile aralarındaki doğrusal ilişkiden dolayı, riske maruz değer artacaktır. Elde tutma süresi, elde tutma süresinin bir günden uzun süreler için riske maruz değer hesaplamasına karekök değeri alınarak dahil edilir. Çünkü günlük risk hesaplamalarında kullanılmak üzere hesaplanan standart sapma değerinin, bir günden fazla olan elde tutma süresi için yapılacak risk hesaplamalarında kullanılabilmesi için ihtiyaç doğrultusunda ayarlanması gerekmektedir. Bu ayarlama standart sapmanın hesaplanacak dönem periyodunun kareköküyle çarpılmasıyla yapılır. Günlük olarak hesaplanmış bir standart sapma ($\sigma_{günlük}$), bir aylık (bir ay yirmi iş günü olarak varsayılmıştır) elde tutma süresi için yapılacak hesaplamalarda kullanılmak üzere aylık olarak;

$$\sigma_{aylik} = \sigma_{günlük}\sqrt{20}$$

şeklinde ifade edilir.[18]

Buna göre bir günlük elde tutma süresinde, sürenin portföyün riske maruz değerine etkisi $\sqrt{1} = 1$ kadar iken, 10 günlük elde tutma süresinin portföyün riske maruz değerine etkisi 1 günün riske maruz değere etkisinin $\sqrt{10} = 3{,}1622$ katı kadar, 20 günlük elde tutma süresinin portföyün riske maruz değerine etkisi ise 1 günün riske maruz değere etkisinin $\sqrt{20} = 4{,}4721$ katı kadardır.

3.4.2. Güven Düzeyinin Seçimi:

Güven düzeyi, portföyün en fazla kaybedeceği değerin hangi olasılıkla olacağını göstermektedir. Güven düzeyi arttıkça z_α değeri artacağı için hesaplanan riske maruz değer de artacaktır.

İstenilen güven düzeyi için riske maruz değer hesaplaması yapılabilmekle birlikte, Basel Komitesi ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) hesaplamalarda güven düzeyinin % 99 alınması gerektiğini belirtirken, riske maruz

[18] Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, s. 65

değerin ölçümünün gelişimine katkıda bulunan J.P. Morgan ise hesaplamalarında % 95 güven düzeyini tercih etmektedir.[19]

Güven düzeyi arttıkça riske maruz değer artmakta buna bağlı olarak da sermaye yeterliliğini hesaplamada riske maruz değer sonucunu dikkate alan bankaların sermaye yeterlilik miktarlarında artış görülmektedir. Bununla birlikte yüksek güvenirlilik düzeyi modelin geçerliliğini tehlikeye düşürebilmektedir. Dolayısıyla firmalar farklı amaçlar için farklı güven düzeyini kullanabilirler. Amacın sermaye gereksiniminin belirlenmesi değil, sistemin geçerliliğinin sağlanması olduğu durumda düşük güven düzeyi kullanılırken; risk yönetimi ve sermaye yeterliliğinin belirlenmesinin amaçlandığı durumlarda yüksek güven düzeyi kullanılmaktadır.[20]

Belirlenen güven düzeyine göre normal dağılım altında dağılımlar, farklı güven düzeylerinde z değerlerini elde etmek için, ortalaması sıfır ($\mu = 0$) ve varyansı bir ($\sigma^2 = 1$) olan standart normal dağılıma dönüştürülür. Buna göre tek taraflı test için; % 99 güven düzeyinde z değeri yaklaşık olarak 2,33 ($z_{0,01} \cong 2,33$), % 95 güven düzeyi için yaklaşık olarak 1,65 ($z_{0,05} \cong 1,65$), % 90 güven düzeyi için yaklaşık olarak 1,28 ($z_{0,1} \cong 1,28$)'dir. Buna göre çift taraflı testte ise; % 99 güven düzeyi için z değeri yaklaşık olarak 2,58 ($z_{0,01/2} \cong 2,58$), % 95 güven düzeyi için 1,96 ($z_{0,05/2} = 1,96$), % 90 güven düzeyi için yaklaşık olarak 1,65 ($z_{0,1/2} \cong 1,65$)'dir.

Aynı yönteme göre aynı elde bulundurma süresinde; fakat farklı güven düzeylerinde hesaplanmış olan riske maruz değerleri karşılaştırabilmek için her iki değerin de aynı güven düzeyi cinsinden ifade edilmesi gerekir. Buna göre, elde bulundurma süreleri aynı olmak üzere, % 99 güven düzeyinde hesaplanmış bir riske maruz değer, % 95 güven düzeyinde hesaplanan riske maruz değer ile karşılaştırılmak istendiğinde iki riske maruz değerin de aynı güven düzeyine çevrilmiş olması gerekmektedir. Örneğin; % 99 güven düzeyinde hesaplanan riske maruz değer % 95 güven düzeyinde hesaplanan riske maruz değere çevrilmek

---

[19] Basle Committee on Banking Supervision, **Overview of Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk**, Ocak 1996, s. 2; Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, **Bankaları Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik**, s. 10; J.P. Morgan ve Reuters, **Rismetriks Technical Document**, s. 44

[20] Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, s. 53

istenirse öncelikli olarak, $RMD_{0,99} = z_\alpha\sigma$ olduğu düşünülürse standart sapmanın (σ) hesabını yapmak için $RMD_{0,99}$ değeri % 99 güven düzeyinde z_α değeri olan 2,33'e bölünür($\sigma = RMD_{0,99}/2,33$). Daha sonra elde edilen standart sapma % 95 güven düzeyinde riske maruz değeri hesaplamak için % 95 güven düzeyi için standart normal dağılım tablosundan bulunan z_α değeri olan 1,65 ile çarpıldığında, % 99 güven düzeyi için hesaplanmış olan riske maruz değer, % 95 güven düzeyinde hesaplanmış olan riske maruz değere çevrilmiş olur($RMD_{0,95} = (RMD_{0,99}/2,33).1,65$). Böylece aynı güven düzeyinde ve elde bulundurma süresinde iki riske maruz değer elde edilerek, bu riske maruz değerler arasında karşılaştırma yapılma olanağı elde edilmiş olur.

Yukarıda da görüldüğü gibi % 95 güven düzeyinde hesaplanan riske maruz değer % 99 güven düzeyi için hesaplanan riske maruz değerin yaklaşık 0,7082 katı olup, % 99 güven düzeyi için hesaplanan riske maruz değerinden daha düşüktür.

3.4.3. Volatilitenin Belirlenmesi:

Riske Maruz Değer hesaplamalarında volatilite için standart sapmanın belirlenmesi bir diğer önemli konudur. Çünkü standart sapma finansal çalışmalarda riskin ölçüsü olmakla birlikte aynı zamanda volatilitenin bir ölçüsü olarak da kullanılmaktadır.[21]

Oynaklık ya da değişkenlik anlamında da kullanılan volatilite, aslında incelenen varlık değerlerinin standart sapmasından oluşmaktadır. Geçmişteki dalgalanmanın hesaplanmasında sorun yaşanmazken gelecekteki dalgalanmanın, volatilitenin tahmin edilmesi önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Portföy volatilitesi (riski), sadece varlıkların standart sapmalarına göre değil, varlıklar arasındaki kovaryans ilişkisine de bağlıdır.[22]

[21] Hasan Şahin, **Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri**, Ankara, Turhan Kitapevi, Kasım 2004, s. 19
[22] Güven Sevil, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2001, s. 54

Kovaryans matrisinin tahmininde kullanılmak üzere farklı modeller bulunmaktadır. Bunlar;[23]

1- Tarihi Volatilite Tahmin Modeli
2- Öngörülen Volatilite Tahmin Modeli
3- Üstel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) Tahmin Modeli
4- Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelleri Tahmin Modeli
5- Otoregressif Koşullu Değişken Varyans (ARCH/GARCH) Modelleri Tahmin Modeli
6- Stokastik Volatilite Tahmin Modeli

3.5. Geriye Dönük Test:

Kullanılan Riske Maruz Değer Yönteminin doğruluğunun test edilmesi sürecidir. Banka düzenleyicileri, sermaye düzenlemeleri için Riske Maruz Değeri kullanan bankalardan geriye dönük test yapmalarını isterlerken, geriye dönük testin anlamlılığına ilişkin pek çok tartışma vardır. Çünkü sadece birkaç olağan dışı olaya dayanan yeterli veriye dayanmayan modeli geçerli kılabilmek uygulamada oldukça zordur.[24]

Geriye dönük test için geçmişte hesaplanan portföyün riske maruz değerleri ile bir gün sonra portföy değerinde meydana gelen kayıplar karşılaştırılmaktadır. Eğer gerçekleşen kayıplar, hesaplanan riske maruz değerleri belirlenen güven düzeyinin dışında kalan gün sayısından daha fazla gün için geçiyorsa bu riske maruz değer modelinin güvenilirliği ortadan kalkmaktadır.

Geriye dönük testte 1000 gün için gerçekleşen kayıpların sayısı yine 1000 gün için hesaplanan riske maruz değerleri % 95 güven düzeyinde 50 günden fazla

---

[23] Chris Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, Cambridge-UK, Cambridge Econometric Press, 2002, ss. 441-526; Hakan Kapucu, “Value at Risk: Risk Ölçümünde Yeni Bir Yöntem ve Portföy Riskinin Ölçümü Üzerine Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Muhasebe Finansman Anabilim Dalı, İstanbul, 2003, ss. 88-99
[24] Pınar Evrim Mandacı, “Türk Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Krizi Aşmada Kullanılan Risk Ölçüm Teknikleri”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 5, Sayı: 1, 2003, s. 78

günde geçiyorsa o zaman bu riske maruz değer modeline % 95 güven düzeyinde, % 99 güven düzeyinde ise 1000 gün içinde 10 günden daha fazla günde geçiyorsa o zamanda % 99 güven düzeyinde bu riske maruz değer modeline güvenilmez.

Bazı durumlarda kayıpların, hesaplanan riske maruz değer rakamlarını aşma sayısı, sınır olarak gösterilen gün sayısını birkaç gün geçebilir. Bu gibi durumlarda riske maruz değer modelinin hemen red edilmesi anlamsız olur. Bunun için gerçekleşen aşma sayısının beklenilen aşma sayısından anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığının belirlenmesi için hipotez testleri yapılır. Buna göre çeşitli güven düzeylerinde ve farklı veri miktarları kullanılarak yapılan riske maruz değer hesaplamalarında farksızlık hipotezinin red edilemediği riske maruz değeri aşım sayısı aralıkları belirlenmiştir.[25]

3.6. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri:

Riske maruz değeri hesaplamak için kullanılacak yöntemler farklı yaklaşım ve varsayımlara sahiptirler. Her yöntemin kendine ait avantajı ve dezavantajı bulunmakla birlikte, tüm riske maruz değer hesaplama yöntemlerinin temeli geçmiş verilerin kullanılmasına dayanmaktadır.

Portföy getirisinin veya portföyü oluşturan menkul kıymet getirilerinin istatiksel dağılımlarının tahmini üzerine yoğunlaşmış olan Riske Maruz Değer analizinde kullanılan, Basel Komitesi tarafından da önerilmiş olan, temel yöntemler; Varyans-Kovaryans Yöntemi (Parametrik Yöntem, Delta-Normal Yöntem, Normal Yöntem), Tarihi Simülasyon Yöntemi ve Monte Carlo Simülasyonu Yöntemidir.

[25] Ayrıntılı bilgi için bakınız: Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 136

3.6.1. Varyans-Kovaryans (Parametrik, Delta-Normal, Normal) Yöntemi:

Varyans-Kovaryans Yöntemi, riske maruz değer hesaplamasında en sık kullanılan yöntemdir. Varyans-Kovaryans Yöntemi portföy bileşimini oluşturan menkul kıymet getirilerinin, dolayısıyla portföy getirisinin normal dağıldığı varsayımında bulunmakla birlikte portföy getirisinin portföyü oluşturan menkul kıymet getirilerinin doğrusal bir fonksiyonu olduğu varsayımına göre hareket eder. Getirilerin normal dağılıma uyması varsayımı ve portföy getirisiyle portföyü oluşturan varlıkların getirilerinin doğrusal ilişki içinde bulunması varsayımı ile Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeli ile oldukça örtüşmektedir. Portföy getirisinin menkul kıymet getirilerinin bir fonksiyonu olmasının yanında riske maruz değerin bir parçası olan portföyün standart sapması da bireysel volatilitelerin ve kovaryansların birer fonksiyonudur.[26] Eğer doğrusal bağımlılık ve normal dağılım varsayımı gerçekleşmiyorsa bu durumda hesaplanan riske maruz değer sonuçlarına güvenilmez.

Varyans-Kovaryans Yöntemi, sağladığı işlem kolaylığı nedeniyle sonuca daha hızlı ulaşmaya yardımcı olsa da yöntemin finansal getirilerin normal dağılımı varsayımına dayalı olmasına karşılık finansal getirilerin sivri ve kalın kuyruk şeklinde dağılım göstermesi nedeniyle riske maruz değer bu yöntemle olduğundan düşük hesaplanır.[27]

Varyans-Kovaryans Yöntemi ile riske maruz değer hesaplanmasında portföyün volatilitesinin hesaplanması gerekmekte, bunun için menkul kıymetlerin varyanslarının ve kovaryanslarının hesaplanması gerekmektedir. Portföy riski hesaplandıktan sonra Varyans-Kovaryans Yöntemine göre portföyün riske maruz değeri şu şekilde bulunabilir.

$$RMD^{p}_{oransal} = (z_a)\sigma_p(\sqrt{t})$$

[26] Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, s. 63
[27] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk,** ss. 220-221

$\sigma_p^2 = w\sum w^t$ olduğu için;*

$RMD^p_{oransal} = (z_\alpha)\sqrt{w\sum w^t}\,(\sqrt{t})$ veya portföy değerini formüle eklersek;

$RMD^p_{parasal} = P_0(z_\alpha)\sqrt{w\sum w^t}\,(\sqrt{t})$

formülü yazılabilir.

Formülde; z_a; (1-α) güven düzeyinde negatif yönlü standart normal dağılım tablo değerini, w; portföyün satır şeklindeki ağırlık vektörünü, w^t; portföyün ağırlık vektörünün tranpozesini, ∑; kovaryans matrisini, t; elde bulundurma süresini P_0; portföye yapılan yatırımın miktarını ifade etmektedir. Kovaryans matrisinin yazılış şekline ikinci bölümde "Portföy Riski" başlığı altında değinilmişti.

Bu yönteme ilişkin bir örnek verecek olursak; standart sapmaları (σ_A) 0,06 ve (σ_B) 0,03 olan ve getirileri arasındaki ilişkinin ($\rho_{A,B}$) 0,4 olduğu iki menkul kıymetin 3.000 YTL ile 7.000 YTL olarak birleşimleri sonucu oluşturdukları 10.000 YTL'lik bir portföyün % 95 güven düzeyinde, bir günlük elde bulundurulma varsayımı altında riske maruz değeri şöyle hesaplanır; (% 95 güven düzeyinde standart normal dağılıma dönüştürülmüş negatif yönde (sol kuyrukta) tek taraflı testte z tablo değeri; -1,65'dir.($z_{0,05} \cong -1,65$))

$$RMD^p_{oransal} = (z_a)\sigma_p(\sqrt{t})$$

$$\sigma_p^2 = w\sum w^t$$

$$RMD^p_{oransal} = (z_\alpha)\sqrt{w\sum w^t}\,(\sqrt{t})$$

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_A & 0 \\ 0 & \sigma_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{A,A} & \rho_{B,A} \\ \rho_{A,B} & \rho_{B,B} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_A & 0 \\ 0 & \sigma_B \end{bmatrix} \text{ olduğu için;}$$

$$\sum = \begin{bmatrix} 0,06 & 0 \\ 0 & 0,03 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0,4 \\ 0,4 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,06 & 0 \\ 0 & 0,03 \end{bmatrix} \text{ yazılabilir.}$$

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix} W_A & W_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_A & 0 \\ 0 & \sigma_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{A,A} & \rho_{B,A} \\ \rho_{A,B} & \rho_{B,B} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_A & 0 \\ 0 & \sigma_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_A \\ W_B \end{bmatrix} \text{ olduğu için;}$$

* Açılımı için bakınız: İkinci bölüm "2.4.2. Portföy Riski" başlığı altında s. 44

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix}0{,}3 & 0{,}7\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0{,}06 & 0\\ 0 & 0{,}03\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 0{,}4\\ 0{,}4 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0{,}06 & 0\\ 0 & 0{,}03\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0{,}3\\ 0{,}7\end{bmatrix}$$ yazılabilir ve

$$\sigma_p^2 = 0{,}0010674$$

$\sigma_p \cong 0{,}032671$ olarak bulunur. RMD formülünde bulduğumuz bu standart sapmayı ve diğer verileri yerine koyarsak;

$$RMD_{oransal}^{p} = (z_a)\sqrt{w\sum w^t}\,(\sqrt{t})$$

$$RMD_{oransal}^{p} \cong (-1,65)0,032671(\sqrt{1})$$

$RMD_{oransal}^{p} \cong -0{,}053907$ şekilde bulunabileceği gibi parasal olarak;

$$RMD_{parasal}^{p} = P_0(z_a)\sqrt{w\sum w^t}\,(\sqrt{t})$$

$RMD_{parasal}^{p} \cong -539{,}07YTL$ olarak bulunur.

Portföyün elde bulundurma süresince % 5 olasılıkla zararının 539,07 YTL' yi geçeceği veya elde bulundurma süresince % 95 olasılıkla portföyün uğrayacağı değer kaybının en çok 539,07 YTL olacağı yani portföyün değer kaybının 539,07 YTL'yi geçmeyeceği söylenebilir.

3.6.1.1. Normal Dağılım Varsayımı:

Getirilerin normal dağılım özellikleri gösterdiği varsayımı, yukarıda da bahsedildiği gibi riske maruz değer hesaplama yöntemlerinden Varyans-Kovaryans Yönteminin ve ikinci bölümde bahsedilen Markowitz'in Ortalama-Varyans Modelinin temel varsayımlarından biri olmakla birlikte aslında normal dağılım; istatistikte örnekleme teorisinde anakütle parametrelerinin tahmini, regresyon analizi gibi çok değişkenli istatistik yöntemlerde testlerin dayandığı çok önemli bir varsayımdır. İstatistikte sürekli rassal değişken olasılık dağılımları içinde en çok kullanılan dağılımlardan biridir.

Gauss tarafından geliştirildiği için Gauss Dağılımı ve şeklinden dolayı Çan Eğrisi adı ile istatistikte yer alan normal dağılıma uygun olabilmesi için bir değişkenin - ∞ ve + ∞ arasındaki tüm değerleri alabilmesi yani sürekli bir değişken olması, standart sapmasının sıfırdan büyük olması, belli bir ortalama etrafında - ∞ ve + ∞' a doğru gittikçe yoğunluğu azalan değerlerle simetrik olarak dağılım göstermesi ve belli bir yüksekliğe sahip olması gerekmektedir.

Belli bir ortalaması ve sıfırdan büyük standart sapması olan $\pm\infty$ arasındaki tüm değerleri alabilen sürekli değişkenin oluşturduğu normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu;[28]

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

$$-\infty < x < +\infty \quad \text{için} \quad -\infty < \mu < +\infty \quad \text{ve} \quad 0 < \sigma^2 < +\infty$$

şeklinde ifade edilir.($e \cong 2{,}71828; \pi \cong 3{,}14159$)

Sürekli değişkenin oluşturduğu dağılımın fonksiyonu belirlendikten sonra değişkenin belirli değerler arasında olma olasılığı, bu fonksiyonun oluşturduğu eğrinin altında kalan eğri alanı hesaplanarak bulunabilir. Eğrinin altında kalan toplam alan, değişkenin - ∞ ve + ∞ arasında alacağı tüm değerlerin olasılıkları toplamı olduğu için 1'e eşittir.[29] Buna göre normal dağılım yoğunluk fonksiyonunun altındaki alan şu şekilde bulunabilir;

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} dx = 1 \quad ; \quad -\infty < \mu < +\infty \quad \text{ve} \quad 0 < \sigma^2 < +\infty$$

Varyansı sıfırdan büyük olan, belli bir ortalama etrafında simetrik olarak $\pm\infty$'a doğru yoğunluğu azalan değerlerle dağılan ve belli bir basıklığa sahip olan bir sürekli değişkenin olasılık dağılımının normal dağılıma uygun olduğu bilinmekle birlikte, bir sürekli değişkenin olasılık dağılımının simetrik veya basık olup olmadığı aritmetik ortalamadan farklarla hesaplanan üçüncü ve dördüncü dereceden momentlere dayanan a_3 ve a_4 değerleriyle araştırılır. Üçüncü dereceden moment aynı dereceden standart sapmaya bölünerek a_3 değeri yani serinin dağılımının asimetrisi (skewness değeri) hesaplanır. Dördüncü dereceden momentin aynı dereceden standart sapmaya bölünmesiyle a_4 değeri yani dağılımın basıklığı (kurtosis değeri) elde edilir. Serinin dağılımına normal dağılım diyebilmemiz için

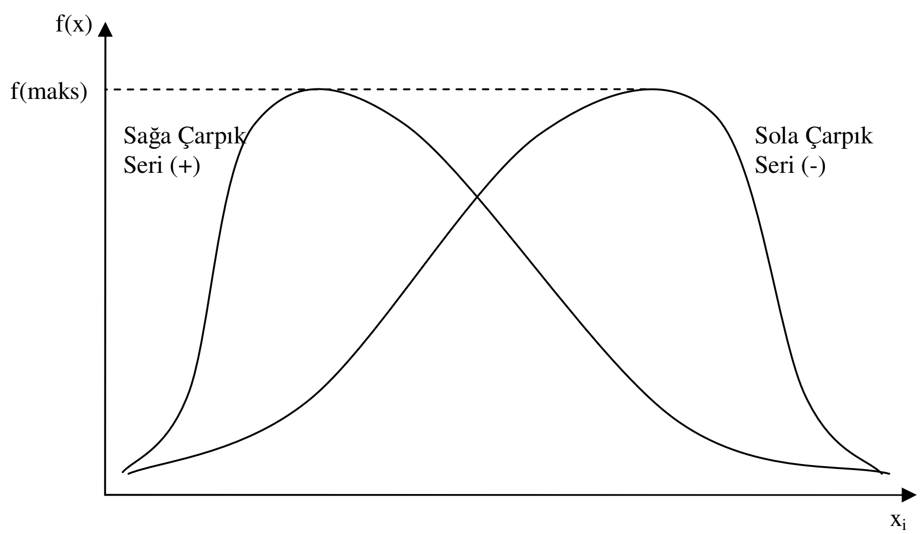
[28] Newbold, **İşletme ve İktisat için İstatistik**, s. 211
[29] **A.e.**, s. 214

asimetri ölçüsünün (skewness değerinin) 0 (sıfır) olması, basıklığının (kurtosis değerinin) ise 3 olması gerekir.[30]

Buna göre $\pm\infty$ arasında değerler alabilen bir sürekli değişkenin olasılık dağılımının asimetrisini (çarpıklığını) ölçmede kullanılan skewness ölçüsü şu şekilde hesaplanmaktadır;[31]

$$S = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{s}\right)^3$$

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



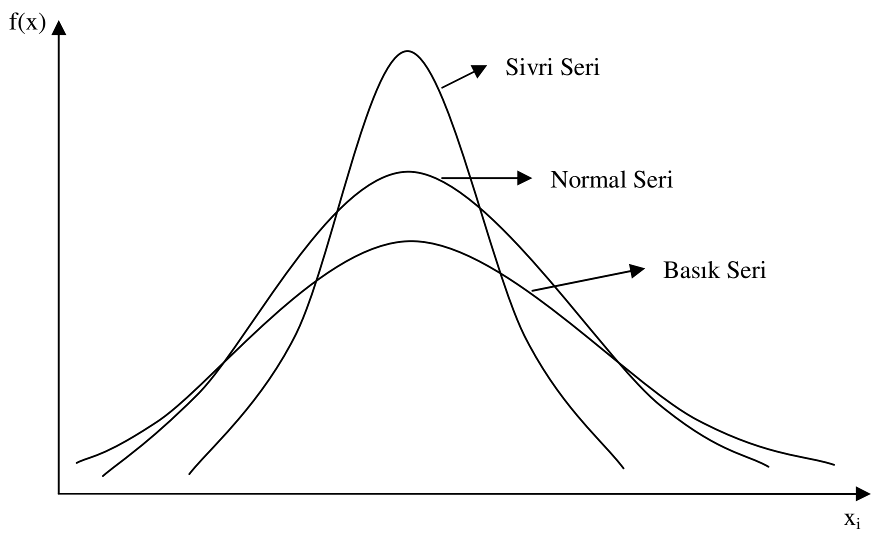
Şekil 3.3. Seride Çarpıklık

[30] Holton, **Value at Risk: Theory and Practice**, ss. 110-111
[31] Quantitive Micro Software, **Eviews 4 User's Guide**, USA, Şubat 2002, s. 153

Basıklık ölçüsü olan kurtosis katsayısı ise şu şekilde hesaplanmaktadır;[32]

$$K = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{s}\right)^4$$

Serinin basıklık katsayısı 3'den büyük olduğunda; sivri (leptokurtic) seri, 3'den küçük olduğunda; basık (playkurtic) seri, 3 olduğunda ise; normal (mesokurtic) seri olarak adlandırılmaktadır. Basıklık, serinin değerlerinde her iki uçtaki değerlere göre ortalama etrafında nasıl bir toplanma olduğunu gösterdiği için sivri serilerde değerlerin daha çok ortalama değer etrafında toplandıkları, basık serilerde ise değerlerin ortalama etrafında çok fazla yoğunlaşmadığı ve her iki uca doğru yayılma gösterdikleri anlaşılır.



Şekil 3.4. Basıklıklarına Göre Seri Tipleri
Kaynak: Neyran Orhunbilge, **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2000, s. 138

Bu anlatılanlar doğrultusunda, normal dağılıma sahip sürekli rassal değişkenlerin normal dağılım yoğunluk fonksiyonunun şekli, Şekil 3.5.'de olduğu gibi gösterilebilip normal dağılım özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

1- Aritmetik ortalama etrafındaki iki uca doğru olan dağılımı ortalamaya göre simetriktir. Asimetri ölçüsü (skewness katsayısı) 0'dır.

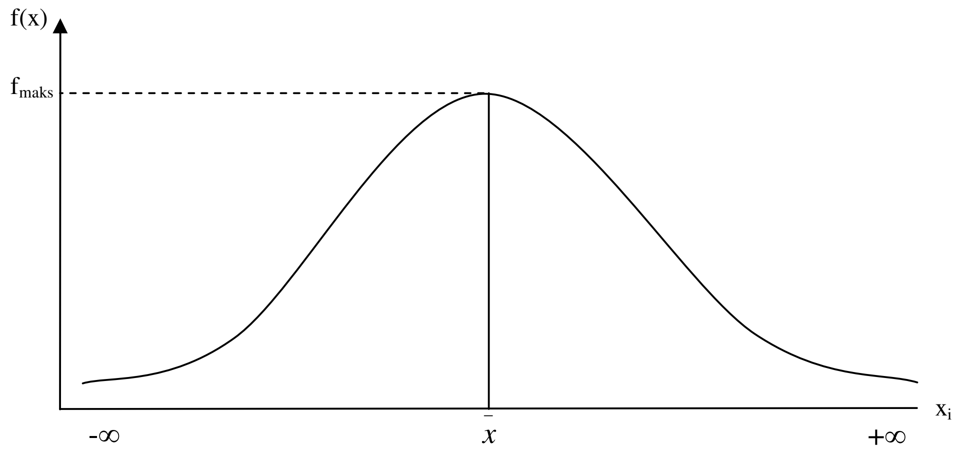
[32] **A.e.**, s. 153

2- Normal dağılım eğrisinin belli bir basıklığı vardır. Basıklık ölçüsü (kurtosis katsayısı) 3'dür.

3- Eğri altındaki $-\infty$ ve $+\infty$ arasında kalan alan değişkenlerin tüm değerlerinin olasılıklarının toplamı olduğu için bu alanın toplamı 1'e eşittir.

4- Standart sapması sıfırdan büyüktür.

5- Ortalamanın olduğu değerde normal dağılım eğrisi maksimum yüksekliğe ulaşır.



Şekil 3.5. Normal Dağılım Yoğunluk Fonksiyonu
Kaynak: Neyran Orhunbilge, **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, İstanbul, Avcıol basım Yayın, 2000, s. 211

Sürekli rassal değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığına, çarpıklık ve basıklık ölçülerinin değerlerine bakarak karar vermenin yanında pek çok istatistik paket programında da bulunan Jarque-Bera (JB), Ki-Kare, Kolmogorov-Smirnov, Normallik testleri ve Shapiro-Wilks testlerinin sonuçlarına veya Quantile-Quantile (QQ) grafiğine bakarak da karar verilebilir. Bu testlerden herhangi birinin uygulayıcı tarafından kullanılması ile normallik araştırması yapılabilir.

Jarque-Bera test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır;[33]

$$Jarque-Bera = \frac{n-m}{6}\left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right)$$

n = Gözlem sayısı

m = Serinin oluşturulmasında tahmin edilen katsayıların sayısı

S = Çarpıklık (Skewness) değeri

K = Basıklık (Kurtosis) değeri

Jarque-Bera test istatistiği 2 serbestlik derecesinde Ki-Kare dağılımına sahiptir. Sıfır hipotezi normal dağılım olduğunu savunmaktadır.

Asimetri için;

H_0 ; $S = 0$ Serinin Dağılımı Simetriktir.

H_1 ; $S \neq 0$ Serinin Dağılımı Simetrik Değildir.

Basıklık için;

H_0 ; $K = (a_4 - 3) = 0$ Serinin Basıklığı Normal Dağılıma Uygundur.

H_1 ; $K = (a_4 - 3) \neq 0$ Serinin Basıklığı Normal Dağılıma Uygun Değildir.

Normal dağılımda çarpıklığın 0 (sıfır), basıklığın 3 olduğu hatırlanırsa formülde görüldüğü gibi normal dağılımın olması durumunda Jarque-Bera testinin değerinin sıfır çıkması gerekmektedir. Dolayısıyla düşük Jarque-Bera değeri ve belirlediğimiz anlamlılık düzeyine göre yüksek olasılık değeri sıfır hipotezinin red edilemediğini yani normal dağılım olduğunu, yüksek Jarque-Bera değeri ve belirlediğimiz anlamlılık düzeyine göre düşük olasılık değeri sıfır hipotezinin red edilmesi gerektiğini yani normal dağılım olmadığını gösterir.

İki serinin sıklık derecelerini karşılaştırmak için kullanılan Quantile-Quantile (QQ) grafiği, bir serinin normal dağılım gibi herhangi teorik bir dağılımla karşılaştırılmasına verdiği imkanla, serinin o dağılıma uygun olarak dağılıp dağılmadığını gösterir. Buna göre eğer QQ grafiği doğrusal bir çizgi halinde çıkarsa iki dağılımın birbirine uyduğu söylenebilir. Normal dağılımla karşılaştırılan bir serinin QQ grafiği; grafiğin üst tarafında sola doğru bir kıvrım yapıp, alt tarafında sağ yöne doğru bir kıvrım yapıyorsa normal dağılımla karşılaştırılan serinin

[33] **A.e.**, s. 153

dağılımının sivri ve kalın kuyruklu bir dağılım özelliğine sahip olduğu söylenirken, üst tarafta sağa doğru, alt tarafta ise sola doğru bir kıvrım yapıyorsa o zaman serinin normal dağılıma göre basık ve ince kuyruk bir dağılım gösterdiği söylenir.

Farklı değişkenlerden oluşan seriler için farklı standart sapma ve farklı ortalama değerleri olacağı için gerekli olan olasılık değerini verecek olan yoğunluk fonksiyonunun altındaki alanın kolayca hesaplanabilmesi amacıyla her normal dağılım, daha önce de belirtildiği gibi, ortalamanın 0, varyansın 1 olduğu yeni bir normal dağılıma dönüştürülür. Ortalamanın 0, varyansın 1 olduğu dağılıma Standart Normal Dağılım denilir.[34] Normal dağılımı standart normal dağılıma dönüştürmek için x_i değerlerinin ortalamadan farkları alınıp standart sapmaya bölünerek z değerleri ($z = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$) elde edilir.[35] Böylece bulunan z değerlerine karşılık gelen olasılık değerleri standart normal dağılım tablosu yardımıyla bulunabilir.

Analize tabi olacak sürekli değişkenlerin normal dağılmaması durumunda, normal dağılım varsayımında bulunan modelin veya yöntemin kullanılması ile verilerin normal dağılıma kıyasla dağılımlarının sahip olduğu basıklığın ve/veya çarpıklığın değerine göre elde edilen sonuçlar, verilerin normal dağılmaları durumunda elde sonuçlardan farklı olacaktır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalara dayanarak araştırmamızda da kullanılacak olan menkul kıymet getirilerinin normal dağılıma yakın ancak sivri ve kalın kuyruklu bir dağılım izlediğine dair akademik çevrelerce görüş birliğine varılmıştır.[36] Dolayısıyla menkul kıymet getirileri ile ilgili yapılan çalışmalarda verilerin normal dağılmasının gerektiği durumlarda veriler ya normal dağılıma dönüştürme yolları ile normal dağılıma dönüştürülmeye çalışılarak ya da normal dağılmasa da verilerin normal dağıldığı varsayımında bulunularak çalışmalar yapılmaktadır. Ancak finansal çalışmalar, geleneksel varsayım olarak, getirilerin normal dağıldıklarını varsayarak yapılmaktadır.[37]

---

[34] Holton, **Value at Risk: Theory and Practice**, s. 134

[35] Neyran Orhunbilge, **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2000, s. 213

[36] Yavuz Tezeller, **Türkiye Sermaye Piyasalarında Pazar Etkinliği**, İstanbul, İktisadi Araştırmalar Vakfı Yayınları, Aralık 2005, ss. 68-69

[37] Ruey S. Tsay, **Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics**, USA, John Willey&Sons, 2002, s. 11

3.6.1.2. Zaman Serilerinde Durağanlık ve Tahmin Modelleri:

3.6.1.2.1. Zaman Serilerinde Durağanlık:

Zaman serilerinin analizinde, zaman serilerinin durağanlığı istatistiki testlerin sonuçlarının doğru çıkması açısından önemli olsa da genellikle zaman serileri trend, konjonktürel, arızi ve mevsimsel etkiler gibi etkilerden dolayı durağan değildirler. Zaman serisi verilerinin zamandan bağımsız olarak belli bir ortalama etrafında dağılma gösterdiği ve varyansının zamana bağlı olarak değişmediği durumlar bu zaman serisinin durağan bir seri olduğunu gösterir. Kısaca durağanlık, zaman serisinin trende sahip olmaması olarak da tanımlanabilir.

Durağan olmayan bir seride trendin ortadan kaldırılması için yani durağan seri haline getirilebilmesi için serinin değerlerinin logaritmik dönüşümü, karekök dönüşümü gibi dönüşümler ile durağanlıkları sağlanmaya çalışılır. Eğer dönüşümlerle durağanlık sağlanamıyorsa serinin kendi değerlerinin veya yapılmış olan dönüşüm değerlerinin farklarının alınması yöntemiyle seride durağanlık sağlanmaya çalışılır. Seride ilk farkların alınması (I(1)) ile durağanlık sağlanmışsa buna birinci dereceden bütünleşik (durağan olmayan) seri denilir. Seride ilk farkların alınmasıyla durağanlık sağlanamamışsa, ikinci farkların alınması (I(2)) yoluna gidilir. İkinci farkların alınmasıyla da durağanlık sağlanamadıysa üçüncü, dördüncü gibi farklar alınarak seride durağanlık sağlanmaya çalışılır. d kadar farkın alınması ile durağanlık sağlanıyorsa serinin d. dereceden bütünleşik olduğu söylenir ve I(d) şeklinde gösterimi yapılabilir.

$$y_t' = y_t - y_{t-1}$$

Genel olarak serinin durağanlığını anlamada belirlenen gecikme için otokorelasyon katsayılarını, kısmi otokorelasyon katsayılarını ve bunlara ilişkin Q istatistiği değeri ile olasılık değerlerini (p-değerini) gösteren korelogramlarla birlikte Q istatistiği ve birim kök testleri kullanılmaktadır.

3.6.1.2.1.1. Korelogram ve Q İstatistiği:

Otokorelasyon katsayısı serinin y_t dönemindeki değerinin, bir önceki dönem değeri olan y_{t-1} değeri ile veya iki dönem önceki değeri olan y_{t-2} değeri veya k dönem önceki değeri olan y_{t-k} değeri ile aralarında olan ilişkinin gücünü göstermektedir.

Ana kütleye ilişkin veriler genelde bilinemediği için otokorelasyon formülünde örnek değerlerinden elde edilen ortalamalar kullanılarak örnek değerleri için otokorelasyon katsayıları elde edilir. Buna göre örnek otokorelasyon katsayısı;

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}$$

formülüyle bulunmaktadır.[38]

Tesadüfi verilerde otokorelasyon katsayılarının örnekleme dağılımının ortalaması sıfır, standart sapması $1/\sqrt{n}$ olan normal dağılıma yaklaşmakta olduğu bilinmektedir.[39]

Bir zaman serisinin geçmiş dönem değerlerinin birbirinden bağımsız olması yani serinin değerleri arasında otokorelasyonun olmaması veya iki-üç gecikme[40] gibi kısa gecikmelerden sonra azalarak sıfıra yaklaşması serinin durağanlığını göstermektedir. k dönemlik kaydırma ile hesaplanan otokorelasyon katsayılarının belirlenen güven düzeyine göre $\pm z_{a/2}(1/\sqrt{n})$ aralığında olması otokorelasyon katsayılarının sıfıra çok yakın değerler aldığını dolayısıyla otokorelasyonun olmadığını gösterir. Serinin değerleri arasındaki otokorelasyon katsayılarının sıfır olup olmadığına ilişkin hipotez şu şekilde yazılır.

H_0 ; $\hat{\rho}_k = 0$ Seride Otokorelasyon (Bağımlılık) Yoktur.

H_1 ; $\hat{\rho}_k \neq 0$ Seride Otokorelasyon (Bağımlılık) Vardır.

---

38 Işıl Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003, s. 13

39 Neyran Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın-Tunç Matbaacılık, 1999, s. 137

40 **A.e.**, s. 140

Otokorelasyon katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığı hipotezini test etmek için Box ve Pierce tarafından geliştirilen ve Ki-Kare testine dayanan Q istatistiği kullanılabilir. Q istatistiğinin modelin hataları arasındaki otokorelasyonun testinde daha doğru sonuçlar verdiği bilinmektedir.[41]

Q değerinin 24 dönemlik gecikmenin otokorelasyonuna bağlı olarak hesaplanmasının uygun olduğu ifade edilmektedir.[42] Ancak uygulamada en az 12 olmak üzere hatta mümkünse 24 ve 36 dönemlik gecikmeler için hesaplanan otokorelasyon katsayıları üzerinden hesaplanmaktadır.[43] Bununla birlikte Q istatistiği şu şekilde hesaplanmakta ve test edilmektedir.

Q istatistiği test istatistik değeri;[44]

$$Q = n\sum_{j=1}^{k} \hat{\rho}_j^2$$

n = Serinin veri sayısı

k = En çok kaydırılan dönem sayısı

$\hat{\rho}_j$ = Örnek otokorelasyon katsayıları

Q istatistiği değerinin hesaplanması, Ljung ve Box tarafından geliştirilme amacıyla değiştirilmiş ve bir çok paket program tarafından Q istatistiğinin hesaplanmasında Ljung ve Box'ın geliştirdiği Q istatistiği formülü kullanılmaktadır.

Buna göre Ljung ve Box'ın Q istatistiği;[45]

$$Q_{LB} = n(n+2)\sum_{j=1}^{k} \frac{\hat{\rho}_j^2}{n-J}$$

n = Serinin veri sayısı

$\hat{\rho}_j$ = Örnek otokorelasyon katsayısı

k = En çok kaydırılan dönem sayısı

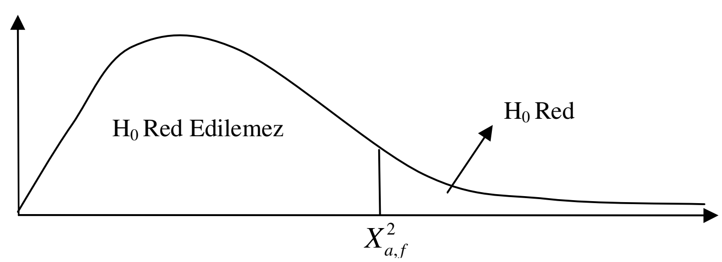
J = Hesaplanan otokorelasyon katsayısı sayısı

---

[41] **A.e.**, s. 143
[42] G.E.P. Box, D.A. Pierce, "Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models", **Journal of American Statistical Association**, Vol.: 65, No: 332, Aralık 1970, s. 1510
[43] Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, s. 143
[44] **A.e.**, s. 143
[45] Quantitive Micro Software, **Eviews 4 User's Guide**, s. 169

Kritik değer olan Q istatistiği tablo değeri ise; belirlenen güven düzeyindeki serbestlik derecesine karşılık gelen değer olarak Ki-Kare tablosundan bulunur. Q istatistiği genelde modelin hatalarına uygulandığından hatalar için yapılan Q istatistiği testlerinde serbestlik derecesi (f); kaydırılan dönem sayısından (k), modeldeki parametre sayısını (m) gösteren otoregressif (p) ve hareketli ortalama (q) derecesinin çıkarılmasıyla (f = k – (p+q)) bulunur. Serinin kendisi için yapılan Q testlerinde ise serbestlik derecesi, henüz model belli olmadığı için, kaydırılan dönem sayısından bir çıkartılarak (f = k-1) bulunur.[46] Eğer modelde sabit terim kullanılmışsa, sabit terimin de modelin parametre sayısı olarak hesaba alınması gerekmektedir.[47]

H_0 hipotezinin red edilip edilemeyeceğine ilişkin kararı verebilmek için Ki-Kare (X^2) tablosundan bulunan Q istatistiği kritik (tablo) değeri ile Q test istatistiği değeri karşılaştırılır.



Şekil 3.6. Ki-Kare Dağılımında, Ki-Kare Kritik Değerine Göre H_0 Hipotezinin Red Edilme ve Edilememe Alanı

$Q \leq X^2_{a,f}$ ise belirlenen güven düzeyinde H_0 hipotezi red edilemez ve serinin değerleri arasındaki otokorelasyon katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmadığı yani serinin değerleri arasında otokorelasyon olmadığı söylenirken; $Q > X^2_{a,f}$ olduğunda belirlenen güven düzeyinde H_0 hipotezi red edilir ve serinin değerleri arasındaki otokorelasyon katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olduğu yani serinin değerleri arasında otokorelasyon olduğu söylenir.

Q istatistiğinin dışında korelogramda yer alan olasılık değerinin/değerlerinin belirlediğimiz anlamlılık düzeyinden yüksek olması bize otokorelasyon

---

[46] Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, s. 143
[47] **A.e.**, s. 160

katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmadığını yani otokorelasyon katsayılarının sıfıra yakın değerler aldığını söylemektedir.

Karar verici için doğru hipotezin red edilmesi büyük önem taşıyorsa güven düzeyi mümkün oldukça yüksek, dolayısıyla anlamlılık düzeyi mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Ekonomik analizlerde ise % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyleri sıklıkla kullanılan anlamlılık düzeyleridir.[48]

Geçmiş değerler arasında otokorelasyonun olmaması serinin durağan olduğunu belirlemenin yanında serinin rassal yürüyüşe sahip olduğunu ve pazarın zayıf türde etkin olduğunu belirlemede önemli bir göstergedir.

3.6.1.2.1.2. Birim Kök Testleri:

Korelogram ve Q istatistiğine bakmanın yanı sıra serinin durağanlığının araştırılmasında seride birim kök olup olmadığını gösteren birim kök testleri de kullanılabilmektedir. Birim kök testleri serinin rassal yürüyüş gösterip göstermediğini ortaya çıkarmakta ve buna göre de serinin durağanlığının belirlenmesinde kullanılan testlerdir. Zaman serilerinde birim kök testlerine 1979'da Dickey ve Fuller (DF)'in yaptığı çalışmalarla başlanılmıştır.[49] Birim kök testi, hata terimleri ortalaması sıfır, varyansı sabit ve hata terimleri arasında otokorelasyon olmaması varsayımı doğrultusunda basit olarak birinci dereceden otoregressif modelin kurulmasına dayanır;

$$y_t = \phi y_{t-1} + e_t$$

Ancak uygulamada hesaplama ve yorum kolaylığı için her iki taraftan y_{t-1}' in çıkarılmasıyla elde edilen regresyon denklemi kullanılır.

$$y_t - y_{t-1} = \phi y_{t-1} - y_{t-1} + e_t$$

$$\Delta y_t = (\phi - 1) y_{t-1} + e_t$$

---

[48] Neyran Orhunbilge, **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, 2. bs., İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2000, s. 134; Neyran Orhunbilge, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, 2. bs., İstanbul, İ.Ü. Basım Yayın, 2002, s. 36

[49] David A. Dickey, Wayne A. Fuller, "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", **Journal of American Statistical Association**, Vol.: 74, No: 336, Haziran 1979, s. 427

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + e_t$$

Birim kök testi uygulamasında kullanılan birinci dereceden otoregressif regresyon denklemi yukarıdaki gibi olup, $\psi = 0$ testinin yapılması ile $\phi = 1$ testi yapılmış olur.[50]

H_0 ; $\psi = 0$ $(\phi = 1)$ Seri Birim Kök İçermektedir. (Seri Durağan Değildir.)

H_1 ; $\psi \neq 0$ $(\phi < 1)$ Seri Birim Kök İçermemektedir. (Seri Durağandır.)

Hataların bütünüyle rassal olduğu varsayımı doğrultusunda H_0 hipotezinin red edilememesiyle yukarıdaki fark denkleminden hataların bütünüyle rassal olduğu görülür.[51] H_0 hipotezinin red edilememesi hataların rassal olduğunu ortaya çıkarmanın yanında aynı zamanda serinin birinci farklara göre durağan bir seri olduğu, serinin kendisinin ise durağan olmadığı (birinci dereceden bütünleşik bir seri olduğu) sonucunu ortaya çıkarır.

Dickey ve Fuller, ilk kurdukları birim kök testi modelin hata terimlerinin arasında otokorelasyon olmadığı varsayımına dayanmasından dolayı hata terimlerinin otokorelasyona sahip olduğunda bunların modellenebilmelerine imkan vermediği için bunları da modelleyebilmek adına, 1981 yılında hatalar arasındaki otokorelasyonu kaldırmaya yetecek sayıda k gecikme kadar değişkeni modele ekleyerek testlerini genişletmişlerdir.[52] Genişletilmiş Dickey ve Fuller (ADF) testi;

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} a_i \Delta y_{t-i} + e_t$$

şeklini almıştır. Genişletilmiş Dickey ve Fuller testi, Dickey-Fuller testi için de geçerli olmak üzere, denkleme sabit bir katsayının ve trend etkisinin veya sadece sabit bir katsayının dahil edilmesiyle de yapılabilir. Sabit ve trend etkisinin eklenmesi durumunda Genişletilmiş Dickey ve Fuller denklemi şu şekilde gösterilir;

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 T + \psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} a_i \Delta y_{t-i} + e_t$$

---

[50] Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, s. 377

[51] Damodar N. Gujarati, **Temel Ekonometri**, Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, İstanbul, Literatür Yayıncılık, 1999, s. 719

[52] Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, ss. 379-380

Durağanlığın belirlenmesinde kullanılan diğer bir test ise 1988 yılında geliştirilen Phillips ve Perron (PP) testleridir. Zaman serileriyle kurulan regresyon denklemlerinin hatalarının ortalaması sıfır varsayımı ve bunların sabit varyansa sahip olması varsayımı olsa da uygulamada hata terimlerinin varyansının sabit olması varsayımının gerçekleşmesi oldukça zor bir durumdur. Bu durumu göz önüne alarak kurulan PP testi, ADF testine benzemekle birlikte hata kareleri üzerinde ADF testine göre daha esnek varsayımlara sahip olup, hatalar arasında otokorelasyon olmaması gerektiği ve hataların varyansının sabit olması gerektiği varsayımında bulunmayarak ADF testinin varsayımlarını biraz daha genişletmiştir. PP testi de ADF testi gibi regresyon denklemine sadece sabit veya sabitle birlikte trend değişkenlerinin eklenmesi ile de yapılabilir.

İki testin yapılmasında E-Views paket programında verilen % 1, % 5 ve % 10 için MacKinnon'ın test istatistiğine göre hesaplanan kritik değerler ve yine MacKinnon'ın test istatistiğine göre hesaplanan test istatistik değeri kullanılmaktadır. Hesaplanan test istatistik değeri % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyi için verilen kritik değerlerden sayı değeri olarak küçük, mutlak değer olarak büyük ise veya test istatistik değeri için belirlenen olasılık değeri, belirlediğimiz güven düzeyine karşılık gelen anlamlılık düzeyinden küçük ise H_0 hipotezi red edilir ve seri de birim kök olmadığı yani serinin durağan olduğu söylenir.[53]

3.6.1.2.2. Zaman Serilerinde Tahmin Modelleri:

Başlık 3.4.3. altında belirtildiği gibi farklı tahmin modelleri olmakla birlikte bu çalışma kapsamında kullanılacak olan ARIMA(p,d,q) ve GARCH(p,q) modelleri anlatılacaktır.

[53] Gujarati, **Temel Ekonometri**, ss. 720-721; Quantitive Micro Software, **Eviews 4 User's Guide**, ss. 330-332

3.6.1.2.2.1. Otoregressif Bütünleşik Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA(p,d,q)):

Durağan ve durağan olmayan zaman serilerinin analizinde 1970'li yıllarda George A.P. BOX ve Gwilyn JENKINS tarafından geliştirilen ARIMA(p,d,q) modeli, zaman serilerinin analizi kapsamında kullanılan otoregressif modeller ile hareketli ortalama modellerinin birleşimi sonucu ortaya çıkmıştır.

ARIMA modellerinde mümkün olduğunca az parametre kullanımı esas olduğu için cimrilik ilkesinin geçerli olduğu söylenir.[54]

Serinin durağanlık analizi yapıldıktan sonra ARIMA(p,d,q) modelinin belirlenmesi aşamasına geçilebilecektir. ARIMA modelindeki p modelin otoregressif kısmının derecesini, q hareketli ortalamanın derecesini ve d ise eğer seri durağan değilse serinin durağan hale getirilebilmesi için uygulanan fark alma işleminin sayısını gösterir. Serinin nasıl durağan hale getirileceği durağanlık analizinde anlatılmıştı.

ARIMA(p,d,q) modelleri, genelde sabitsiz modeller olarak bilinse de programlar yardımıyla sabit terimler eklenebilmektedir.[55] Durağan olan bir seride genel ARIMA(p,0,q) veya ARMA(p,q) modeli şu şekilde gösterilebilir;[56]

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_i y_{t-i} + e_t - \sum_{i=1}^{q} \theta_i e_{t-i}$$

Durağan olmayan ve daha sonradan durağanlaştırılmış olan bir seride ise yeni bir seri oluşturulduğu için yeni seriye $y_t^{'}$ dersek ve fark alma derecesini d ile gösterirsek, buna göre ARIMA(p,d,q) modeli genel olarak;

$$y_t^{'} = \phi_0 + \sum_{i=1}^{p} \phi_i y_{t-i}^{'} + e_t - \sum_{i=1}^{q} \theta_i e_{t-i}$$

şeklinde ifade edilebilir. İki modelde de p'ler otoregressif modelin derecesini, q'lar hareketli ortalama modelinin derecesini gösterirken, ϕ_i (phi)'ler

[54] Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, s. 113
[55] Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, s. 152
[56] Tsay, **Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics**, s. 50

otoregressif modelin katsayılarını, θ_i (theta)'lar hareketli ortalama modelinin katsayılarını, y_{t-i} ilgili döneme ait seri değerini, e_{t-i} geçmiş döneme ilişkin modelin ilgili tahmin hataları değerini, ϕ_0 modelin sabit terimini, e_t ise ortalaması sıfır, varyansı sabit, değerleri arasında otokorelasyon olmayan ve hatta normal dağılım gösterdiği varsayılan hata terimini göstermektedir. Ortalamanın sıfır, varyansın sabit, değerlerin arasında otokorelasyonun olmaması Beyaz Gürültü Süreci (White Noise) olarak tanımlanmaktadır. Buna normal dağılım varsayımı eklendiğinde Normal Dağılımlı Beyaz Gürültü Süreci (Gaussion White Noise) olarak tanımlanmaktadır.[57]

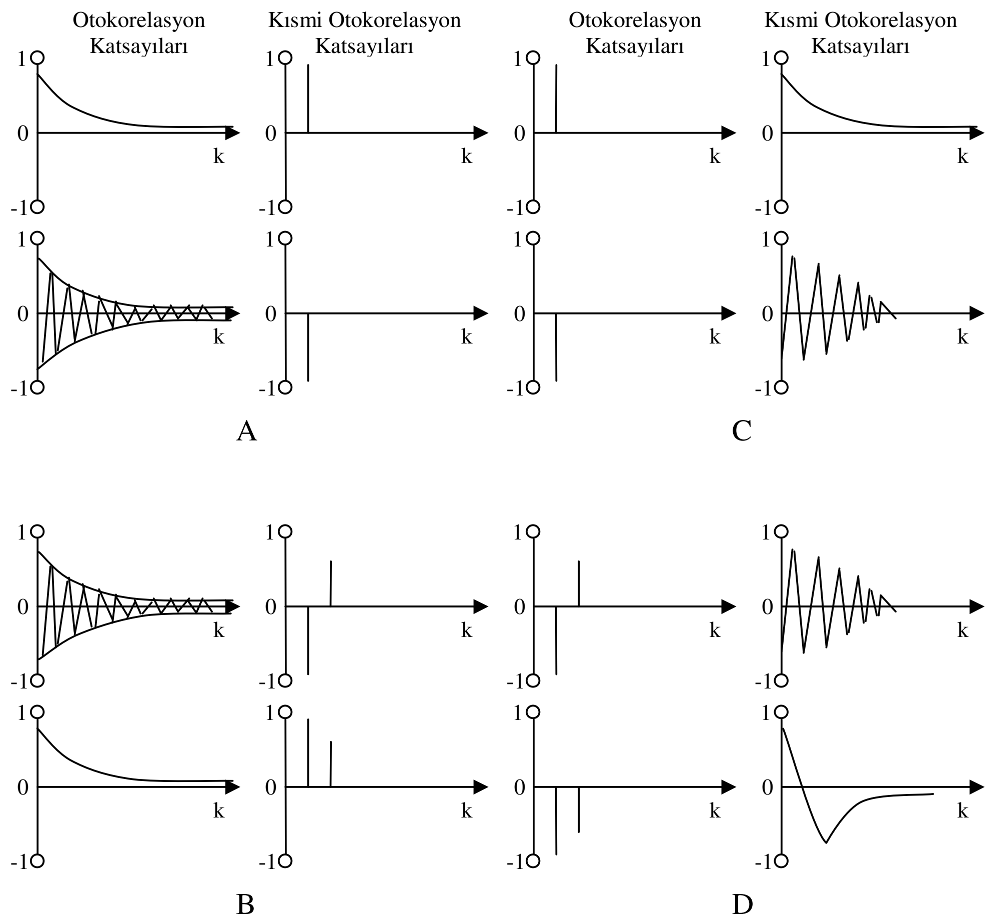
Modelde durağanlık koşulunun sağlanabilmesi için $\sum_{i=1}^{p} \phi_i < 1$ ve $|\phi| < 1$ katsayı koşullarının sağlanması gerekmektedir. Aksi halde durağan bir yapı olduğu ve modelin hata terimlerinin beyaz gürültü süreci gösterdiği söylenemez.

Modelin otoregressiflik derecesi ve hareketli ortalama derecesi otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarının seyrine ve sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadıklarına bakılarak belirlenmektedir. Otokorelasyon katsayılarının, serinin y_t değerinin, k dönemlik kaydırma değerleriyle arasındaki olan ilişkiyi göstermekte olduğu ve nasıl hesaplanacağı daha önce gösterilmişti. Kısmi otokorelasyon katsayısı ise otokorelasyon katsayısından farklı olarak, y_t değeriyle k dönemlik gecikme ile elde edilen herhangi bir değer arasındaki ilişkiyi diğer değerler sabit tutularak diğer değerlerin etkisinden arındırılmış olarak gösterir.

Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları üstel azalma, üstel dalgalı azalma ve sinüs dalgaları ile azalma şeklinde geciktirilen dönem sayısı arttıkça azalma gösterirler.[58] Otokorelasyon katsayılarının üstel olarak azalarak sıfıra yaklaşması modelin otoregressif bir model (AR(p)) olduğunu, kısmi otokorelasyon katsayıları üstel olarak azalma göstererek sıfıra yaklaşıyorsa modelin bir hareketli ortalama modeli (MA(q)) olduğunu, hem otokorelasyon katsayılarının hem de kısmi

[57] Holton, **Value at Risk: Theory and Practice**, s. 182
[58] Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, s. 21;27

otokorelasyon katsayılarının üstel olarak sıfıra yaklaşması ise modelin otoregressif (AR(p)) ve hareketli ortalama modeli (MA(q)) olduğunu gösterir.[59]



A- AR(1) C- MA(1)
B- AR(2) D- MA(2)

Şekil 3.7. ARIMA Modellerinde Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı

Kaynak: Neyran Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın-Tunç Matbaacılık, 1999, s.151

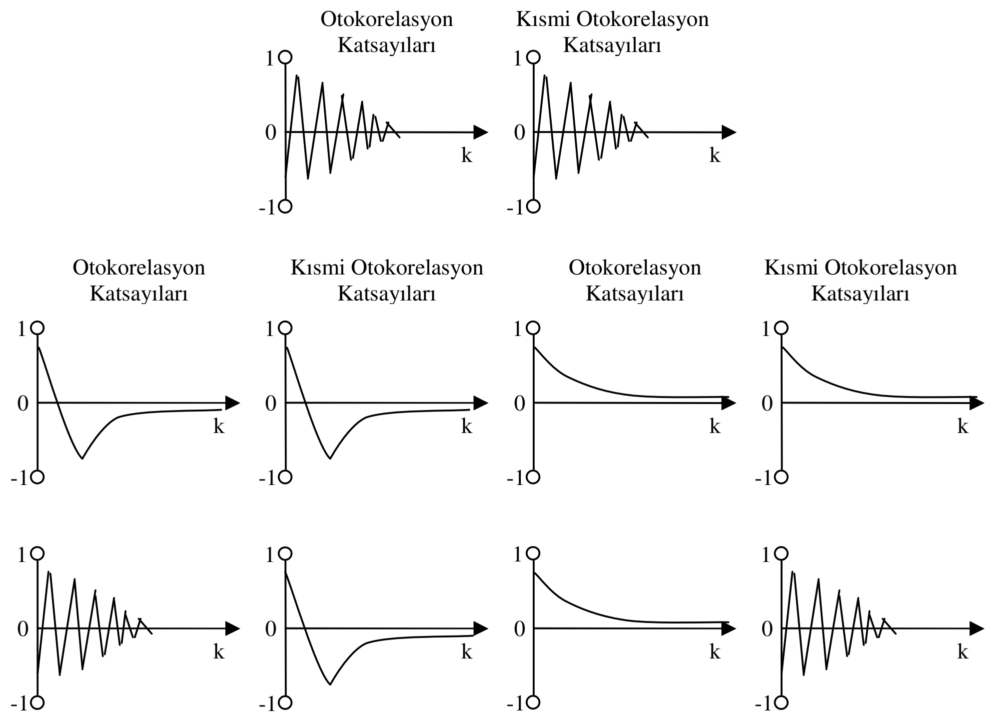
Otokorelasyon katsayıları, k gecikme için üstel olarak azalmayla sıfıra yaklaşıyorsa modelin otoregressif (AR(p) veya ARIMA(p,d,0)) model olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda otoregressif modelin derecesi kısmi otokorelasyon

[59] Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, s. 194

katsayılarına bakılarak, kısmi otokorelasyon katsayılarının kaç dönemlik gecikmeden sonra sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmayan değerler aldığının ortaya çıkarılması ile belirlenir. Eğer t-1. gecikmeyle belirlenen kısmi otokorelasyon katsayısı sıfırdan anlamlı bir şekilde farklıysa modelin birinci dereceden otoregressif model (AR(1) veya ARIMA(1,d,0)) olduğu, t-1. gecikmeden sonraki t-2. gecikmeyle belirlenen kısmi otokorelasyon katsayısı da sıfırdan anlamlı bir şekilde farklıysa o zaman modelin ikinci dereceden bir otoregressif model (AR(2) veya ARIMA(2,d,0)) olduğu söylenir.

Otokorelasyon katsayıları değil de kısmi otokorelasyon katsayıları k gecikme ile üstel olarak azalmayla sıfıra yaklaşıyorsa, o zaman modelin hareketli ortalama modeli olduğu anlaşılmaktaydı. Bu durumda hareketli ortalama modelinin derecesi otokorelasyon katsayılarının kaç dönemlik gecikmeden sonra sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmayan değerler almaya başladığına bakılmak suretiyle belirlenmektedir. t-1. gecikmeyle belirlenen otokorelasyon katsayısı sıfırdan anlamlı bir şekilde farklıysa modelin birinci dereceden hareketli ortalama modeli (MA(1) veya ARIMA(0,d,1)) olduğu, t-1. gecikmeden sonraki t-2. gecikmeyle belirlenen otokorelasyon katsayısı da sıfırdan anlamlı bir şekilde farklıysa o zaman modelin ikinci dereceden bir hareketli ortalama modeli (MA(2) veya ARIMA(0,d,2)) olduğu söylenir.

Hem otokorelasyon hem de kısmi otokorelasyon katsayıları üstel olarak k gecikme için azalarak sıfıra yaklaşıyorsa o zamanda modelin otoregressif bütünleşik hareketli ortalama modeli (ARIMA(p,d,q)) olduğu söylenir. Modelin derecesi ise otoregressif derecesini belirlemek için sıfırdan anlamlı şekilde farklı olan kısmi otokorelasyon katsayılarının sayısına, hareketli ortalama derecesini belirlemek içinse sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olan otokorelasyon katsayılarının sayısına bakmak gerekir. Eğer seri durağan bir seri ise ve bir tane sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı otokorelasyon katsayısı, bir tane de sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı kısmi otokorelasyon katsayısı varsa o zaman modelin ARIMA(1,0,1) modeli olduğu söylenir.



Şekil 3.8. ARIMA(1,0,1) Modelinin Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Katsayılarının Dağılımı

Kaynak: Neyran Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın-Tunç Matbaacılık, 1999, s. 195

Uygun otoregressif ve hareketli ortalama değerlerinin bulunmasına belirleme aşaması denilmektedir. Ancak; uygulamada verilerdeki tesadüfilik nedeni ile otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları çok belirgin bir eğilim göstermezler. Dolayısıyla otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarına bakarak belirli bir modelin doğru bir şekilde ortaya çıkarılması kolay olmamaktadır.[60] Öyleki, ARIMA modellemesinin bilimden çok bir sanat olduğu bile söylenmiştir.[61] Bunun için farklı otoregressif ve hareketli ortalama dereceleri için belirlenen otoregressif bütünleşik hareketli ortalama modelleri arasından uygun olanının seçilmesi gerekmektedir.

Farklı otoregressif ve hareketli ortalama modelleri için oluşturulan modeller arasından seçilecek modelin öncelikle katsayılarının (parametrelerinin) belirlenmesi

[60] **A.e.**, s. 193

[61] Gujarati, **Temel Ekonometri**, s. 739

ve bunların sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Sabit terim değişkenler arasında bir ilişki göstermediği için modelde sabit terim olması halinde sabit terimin testi yapılmamaktadır.[62] Modelin katsayıları ise otokorelasyon katsayıları kullanılarak oluşturulan Yule-Walker denklemlerinden elde edilen başlangıç katsayılarından başlanılarak deneme yöntemiyle modelin hata karelerinin toplamını veya hata karelerinin ortalamasını minimum yapacak katsayıların bulunması şekilde belirlenmektedir. Buna göre sabit terim dışındaki modelin katsayılarının, belirlediğimiz güven düzeyinde anlamlı olup olmadığının yani sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığının test edilmesinde kullanılacak hipotez şu şekilde yazılabilir;

H_0 ; Katsayı anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı değildir.

H_1 ; Katsayı anlamlı bir şekilde sıfırdan farklıdır.

Buna göre; eğer her katsayının yanında bulunan olasılık değeri belirlediğimiz anlamlılık düzeyinden düşükse o katsayı için H_0 hipotezi red edilir, yani katsayının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olduğu ortaya çıkar. Tersi durumda ise H_0 hipotezi red edilemez ve modelin katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmadığı ortaya çıkar. Katsayıların belirlenmesi ARIMA(p,d,q) modellerinde tahmin aşaması olarak adlandırılır.

Katsayı testlerinden ve kısıtlarından geçen, katsayıları bakımından uygun modeller arasından en iyi modelin seçilmesinde Schwarz ve Akaike bilgi kriterleri kullanılmaktadır. Bu iki kriterin birbirine göre kesin bir üstünlüğü bulunmamaktadır.[63] Uygulamada iki kriterin de genellikle aynı modelin seçilmesi gerektiğine işaret etmekte olduğu; fakat ikisinin de farklı modeli en iyi model olarak gösterdikleri durumda bile seçilecek modellerin öngörülerinin birbirlerine yakın olacağı belirtilmiştir.[64]Akaike ve Schwarz kriterleri;

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2m}{n}$$

---

[62] Orhunbilge, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, s. 35
[63] Brooks, **Introductory Econometrics for Finance,** s. 258
[64] Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, s. 40

$$SIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{m}{n}\ln n$$

AIC = Akaike bilgi kriteri

SIC = Schwarz bilgi kriteri

m = Parametre sayısı

n = Gözlem sayısı

$\hat{\sigma}^2$ = Hataların varyansı. (Hata ortalamaları sıfır olduğu için hataların kareleri toplamının serbestlik derecesine bölünmesiyle elde edilmektedir. Dolayısıyla hata karelerinin ortalaması elde edilmektedir. $\hat{\sigma}^2 = \sum_{t=m-1}^{n} \frac{e_t^2}{(n-m)}$)

şeklinde hesaplanabilir.[65]

Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerinden sayı değeri olarak en küçük değeri veren model en iyi model olarak seçilmelidir. Çünkü çıkan değerin küçülmesi formülde yer alan hataların varyansı değerinin, bizimde amacımız doğrultusunda, küçülmesi ile mümkün olacaktır.

Bu kriterlerin yanında modelin standart hatasına bakılarak da seçim yapılabilir. Küçük standart hataya sahip modelle daha dar bir aralıkta tahmin yapılacaktır. Parametrelerin standart hatalarının düşük dolayısıyla t değerlerinin yüksek olması da model seçimi için göz önüne alınabilir.[66]

Modelin tahminlerde kullanılmasından önce tanı koyma aşaması da denilen son aşamada; şimdiye kadar belirtilen kriterlere göre seçimi yapılan modelin tahminlerde kullanılabilmesi için modelin hatalarının tesadüfi olarak dağılıp dağılmadığına bakılır ki hatalar üzerindeki otokorelasyonun araştırılmasında Q test istatistiğinin ve korelogramlardaki olasılık değerlerinin kullanılabileceği ve bunların nasıl kullanıldığı durağanlık kısmında anlatılmıştı.

Hatalar arasında otokorelasyon varsa modelin tahminlerde kullanılmasının uygun olmadığına karar verilir.[67] Hatalar arasındaki otokorelasyona bakılarak modelin uygunluğu yönünde önemli bir karar verildiğinden dolayı hatalar arasında

---

[65] Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, s. 257
[66] Orhunbilge, **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, s. 197
[67] **A.e.**, s. 197

otokorelasyon olup olmadığına ilişkin yapılan hipotez testinde, daha önce belirtildiği üzere verilen kararın önemli olduğu durumlarda yapıldığı gibi, güven düzeyinin yüksek tutulması yani anlamlılık düzeyi olan α'nın minimum tutulması gerekmektedir. Schwarz ve Akaike bilgi kriterleri ile modelin standart hatasına bakılarak belirlenen en iyi modelin hatalarına bakıldıktan sonra tahminlerde kullanılmasının uygun olmadığına karar verilirse, yine Schwarz ve Akaike bilgi kriterleri ile modelin standart hatasına bakılarak belirlenen en iyi modelden bir sonraki model, tahminlerde kullanılabilir olup olmadığı araştırılmak üzere seçilmelidir. Dolayısıyla eğer modelin hataları tesadüfi ise yani hatalar arasında otokorelasyon yoksa o zaman modelin bizim için uygun model olduğu ve tahminlerde kullanılabileceği sonucu ortaya çıkar. Hata terimleri için daha önce de belirtildiği gibi sıfır ortalamalı, sabit varyanslı ve değerleri arasında ilişki olmadığı varsayımı yapılmaktadır.

3.6.1.2.2.2. Genelleştirilmiş Otoregressif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GARCH(p,q)):

Zaman serisi modellerinde temel varsayımlardan birisi olan normal dağılım altında hata terimlerinin sıfır ortalama ve sabit varyansa sahip olması ($N \sim (0,\sigma^2)$) varsayımına karşılık Engle (1982)[68] yaptığı bir çalışmayla hata terimlerinin (artıkların) karelerinin değerleri arasında bağımlılık olduğunu ve artıkların varyansının sabit olmadığını ($N \sim (0,\sigma_t^2)$) ortaya koyarak ARCH (Otoregressif Koşullu Değişen Varyans) modelini geliştirmiştir. Böylece ARCH(q) modeli ile varyansın, tahmin hatalarının karelerinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi yapılmaya başlanmıştır.

ARCH(q) modeli kurabilmek için öncelikle hatalarından koşullu varyansları elde edebileceğimiz otoregressif-hareketli ortalama modeli gibi herhangi bir

[68] Robert F. Engle, "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica,** Vol.: 50, No: 4, 1982, s. 987

ekonometrik model kurmamız gerekmektedir.[69] Hata terimlerini elde etmek için otoregressif bir model kurmak yerine koşullu değişken modellerde kullanılacak hata terimlerinin sağlanmasında sadece sabit bir terim kullanılarak oluşturulan modellerin de kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır.[70] En küçük karelere göre belirlenen bu regresyon modelinin hatalarında değişen varyans sorunu olup olmadığı diğer bir ifadeyle hatalarda ARCH etkisinin olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, pek çok test yapılabilse de yapılan testler arasında, çoklukla kullanılan ve uygun olan Lagrange Çarpanı (LM) testinin yapılması ile hatalar arasında değişen varyans sorunu yani ARCH etkisinin olup olmadığı ortaya çıkarılabilmektedir.[71] Buna göre q gecikme ile hata kareleri arasında bağımlılık olup olmadığını ve hataların değişen varyansa sahip olup olmadığını ortaya çıkarmak için kurulacak yardımcı koşullu varyans modeli ve modelin katsayılarının testi için yazılacak hipotez aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 e_{t-1}^2 + a_2 e_{t-2}^2 + ... + a_q e_{t-q}^2$$

$H_0; a_1 = a_2 = a_3 = ... = a_q = 0$ ARCH etkisi yok

H_1; en az bir $\alpha_i>0$ (i = 1,2,3,…,q) ARCH etkisi var.

LM istatistiği q serbestlik dereceli X_q^2 dağılımına sahiptir.[72] Dolayısıyla yardımcı koşullu varyans denkleminden elde edilen belirlilik katsayısı (R^2) ile veri sayısından (n) q serbestlik derecesi çıkarılarak elde edilen değerin çarpımı ile elde edilen LM test istatistik değeri (LM = (n – q)xR^2) yine q serbestlik derecesinde ve ilgili güven düzeyinde Ki-Kare ($X_{a;q}^2$) tablo değeriyle karşılaştırılır. LM test istatistik değerinin tablo değerinden büyük çıkması H_0 hipotezinin red edilmesi anlamına

---

[69] Tsay, **Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics**, s. 86
[70] Robert F. Engle, Adrew J. Patton, "What Good is a Volatility Model?", **Quantitative Finance**, Vol.: 1, 2001, s. 241
[71] Atilla Gökçe, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 3, Sayı: 1, Bahar 2001, s. 39; Sabri Serkan Kızılsu, Sezgin Aksoy, Reşat Kasap, "Bazı Makro Ekonomik Zaman Dizilerinde Değişen Varyanslılığın İncelenmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,** Cilt: 3, Sayı: 1, Bahar 2001, s. 24
[72] Gökçe, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi", s. 39

gelmektedir. H_0 hipotezinin red edilmesi ile en küçük karelere göre oluşturulmuş regresyon modelinin artıklarının değişen varyansa sahip olduğu anlaşılır ve varyansın modellenebilmesi için koşullu değişen varyans modellerinin kullanılabileceği söylenir.

ARCH etkisi (değişen varyans etkisi) hata karelerinin arasında otokorelasyon olması ile ortaya çıktığı için ARCH etkisinin belirlenmesinde ARCH LM testinin yanı sıra hata karelerinin otokorelasyon katsayılarını gösteren hata karelerinin korelogramına bakılabilir. Hata karelerinin korelogramında verilen Q test istatistiğini, ilgili güven düzeyinde ve serbestlik derecesinde tablo değeriyle karşılaştırarak bir karara varabileceğimiz gibi yine hata karelerinin korelogramında yer alan olasılık değerlerini (p-değeri), belirlediğimiz anlamlılık düzeyi ile karşılaştırarak da ARCH etkisinin olup olmadığına ilişkin bir karara varabiliriz. Olasılık değerleri belirlediğimiz anlamlılık düzeyinden düşükse o zaman hatalarda ARCH etkisi yok diyen H_0 hipotezi red edilir.[73]

Hatalardaki değişen varyansın varlığı tespit edildikten sonra ARCH(q) modeli aşağıdaki şekilde formülleştirilebilir.

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i e_{t-i}^2$$

$$a_0 > 0, a_i \geq 0 \qquad i = 1,2,3,...,q$$

$$\sum_{i=1}^{q} a_i < 1$$

ARCH denkleminde koşullu varyansların q dönemlik gecikmesi olduğunu gösteren yukarıdaki modelde σ_t^2 varyansı, α_0 sabit terimi, α_i modelin parametrelerini, e_{t-i}^2 en küçük karelere göre hesaplanan regresyon denkleminden kalan koşullu varyansları göstermektedir. ARCH modelleri için, ARCH denklemindeki sabit terim hariç her parametrenin sıfırdan büyük eşit olması, toplamının ise birden küçük olması, sabit terimin ise sıfırdan büyük olması

[73] Robert F. Engle, “GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics”, **Journal of Econometric Perspective**, Vol.: 15, No: 4, 2001, ss. 163-164

koşulunun gerçekleşmesi gerekmektedir. Sabit terim hariç katsayıların toplamının birden küçük olması şartının sağlanmaması durumda varyans sonsuza uzanacaktır. [74]

ARCH modelinin belirlenebilmesi için zaman zaman uzun gecikmelerin modele alınmasıyla, başta katsayılara ilişkin olmak üzere bazı kısıtların sağlanmasında sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Uzun gecikmelerin neden olduğu sorunların çözümü amacıyla gecikmelerin kısaltılması için Bollerslev tarafından 1986 yılında ARCH(q) türevi olan genelleştirilmiş ARCH modeli geliştirilmiştir.[75] Genelleştirilmiş ARCH modeli, ARCH modelinde t anındaki varyansın artıkların gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu olarak ifade edilmesine ek olarak, t anındaki varyansın kendi gecikme değerlerinin de eklenmesiyle oluşturulmaktadır.

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$a_0 > 0$$

$$a_i \geq 0 \qquad i = 1,2,3,...,q$$

$$\beta_j \geq 0 \qquad j = 1,2,3,...,p$$

$$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j < 1$$

GARCH(p,q) modelindeki p; modelin otoregressif kısmının gecikme uzunluğunu yani GARCH modelinde bugünün şartlı volatilitesi geçmişin şartlı volatilitesine bağlı olduğundan modelde kaç tane geçmiş dönem koşullu volatilitesi olduğunu gösterirken, q ise; GARCH modeline göre bugünün şartlı volatilitesi aynı zamanda geçmişin tahmin hata karelerine bağlı olduğundan ARCH modelindeki gibi artıkların (hataların) karelerinin gecikme değerini göstermektedir.[76]

GARCH(p,q) modelinde durağan bir sürecin olabilmesi için sabit terim hariç katsayılar toplamının birden küçük olması koşulunun sağlanması

---

[74] Robert F. Engle, “Estimates of the Variance of U.S. Inflation Based upon the ARCH Model”, **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol.: 15, No: 3, Ağustos 1983, s. 288

[75] Tim Bollerslev, “Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity”, **Journal of Econometrics**, Vol.: 31(3), 1986, ss. 307-327

[76] Vedat Sarıkovanlık, “Stock Market Volatility Forecasting and Performance Evaluation”, **İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt: 35, Sayı: 1, Nisan 2006, s. 38; Gökçe, “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi”, s. 40

gerekmektedir.[77] GARCH modelindeki sabit terim hariç parametrelerin toplamı, geçmiş dönem değişkenliğinin şimdiki değişkenlik düzeyine olan etkisini gösterir. Toplam büyüdükçe geçmişteki şokların, volatilitenin büyüklüğüne etkisi artmaktadır.

Farklı p ve q değerleri için kurulan modellerden katsayı bakımından uygun (belirlenen anlamlılık düzeyinde sabit terim hariç sıfırdan farklı olmaları, sabit terim hariç toplamlarının birden küçük olması ve sabit terimin sıfırdan büyük, diğerlerinin büyük eşit sıfır olması) modeller arasından Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine göre en iyi modelin belirlenmesinden sonra, belirlenen en iyi modelin uygun model olduğuna karar vermek için modelin hatalarının ARCH etkisinden kurtulup kurtulmadığının, başka bir deyişle hata karelerinin (standardize edilmiş hata karelerinin) arasında otokorelasyon olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Hatalarının ARCH etkisine sahip olup olmadığının nasıl yapılacağına değinilmişti. Hatalarda ARCH etkisi yoksa, yani hata kareleri arasında otokorelasyon yoksa en iyi olduğu belirlenen modelin tahminlerde kullanımının uygun olduğu söylenir. Eğer belirlenen en iyi GARCH modelinin hatalarında hâlâ ARCH etkisi varsa, bu durumda katsayıları uygun modeller arasından yine Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine bakılarak en iyi modelden bir sonraki model tahminlerde kullanılabilir olup olmadığı araştırılmak üzere seçilir.

Hataların varyansları eşit ve birbirinden bağımsız olduğunda hataların normal dağılımdan sapmalarının genellikle ciddi sonuçlar doğurmadığı kabul edilir.[78] Oysa ARCH/GARCH modelleri hataların değişen varyansa sahip olduğu üzerine kurulmaktadır. Hataları normal dağılıma yaklaştırmak için modelin belirlenmesinde en küçük kareler yönteminden daha güçlü ve varsayımlardan sapmalara daha az hassas olan bir yöntem olan maksimum olabilirlik yöntemi hataların normal dağılıma yaklaştırılmasında en küçük kareler yöntemine alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Bunun yanında hatalar arasında otokorelasyon olmasa da hataların ikinci momenti olan varyansları arasında varolan ilişki en küçük kareler yönteminin etkinlik özelliğinin yitirilmesine neden olmaktadır.[79] Dolayısıyla Engle, ARCH

[77] Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", s. 309
[78] Orhunbilge, **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, s. 253
[79] Gökçe, "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi", s. 37

artıklarına sahip bir regresyon modelinin hatalarına ilişkin modelleme yapıldığında maksimum olabilirlik yönteminin daha etkin tahminler vereceğini söylemekte olduğu için ARCH/GARCH modellerinin belirlenmesinde maksimum olabilirlik tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

Hataların normal dağıldığından şüphe edildiği durumlarda modelin kurulmasında Bollerslev ve Wooldridge (1992)'nin standart hataların hesaplanmasında önerdiği yöntemi kullanılmalıdır.[80]

Volatilite kümelenmelerini sistematik bir şekilde tanımlayan GARCH(p,q) modelleri finansal pazarların zaman serisi analizlerinde temel model haline gelmiştir. GARCH modelleri kullanılarak hisse senedi getirileri, faiz oranı getirileri ve kur verileri üzerine bir çok araştırma yapılmıştır.[81]

Volatilite modelleri ailesi içinde GARCH(1,1) modeli en basit ve en güçlü model olarak yer almaktadır.[82] İMKB üzerine 1990-2005 yılları arasını kapsayacak şekilde yapılan araştırmada[83] 49 şirketten 42 tanesinde GARCH(1,1) modelinin ilgili şirketin volatilite yapısının belirlenmesinde kullanılabilir çıkması da GARCH(1,1) modelinin volatilite modellemesinde güçlü bir model olduğu açıklamasını destekler niteliktedir.

Buna karşılık GARCH modelinin de bir takım eksiklikleri vardır. Bunlardan birisi modelin simetrik koşullu değişen varyans varsayımından hareket etmesidir. Oysa haberin asimetrik etkisinden dolayı azalan yöndeki fiyat artışları, artan yöndeki fiyat artışlarına göre daha yüksek varyans değişimine neden olmaktadır.[84]

Bu gibi eksik yönlerini gidermek için, asimetrik yapıyı dikkate alan EGARCH (Üstel (Exponential) GARCH), yine asimetrik etkiyi açıklamaya çalışan TGARCH (Threshold GARCH), koşullu varyansın birim kök içermesi durumu için IGARCH (Entegre (Integrated) GARCH), haberin asimetrik etkisini açıklamaya

---

[80] Quantitive Micro Software, **Eviews 4 User's Guide**, s. 401
[81] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 188
[82] Engle, "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", s. 166
[83] Vedat Sarıkovanlık, "Ardaşık Bağlanımlı Modellerden Koşullu Değişken Varyans Volatilite Tahmini", **İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi**, Sayı: 54, Haziran 2006, ss. 3-16
[84] Serra Eren Sarıoğlu, "Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasası'nda Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe, Finans ve Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, 2006, s. 9

çalışan GRJ-GARCH gibi çok sayıda ARCH türevi olan GARCH modeli ortaya çıkarılmıştır.[85]

3.6.2. Tarihi Simülasyon Yöntemi:

Tarihi Simülasyon Yönteminde portföye ilişkin olası kâr veya zararların dağılımının hesaplanması, piyasa etkenlerinin geçmiş T dönem boyunca gerçekleşmiş olan değerlerinin portföye uygulanması şeklinde olur. Dolayısı ile riske maruz değerin hesaplanmasında menkul kıymetlerin geçmiş dönem bilgilerinden hareket ederek, geçmişteki değişimlerin gelecekte de tekrar edeceği varsayımıyla sonuca ulaşır. Geçmiş T dönem süresince portföy elde tutulmadığı için oluşturulan portföydeki menkul kıymetlerin geçmiş getirileri, geçmişte de portföy elde tutulmuş gibi portföy getirisi hesaplamak için kullanılır. Geçmişe doğru son 250 günlük veri elde edilecek şekilde gidilerek işlem yapılabilir ki, zaten Basel Komitesi riske maruz değer hesaplamalarında en az bir yıllık veri setinin kullanılması gerektiğini söylemektedir.[86]

Tarihi Simülasyon Yöntemi, portföyü oluşturan menkul kıymetlerin getirileri ile ilgili herhangi bir olasılık dağılımı yönünde bir varsayımda bulunmaz. Ayrıca portföy getirisinin içerdiği menkul kıymetlerle doğrusal ilişki içinde olmadığı durumlarda da kullanılmaktadır. Herhangi bir varsayımda bulunmaması ve riske maruz değer hesaplamasında geçmiş verilerden hareket etmesi uygulamada riske maruz değer hesaplanmasında uygulayıcıya oldukça kolaylık sağlamaktadır.

Riske maruz değerin hesaplanmasında geçmiş verilerden hareket ettiği ve portföyün riske maruz değerinin, geçmişteki fiyat değişimlerinin gelecekte de aynı olacağı varsayımına dayanarak belirlenmesine dayandığı için Varyans-Kovaryans Yönteminde olduğu gibi kovaryans matrisinin hesaplanmasına ve gelecekte portföyün içereceği riske maruz değeri hesaplamak için kovaryans matrislerinin

---

[85] **A.e.**, ss. 54-66

[86] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 221; Basle Committee on Banking Supervision, **Overview of Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk**, s. 2

tahmin edilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına gerek duyulmamaktadır. Dolayısıyla tahmin için kurulacak modellemelerin içerdiği riskten bağımsızdır.[87]

Getirilerin olasılık dağılımına ilişkin herhangi bir varsayımında bulunmadığı ve geçmiş verilerin gelecekte de devam edeceğini varsayması nedeniyle de kovaryans matrisinin tahmininde bulunulmasına gerek duymadığı için Tarihi Simülasyon Yönteminin parametrik olmayan bir yöntem olduğu söylenir.

Tarihi Simülasyon Yönteminde elde tutma süresi uzadıkça riske maruz değeri hesaplanacak portföy veri sayısı azalmaktadır. Çünkü geçmiş dönem verileri elde tutma süresinin uzunluğuna göre gruplandırılmakta ve geçmiş dönem verilerinden bu periyotlar için veriler elde edilmektedir. Bir günlük elde tutma süresi için hesaplanacak riske maruz değer, hesaplamaya girecek n tane menkul kıymetin T dönemlik günlük verileri kullanılarak bulunacakken; haftalık elde tutma süresi için hesaplanacak riske maruz değer, hesaplamaya girecek n tane menkul kıymetin T dönemlik geçmiş verilerinden elde edilecek haftalık getirileri kullanılarak bulunacaktır.

Portföyün riske maruz değeri Tarihsel Simülasyon Yöntemi yoluyla temel olarak 4 adımda belirlenebilir.

1- Portföy değerinin geçmiş dönem için hesaplanabilmesi amacıyla portföyü oluşturan varlıkların fiyat değişimleri yüzdesel olarak T dönem için hesaplanmalıdır.

2- Varlık fiyatlarının geçmiş T dönem için yüzdesel değişimleri belirlendikten sonra, portföyün değerindeki değişimi belirlemek amacıyla portföyün getirisini belirlemek için portföyü oluşturan varlıkların fiyat değişimlerinin, varlıkların portföy içindeki ağırlıklarıyla çarpılarak toplanması gerekmektedir.

Hesaplama şu şekilde gösterilebilir;[88]

$$r_t^p = \sum_{i=1}^{n} W_i r_{i,t} \qquad t = 0,1,2,3,\ldots T$$

r_t^p = t zamanındaki portföyün getirisi

W_i = i menkul kıymetinin portföy içindeki ağırlığı

[87] Dowd, **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, s. 100
[88] **A.e.**, s. 99

$r_{i,t}$ = i menkul kıymetinin t anındaki getirisi

n = Menkul kıymet sayısı

3- Varlıkların fiyat değişimlerinin portföy içindeki ağırlıklarıyla çarpılarak toplanması sonucu oluşan portföy fiyatlarındaki yüzdesel değişim değerleri küçükten büyüğe (zarardan kâra) doğru sıralanırlar.

4- Portföy getirilerinin sıralanmasından sonra istenilen güven düzeyine karşılık gelen sıradaki değeri takip eden portföy getirisinin değeri portföyün riske maruz değeri olarak belirlenir. Güven düzeyinin % X olduğu durumda portföy getirileri zarardan kâra sıralandıktan sonra, T dönemlik veri olduğu düşünülürse, % (100-X) kadarlık kısmında kayıp beklendiği için % (100-X)'lik kısmı takip eden portföy değeri riske maruz değer olarak seçilir. Eğer güven düzeyi % 95 ise ve 1000 dönemlik veri kullanıldıysa 50 (1000.0,05) değeri takip eden 51. değer % 95 güven düzeyi için en yüksek kayıp olarak yani riske maruz değer olarak belirlenir.[89]

Görüldüğü gibi sadece geçmiş verilerin bilinmesi, herhangi bir varsayımda bulunmadığı için, Tarihi Simülasyon Yöntemi için yeterli olmaktadır. Bütünüyle geçmişteki verilere dayanması ve gelecekte de geçmişte gerçekleşen olayların gerçekleşeceğini varsayması yöntemin zayıf yönünü oluşturmaktadır. Bunun birlikte elde tutma süresi ve güven düzeyi arttıkça yöntemin güvenilirliği azalacaktır.[90]

3.6.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi:

Monte Carlo Simülasyonu, geçmiş dönemlerde gözlenen değerlerdeki değişimleri en iyi yansıttığı düşünülerek seçilen bir istatistiki dağılıma uygun olarak ve gerçekleşen olaylardan çok olası olayları dikkate alarak, gerçek olmayan tesadüfi veriler üretme ve bu veriler kullanılarak portföye ilişkin varsayımsal veriler oluşturulması temeline dayanmaktadır. Dolayısıyla Tarihi Simülasyon Yönteminde olduğu gibi geçmişe yönelik olarak yeteri kadar veri elde edilememesi sorunu bulunmamaktadır.

---

[89] **A.e.**, s. 99

[90] Kapucu, "Value at Risk: Risk Ölçümünde Yeni Bir Yöntem ve Portföy Riskinin Ölçümü Üzerine Bir Uygulama", s. 123

Getirilerin belirli bir olasılık dağılım türüne uygun olması gerekirken, dağılım türü olarak genelde normal ve logaritmik dağılımlar kullanılmaktadır. Ancak uygulayıcı, piyasa etkenlerinde gelecekte ortaya çıkabilecek olası değişimleri doğru bir şekilde tanımlayabileceğine inandığı herhangi bir dağılım türünü kullanabilmektedir.[91] Veriler için uygun olan bir dağılım türü belirlendikten sonra portföye ilişkin olarak varsayımsal değerlerin belirlenebilmesi amacıyla menkul kıymetlere ilişkin varsayımsal verilerin oluşturulması için bu dağılım türüne uygun olarak rassal sayılar üretmek gerekmektedir.

Bir çok istatistik programı yardımı ile rassal sayı üretmek mümkünken üretilen rassal sayılar birbirlerinden bağımsızdır. Oysa menkul kıymetlerin getirileri arasında çoğu zaman korelasyon vardır ve bu korelasyonu dikkate alan rassal sayılar, getirilerin kovaryans matrisine cholesky ayrıştırması veya tekli değer ayrıştırması uygulama ve dönüştürme yapma yoluyla elde edilir.[92] Dolayısıyla portföyü oluşturan menkul kıymetlerin volatilitelerinin ve menkul kıymetler arasındaki korelasyon katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen korelasyon ve volatilitelerin yardımıyla menkul kıymetlere ilişkin gerçek olmayan verilerin belirlenmesinde kullanılan rassal sayı üretimi yapılacaktır.

Bu rassal sayılar kullanılarak her menkul kıymet için belirlenen varsayımsal veriler yardımıyla portföyün varsayımsal değeri hesaplanır. Bu işlem yeteri sayıda portföy varsayımsal değeri elde edilene kadar tekrarlanır ve portföyün varsayımsal getiri serisi oluşturulur. Bu şekilde hesaplanmış portföy getiri serisinin Tarihi Simülasyonda olduğu gibi zarardan kâra doğru sıralanması yapılır ve sıralaması yapılan portföy getiri serisinden yine Tarihi Simülasyon Yönteminde olduğu gibi belirlenen güven düzeyinin dışında kalan olasılık değerine karşılık gelen tutarı takip eden tutar riske maruz değer olarak belirlenir.

Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi doğru olarak uygulandığında riske maruz değer ölçümünde en kapsamlı ve güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir. Bununla birlikte kalın kuyruk dağılımların olduğu durumlarda, volatilitedeki zamana

---

[91] Sevil, **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, s. 57
[92] Şahin, **Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri**, s. 77

dayalı değişimlerin olduğu durumlarda ve uç senaryolarda yeteri kadar esnektir.[93] Ancak uygulamasının karmaşıklığı nedeniyle tam bir uzmanlık gerektirmesi ve uygulamada zaman kaybına yol açması modelin zayıf yönünü oluşturmaktadır. Bununla birlikte eğer varlıkların hedef tarih için değerlemesi bir simülasyon gerektirirse, yöntem simülasyon içinde simülasyon gerektirmektedir.

[93] Jorion, **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, s. 225

4. BÖLÜM: İMKB Ulusal-30 ENDEKSİ DAHİLİNDEKİ MENKUL KIYMETLERDEN, ORTALAMA-VARYANS MODELİNE GÖRE OLUŞTURULAN OPTİMAL PORTFÖYÜN, VARYANS-KOVARYANS YÖNTEMİ ile RİSKE MARUZ DEĞERİNİN HESAPLANMASINA İLİŞKİN UYGULAMA:

4.1. Araştırmanın Konusu, Amacı, Kapsamı ve Kısıtları:

4.1.1. Araştırmanın Konusu ve Amacı:

Bireysel veya kurumsal olsun tüm yatırımcılar yatırım yaptıkları menkul kıymetlerin içerdiği riski ve bu risk karşılığında elde edecekleri getiriyi bilmek isterler. Rasyonel davrandığı düşünülen yatırımcı yaptığı yatırımdan getiri elde ederken yatırımın riskinin düşük olmasını ister. Bu çerçevede menkul kıymetlere tekil olarak yaklaşmak yerine, birden fazla menkul kıymete belli oranlarda yatırım yapılması ihtiyacı gündeme gelmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi ilk başlarda Geleneksel Portföy Teorisi çerçevesinde, yatırım yapılan menkul kıymet sayısındaki artışın riski düşüreceği görüşü benimsenmekteyken, daha sonraki yıllarda menkul kıymet sayısını tek başına arttırmak yerine menkul kıymetler arasındaki ilişkinin de göz önüne alınması gerektiği söylenerek Modern Portföy Teorisi ortaya atılmıştır. Portföy riskinin düşürülmesinin amaçlanmasının yanında, portföyün risk-getiri ikilisine ek olarak portföyün durumunu ortaya koyup portföyle ilgili kararlar alınmasına yardımcı olması amacıyla, portföyün değerinde belirli sınırlar dahilinde yaşanabilecek maksimum kaybın hesaplanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu doğrultuda bu araştırmayla amaçlanan; yatırımcıların oluşturmuş oldukları veya oluşturmayı düşündükleri portföyün içerdiği riskin düşürülmesinde Geleneksel Portföy Teorisinin ortaya attığı basit çeşitlendirmeye dayalı olarak portföydeki menkul kıymet sayısının arttırılmasının yerine, Modern Portföy Teorisinin öne sürdüğü gibi menkul kıymetlerin aralarındaki ilişkiyi dikkate alarak, aynı getiri seviyesinde en düşük riske sahip etkin portföyler içinden yatırımcının beklentisi doğrultusunda optimal portföyün belirlenmesi ve bu doğrultuda belirlenen portföyün bugün için ve gelecekteki bir gün için riske maruz değerinin tahmin modelleri kullanılarak hesaplanmasıdır.

4.1.2. Araştırmanın Kapsamı ve Kısıtları:

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)'nda menkul kıymetler; Ulusal Pazar, İkinci Ulusal Pazar, Yeni Ekonomi Pazarı, Gözaltı Pazarı ve Fon Pazarı olmak üzere beş pazarda işlem görmektedir.[1] Bu pazarlardan en büyüğü Ulusal Pazar olup 28 Nisan 2006 itibari ile 286 şirketin menkul kıymeti işlem görmekte, 25 tanesi ise diğer belirtilen pazarlarda işlem görmektedir. Menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç Ulusal Pazarda işlem gören menkul kıymetlerden İMKB Ulusal-Tüm Endeksi oluşturulmuştur. Bunun yanında Ulusal Pazarda yine menkul kıymet yatırım ortaklıkları hariç işlem gören menkul kıymetlerden çeşitli kriterlere göre İMKB Ulusal-100, İMKB Ulusal-50 ve İMKB Ulusal-30 Endeksleri oluşturulmuştur. Dolayısıyla İMKB Ulusal-Tüm Endeksi, İMKB Ulusal-100 Endeksini; İMKB Ulusal-100 Endeksi, İMKB Ulusal-50 Endeksini ve İMKB Ulusal-50 Endeksi, İMKB Ulusal-30 Endeksini otomatik olarak kapsamaktadır.

Tablo 4.1. İMKB'de Yer Alan Endekslerin Piyasa Değerleri

Endeksler	**Piyasa Değeri* (Bin YTL)**	**Pazarlar Genel'e Olan Oranlar**	**İMKB Ulusal-30 Endeksinin Oranı**
İMKB Ulusal-100 Endeksi	211.940.703	0,86714	0,77279
İMKB Ulusal-50 Endeksi	191.125.154	0,78197	0,85696
İMKB Ulusal-30 Endeksi	163.787.313	0,67012	1
İMKB Ulusal-Tüm Endeksi	240.335.231	0,98331	0,68150
Pazarlar Genel	244.413.829	1	0,67012

* Kaynak: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, **İMKB Aylık Bülten Dergisi**, Nisan 2006,
(Çevirimiçi) http://www.imkb.gov.tr/veri.htm, 26 Haziran 2006

[1] İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, **Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu,** s. 248 (Çevirimiçi) http://www.imkb.gov.tr/yayinlar/spkilavuzu.htm, 30 Haziran 2006

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi pazardaki menkul kıymetlerin tamamının piyasa değeri 244.413.829 bin YTL'dir. İMKB Ulusal-30 Endeksindeki menkul kıymetlerin toplamının oluşturduğu piyasa değerinin, bu değer içindeki ağırlığı % 67,01'dir. İMKB Ulusal-100 Endeksinin piyasa değerinin toplam içindeki payı % 86,71 olup, İMKB Ulusal-30 Endeksinin piyasa değerinin İMKB Ulusal-100 Endeksinin piyasa değerine oranı % 77,28'dir. Bu da İMKB Ulusal-100 Endeksinin piyasa değerinin % 77,28'inin İMKB Ulusal-30 Endeksinde yer alan menkul kıymetlerin piyasa değerlerinden oluştuğunu göstermektedir. İMKB Ulusal-30 Endeksinin piyasa değeri bakımından diğer endeksler içinde yüksek bir orana sahip olması, pazarı temsil etme gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. İMKB Ulusal-30 Endeksinin piyasa değerinin diğer endeksler içindeki oranının yüksek çıkmasının nedeni ise İMKB Ulusal-30 Endeksinin, borsada işlem gören menkul kıymetlerden piyasa değeri ve işlem hacmi yüksek olanlarının arasından, sektörel temsil kabiliyetleri de göz önüne alınarak seçilen menkul kıymetlerden oluşturuluyor olmasıdır. Değerleme sonucu 25. sıradan daha yukarı çıkanlar endeks kapsamına alınırken, 35. sıradan daha aşağıya düşenler endeks kapsamından çıkartılmaktadır. Değerleme işlemi yılda 4 kez olmak üzere (Ocak-Mart, Nisan-Haziran, Temmuz-Eylül ve Ekim-Aralık dönemleri için) 3 ayda bir yapılmaktadır.[2] Sürekli olarak İMKB Ulusal-30 Endeksi dahilindeki menkul kıymetlere ilişkin yapılan değerleme İMKB Ulusal-30 Endeksinin piyasa üzerindeki temsil gücünü korumasını sağlamaktadır.

Temsil kabiliyetinin yanında İMKB Ulusal-30 Endeksi, içerdiği menkul kıymet sayısının az olması nedeniyle, çalışmada kullanılacak optimal portföy seçim modelinin uygulanmasında menkul kıymet sayısındaki artışla gelen işlem fazlalığı kısıtına bir çözüm olmaktadır.

Zaman serisi analizi kapsamında tahmin modellerinde kullanılacak veri sayısının mümkün oldukça fazla olması gerekmesine karşılık optimal portföy belirlemede, kullanılacak model için gerekli olan kovaryans matrisinin hesaplanmasında, menkul kıymetlere ilişkin veri sayısının eşit olmasının gerekmesi

[2] Ayrıntılı bilgi için bakınız: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, **Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu**, ss. 350-351

diğer bir kısıtlayıcı olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre 2006 yılının Mayıs ayının birinci yarısından sonra ve aynı yılın Haziran ayında tüm dünya piyasalarında olduğu gibi İMKB'de yaşanan volatilitenin çalışmaya etki etmesini engellemek için 08.05.2006 tarihi araştırmanın içerdiği dönemin bitiş tarihi olarak seçilmiş ve bu tarihten geriye yönelik olarak 1000 adetlik getiri hesaplamaya yetecek kadar 1001 adetlik düzeltilmiş fiyat verisi sağlayacak şekilde, 22.04.2002 tarihi başlangıç tarihi olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Belirlenen Veri Aralığına Göre, Veri Aralığı Bitiş Tarihinde İMKB Ulusal-30 Endeksi Dahilinde İşlem Gören Menkul Kıymetler ve Bunlara İlişkin Düzeltilmiş Fiyat Veri Aralıkları

Menkul Kıymet Kodu	Menkul Kıymet Adı	Veri Başlama Tarihi	Veri Bitiş Tarihi
AKBNK	**AKBANK**	22.04.2002	08.05.2006
ARCLK	**ARÇELİK**	22.04.2002	08.05.2006
DENIZ	**DENİZBANK**	01.10.2004	08.05.2006
DOAS	**DOĞUŞ OTOMOTİV**	17.06.2004	08.05.2006
DOHOL	**DOĞAN HOLDİNG**	22.04.2002	08.05.2006
DYHOL	**DOĞAN YAYIN HOL.**	22.04.2002	08.05.2006
EREGL	**EREĞLİ DEMİR ÇELİK**	22.04.2002	08.05.2006
FINBN	**FİNANSBANK**	22.04.2002	08.05.2006
FORTS	**FORTIS BANK**	22.04.2002	08.05.2006
GARAN	**GARANTİ BANKASI**	22.04.2002	08.05.2006
HURGZ	**HÜRRİYET GAZETESİ**	22.04.2002	08.05.2006
ISCTR	**İŞ BANKASI (C)**	22.04.2002	08.05.2006
ISGYO	**İŞ GMYO**	22.04.2002	08.05.2006
KCHOL	**KOÇ HOLDİNG**	22.04.2002	08.05.2006
MIGRS	**MİGROS**	22.04.2002	08.05.2006
PETKM	**PETKİM**	22.04.2002	08.05.2006
PTOFS	**PETROL OFİSİ**	22.04.2002	08.05.2006
SAHOL	**SABANCI HOLDİNG**	22.04.2002	08.05.2006
SISE	**ŞİŞE CAM**	22.04.2002	08.05.2006
SKBNK	**ŞEKERBANK**	22.04.2002	08.05.2006
TCELL	**TURKCELL**	22.04.2002	08.05.2006
THYAO	**TÜRK HAVA YOLLARI**	22.04.2002	08.05.2006
TNSAS	**TANSAŞ**	22.04.2002	08.05.2006
TOASO	**TOFAŞ OTO. FAB.**	22.04.2002	08.05.2006
TSKB	**T.S.K.B.**	22.04.2002	08.05.2006
TUPRS	**TÜPRAŞ**	22.04.2002	08.05.2006
ULKER	**ÜLKER GIDA**	23.02.2004	08.05.2006
VAKBN	**VAKIFLAR BANKASI**	18.11.2005	08.05.2006
VESTL	**VESTEL**	22.04.2002	08.05.2006
YKBNK	**YAPI VE KREDİ BANK.**	22.04.2002	08.05.2006

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi işlem kodları DENIZ, DOAS, ULKER ve VAKBN olan dört adet menkul kıymete ilişkin yeteri kadar geçmiş dönem verisi

bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu dört menkul kıymet analiz kapsamından çıkarılmıştır. Geriye kalan ve işlem kodları AKBNK, ARCLK, DOHOL, DYHOL, EREGL, FINBN, FORTS, GARAN, HURGZ, ISCTR, ISGYO, KCHOL, MIGRS, PETKM, PTOFS, SAHOL, SISE, SKBNK, TCELL, THYAO, TNSAS, TOASO, TSKB, TUPRS, VESTL ve YKBNK olan 26 menkul kıymetin çalışma kapsamına alınabileceği düşünülmüş; ancak bu aşamada da üç ayda bir yapılan değerleme sonucu menkul kıymetlerin sürekli olarak İMKB Ulusal-30 Endeksi dahilinde işlem göremeyiş olmaları kısıtıyla karşı karşıya kalınmıştır. Bu kısıta karşılık Ek 1'de görüldüğü gibi belirlenen veri aralığında, istenilen kadar veriye sahip 26 menkul kıymetten, sürekli olarak İMKB Ulusal-30 Endeksi dahilinde 18 menkul kıymetin işlem görmüş olduğu belirlenmiştir. Bu 18 menkul kıymet AKBNK, ARCLK, DOHOL, DYHOL, EREGL, GARAN, HURGZ, ISCTR, KCHOL, MIGRS, SAHOL, SISE, TNSAS, TOASO, TCELL, TUPRS, VESTL, YKBNK'dır. Diğer 8 tane menkul kıymetten FINBN, 2003 yılının 1. çeyreğinde; FORTS, 2005 yılının 3. çeyreğinde; ISGYO, 2003 yılının 1. çeyreğinde İMKB Ulusal-30 Endeksi kapsamından çıkarılıp 2005 yılının 1. çeyreğinde İMKB Ulusal-30 Endeksi kapsamına alınmış; PETKM, 2004 yılının 1. çeyreğinde çıkarılıp 2005 yılının 4. çeyreğinde; PTOFS, 2004 yılının 4. çeyreğinde çıkarılıp 2005 yılının 3. çeyreğinde; SKBNK, 2005 yılının 4. çeyreğinde; TSKB, 2006 yılının 1. çeyreğinde; THYAO, 2005 yılının 2. çeyreğinde İMKB Ulusal-30 Endeksi kapsamına alınmışlardır. Araştırma kapsamına ise veri tarihi aralığında sürekli olarak işlem gören 18 menkul kıymet yerine, veri aralığının bitiş tarihinde İMKB Ulusal-30 Endeksinde işlem gören 26 menkul kıymetin tümünün alınması uygun görülmüştür.

Sonuç olarak araştırmanın kapsamı; 22.04.2002-08.05.2006 tarihleri arasında İMKB Ulusal-30 Endeksinin pazar endeksi olarak alınması ve 08.05.2006 tarihinde İMKB Ulusal-30 Endeksinde işlem gören menkul kıymetlerin farklı kombinasyonlardaki birleşimlerinden oluşan portföylerin mümkün yatırım olanakları kümesinin elemanları olarak alınması şeklinde belirlenmiştir.

Ana kütlenin tamamı araştırmada kullanılsa da paket programlar örnek verilerinden hareketle hesaplamalarını yapmaktadır. Dolayısıyla hesaplamaların örnek verileri için kullanılan formüllerle yapıldığını belirtmekte fayda vardır.

Buna göre araştırma dahiline alınacak olan 26 menkul kıymet Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymet Adları ve İşlem Kodları

Menkul Kıymet Kodu	Menkul Kıymet Adı	Menkul Kıymet Kodu	Menkul Kıymet Adı
AKBNK	AKBANK	PETKM	PETKİM
ARCLK	ARÇELİK	PTOFS	PETROL OFİSİ
DOHOL	DOĞAN HOLDİNG	SAHOL	SABANCI HOLDİNG
DYHOL	DOĞAN YAYIN HOL.	SISE	ŞİŞE CAM
EREGL	EREĞLİ DEMİR ÇELİK	SKBNK	ŞEKERBANK
FINBN	FİNANSBANK	TCELL	TURKCELL
FORTS	FORTIS BANK	THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI
GARAN	GARANTİ BANKASI	TNSAS	TANSAŞ
HURGZ	HÜRRİYET GAZETESİ	TOASO	TOFAŞ OTO. FAB.
ISCTR	İŞ BANKASI (C)	TSKB	T.S.K.B.
ISGYO	İŞ GMYO	TUPRS	TÜPRAŞ
KCHOL	KOÇ HOLDİNG	VESTL	VESTEL
MIGRS	MİGROS	YKBNK	YAPI VE KREDİ BANK.

4.2. Araştırmada Kullanılacak Yöntem ve Modelin Belirlenmesi:

Belirlenen amaç doğrultusunda, optimal portföyün belirlenmesinde ve eşit ağırlıklandırılmış portföy ile optimal portföyün risk ve getirilerinin hesaplanmasında Modern Portföy Teorisinin temelinin atıldığı Ortalama-Varyans Modeli kullanılacaktır. Oluşturulan portföyün belli bir olasılıkla, bugün ve gelecekteki bir gün için kaybedeceği en yüksek değeri, bir Riske Maruz Değer hesaplama yöntemi olan ve kendine sıklıkla uygulama alanı bulan Varyans-Kovaryans Yöntemi çerçevesinde belirlenecekken; gelecekteki bir gün için RMD hesaplaması yapabilmek için tahmin modeli olarak, kısa süreli tahminlerde başarılı sonuçlar verdiği söylenen ARIMA(p,d,q) tahmin modeline ve geleneksel zaman serisi tahmin yöntemlerinin varsayımlarının aksine hataların sabit varyanslı olmadığını söyleyen GARCH(p,q) tahmin modeline göre kurulan tahmin modelleri kullanılacaktır.

Belirlenen model ve yöntemlerin uygulanmasında Microsoft Excel ve E-Views 4.1 bilgisayar programları kullanılacaktır.

4.3. Verilerin Toplanması:

Araştırmanın kapsamı dahilinde belirlenen, İMKB Ulusal-30 Endeksinde işlem görmekte olan 26 menkul kıymetin 22.04.2002-08.05.2006 tarihleri arasındaki 1001 adet düzeltilmiş günlük kapanış fiyatları elde edilmiş, daha sonra bu düzeltilmiş günlük kapanış fiyatlarından 1000 günlük getiri hesaplanmış ve bu getiri serileri veri olarak kullanılmıştır.*

Günlük getirilerin hesaplanmasında sürekli bileşik getiri formülünden hareketle logaritmik getiri formülü kullanılmıştır.

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$$

Günlük getirilerin hesaplanmasında sürekli getiri formülünden hareket edilmesindeki amaç; yukarıdaki formülden de görüldüğü gibi fiyatların logaritmik dönüşümlerinin birinci farklarının alınması şeklinde getiri hesabı yapılmasını sağlayarak, oluşturulan getiri serisinin durağanlaştırılmak istenmesidir.

4.4. Verilerin Analizi:

Araştırmada kullanılacak olan, düzeltilmiş günlük kapanış fiyatlarından elde edilmiş getiri serileri bir takım istatistiki analizlere tabi tutulacaktır.

Bunlardan birisi; araştırmada portföy oluşturulmasında ve portföy riskinin hesaplanmasında kullanılacak olan Ortalama-Varyans Modelinin, riske maruz değer hesaplamasında kullanılacak olan Varyans-Kovaryans Yönteminin ve zaman serisi analizinde kullanılacak olan modellerin, getirilerin normal dağılım gösterdiği

* Belirlenen tarihler arasında, bazı menkul kıymetler çeşitli sebeplerden dolayı bazı günlerde borsada geçici olarak işleme kapatıldığı için bu günlere ilişkin verilere ulaşılamamıştır. Bu durumda ise en son günün düzeltilmiş kapanış fiyatı işleme kapalı olan günün kapanış fiyatı olarak alınmıştır.

varsayımından hareket etmesi nedeniyle getiri serilerinin normal dağılıma uygun olup olmadığının incelenmesi olacaktır.

Diğeri ise istatistiki testlerin sonuçlarının doğru çıkması açısından önemli olan, zaman serisi niteliğindeki getiri serilerinin durağanlık gösterip göstermediğinin incelenmesi olacaktır.

4.4.1. Normal Dağılım Varsayımının İncelenmesi:

Daha önce de bahsedildiği gibi normal dağılım; riske maruz değer hesaplamasında kullanılan Varyans-Kovaryans Yönteminin ve ikinci bölümde bahsedilen Markowitz'in Ortalama-Varyans Modelinin temel varsayımlarından biri olmakla birlikte, istatistiki çalışmalarda çoğunlukla örnekleme teorisinde anakütle parametrelerinin tahmininde, regresyon analizleri ve zaman serilerinde otokorelasyon analizi gibi istatistikte kullanılan pek çok tekniğin ve bu çalışmalara ilişkin yapılacak hipotez testlerinin geçerli ve güvenilir sonuçlar vermesi açısından önemli olan ve sıklıkla kullanılan istatiksel bir dağılımdır.

Sıfırdan büyük standart sapmaya sahip, belli bir ortalama etrafında $\pm\infty$' a doğru simetrik olarak dağılan ve belli bir basıklığa sahip olan serilerin normal dağılım gösterdiği söylenmektedir. Buna göre araştırmada kullanılacak zaman serilerine ilişkin olarak tanımsal istatistik değerleri Tablo 4.4.'de ve histogramları Ek 2'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Araştırma Kapsamındaki Menkul Kıymetlere ve İMKB Ulusal-30 Endeksine Ait Tanımsal İstatistik Değerleri

Menkul Kıymet Kodu	Veri Sayısı	Ortalama Getiri	Standart Sapma	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)	Jarque-Bera	Olasılık
AKBNK	1000	0,001804	0,028603	0,413843	5,586691	307,3348	0,000000
ARCLK	1000	0,001448	0,028926	0,214091	6,170182	426,3915	0,000000
DOHOL	1000	0,001624	0,033988	0,147371	6,912927	641,5779	0,000000
DYHOL	1000	0,001899	0,035543	0,205976	5,648980	299,4499	0,000000
EREGL	1000	0,001727	0,027150	0,050810	5,637394	290,2572	0,000000
FINBN	1000	0,003327	0,033665	0,117316	5,799898	328,9368	0,000000
FORTS	1000	0,002489	0,027538	0,430864	8,559961	1318,9890	0,000000
GARAN	1000	0,001771	0,031191	-0,021385	7,156678	719,9919	0,000000
HURGZ	1000	0,001314	0,030102	0,259422	6,045959	397,7945	0,000000
ISCTR	1000	0,001235	0,031116	0,107355	6,348912	469,2212	0,000000
ISGYO	1000	0,001475	0,028515	0,108333	5,400897	242,1355	0,000000
KCHOL	1000	0,000900	0,026872	0,116384	6,101706	403,1151	0,000000
MIGRS	1000	0,001039	0,025239	0,191064	6,540015	528,2385	0,000000
PETKM	1000	0,000000	0,030032	0,010804	10,036990	2063,3180	0,000000
PTOFS	1000	0,000801	0,031667	-0,887383	33,236450	38224,6900	0,000000
SAHOL	1000	0,000769	0,029282	-2,171600	34,844580	43039,1800	0,000000
SISE	1000	0,001761	0,027096	0,227022	5,595109	289,1979	0,000000
SKBNK	1000	0,001917	0,038365	0,519548	8,172923	1159,9520	0,000000
TCELL	1000	0,001299	0,029882	-0,153770	6,979198	663,6916	0,000000
THYAO	1000	0,000112	0,029202	0,015098	8,320108	1179,3520	0,000000
TNSAS	1000	0,000482	0,026417	0,472357	7,038036	716,5923	0,000000
TOASO	1000	0,000962	0,027975	-0,060311	5,262108	213,8201	0,000000
TSKB	1000	0,002842	0,031267	0,593233	5,622060	345,1207	0,000000
TUPRS	1000	0,001735	0,026971	0,221820	4,986302	172,5921	0,000000
VESTL	1000	0,000351	0,025314	0,232397	5,701135	313,0067	0,000000
YKBNK	1000	0,000725	0,037891	-0,310853	9,269666	1653,9680	0,000000
IMKB Ulusal-30	1000	0,001317	0,022721	0,063421	7,179125	728,3822	0,000000

Normal dağılımın özelliklerinden birisi olan serinin belli bir ortalama etrafında simetrik dağılım gösterip göstermediğine çarpıklık (skewness) ölçüsünün sıfırdan büyük veya küçük olup olmadığına bakılarak karar verilir. Eğer bu çarpıklık ölçüsü sıfırdan büyükse serinin sağa çarpık olduğu, sıfırdan küçükse serinin sola çarpık olduğu, sıfırsa serinin simetrik olduğu söylenmektedir. Tablo 4.4.'de görüldüğü gibi 20 tane menkul kıymetin ve İMKB Ulusal-30 Endeksinin getiri serisinin, çarpıklık değeri pozitif (+) çıktığı için, sağa çarpık olduğu görülmektedir. Geriye kalan 6 tane menkul kıymetin getiri serisinin ise, çarpıklık değeri negatif (-) çıktığı için, sola çarpık olduğu görülmektedir. Getiri serisinde ortalamadan büyük değerlerde toplanmanın yani sola çarpıklığın en yüksek olduğu menkul kıymet SAHOL kodlu, ortalamadan düşük değerlerde toplanmanın yani sağa çarpıklığın en yüksek olduğu menkul kıymet TSKB kodlu, ortalama etrafında simetrik dağılıma yakın dağılım gösteren getiri serisine sahip menkul kıymet ise hafif sağa çarpık olmakla birlikte PETKM kodlu menkul kıymettir.

Yine normal dağılımın özelliklerinden birisi olan basıklığın görülebilmesi için basıklık (kurtosis) ölçüsünün üçten büyük olup olmadığına bakılır. Tablo 4.4.'de yer alan basıklık ölçülerine bakıldığında menkul kıymet serilerinin hepsinin sivri uçlu olduğu görülmektedir. SAHOL ve PTOFS kodlu menkul kıymetlerin getirilerinin zaman serilerinin sivriliklerinin çok fazla olduğu görülmektedir.

Normal dağılıma uygun olup olmadığını istatistiki olarak test eden Jarque-Bera (JB) testinde ise, Jarque-Bera değerlerinin normal dağılım olduğunda sıfır değerini vermekte olduğu daha önce söylenmişti. Menkul kıymetlerin getiri serilerine ilişkin Jarque-Bera test istatistiği değerlerinin yüksek değerler aldığı ve olasılık değerlerinin % 1 anlamlılık düzeyinden düşük olduğu, dolayısıyla serilerin normal dağıldığını söyleyen sıfır hipotezinin tüm getiri serileri için red edildiği yani hiçbir serinin normal dağılmadığı görülmektedir.

Bunun yanında bir serinin başka bir seri ile veya normal dağılım gibi herhangi bir teorik dağılımla sıklıklarının karşılaştırılmasına imkan veren ve Ek 3'de verilmiş olan Quantile-Quantile (QQ) grafiklerine baktığımızda bu grafiklerin, normal dağılım olması halinde doğrusal bir çizgi halinde olması gerekirken tüm menkul kıymetler için doğrusal olmamaları da serilerin normal dağılıma uymadıklarını gösterir. QQ grafiğinin üst tarafında sola doğru, alt tarafında ise sağa doğru kıvrım yapıyor olmasından dolayı serilerin tamamının sivri ve kalın kuyruklu bir dağılım gösterdiği anlaşılır.

Serilerin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerine bakarak normal dağılıma uymadıkları, İMKB Ulusal-30 Endeksi ve 20 menkul kıymetin sağa, 6 menkul kıymetin sola doğru belli bir çarpıklık derecesine sahip olmakla birlikte hepsinin ortak bi özellik olarak sivri seriler olduğu görülmektedir. Normal dağılıma sahip olmadıkları Jarque-Bera testinden ve sivri ve kalın kuyruk dağılıma sahip oldukları QQ grafiklerinden de görülmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi menkul kıymet getirilerinin normal dağılıma yakın ancak sivri ve kalın kuyruklu bir dağılım izlediğine dair akademik çevrelerce görüş birliğine varılmış olmakla birlikte menkul kıymet getirilerinin kullanıldığı finansal çalışmalar menkul kıymet getirilerinin normal dağıldığı varsayımı doğrultusunda yapılmaktadır. Yaptığımız analizlerin sonuçları doğrultusunda da araştırmamız kapsamındaki menkul kıymetlerin ve pazar endeksi olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksinin, SAHOL ve PTOFS'nin sivrilikleri aşırı sivri olmak üzere, sivri ve kalın kuyruklu bir dağılım özelliği göstermekle birlikte çoğunluğu (26 menkul kıymetten 20'si ve İMKB Ulusal-30 Endeksi) sağa olmak üzere, sağa veya sola farklı çarpıklık değerlerinde çarpık seri oldukları görülmektedir.

4.4.2. Durağanlık Yapısının İncelenmesi:

Daha önce de belirtildiği gibi zaman serilerinin analizinde zaman serilerinin durağanlığı istatistiki testlerin sonuçlarının doğru çıkması açısından önemli olsa da genellikle zaman serileri trend, konjonktürel, arızi ve mevsimsel etkiler gibi etkilerden dolayı durağan olmayan seriler olarak karşımıza çıkmaktaydılar. Bir zaman serisi durağansa, zaman serisi verilerinin zamandan bağımsız olarak belli bir ortalama etrafında dağılma gösterdiği yani bir trende sahip olmadığı ve varyansının zamana bağlı olarak değişmediği söylenir.

Araştırma kapsamı dahilinde belirlenen getiri serilerinin durağanlık analizleri, bu getiri serilerinin her birine daha önce anlatılan ve hata kareleri üzerinde farklı varsayımlara sahip ADF ve PP testleri uygulanarak yapılacaktır. Testlerin regresyon denklemine sabit ve trend etkisinin eklenmeden yapılabileceği gibi sadece sabit veya sabit ve trend etkisinin birlikte eklenmesiyle de yapılabilmekte olduğu söylenmişti. Durağanlık aynı zamanda zaman serilerinin belli bir trende sahip olmaması olarak tanımlandığı için birim kök analizinde regresyon denklemine trend etkisinin eklenmiş olması halinde dahi durağanlığın çıkıyor olması serinin durağan olduğu yönündeki kararı güçlendireceği için testler sabit terimin ve trendin eklenmesiyle yapılmıştır. Bununla birlikte ADF testinde Schwarz bilgi kriteri ve en fazla 24 dönemlik gecikme değeri seçilmiştir. Bulunan ADF ve PP test istatistik değerleri % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyi için MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Test istatistik değerlerinin farklı güven düzeyleri için verilmiş MacKinnon kritik değerlerinden küçük olması veya test istatistik değeri için hesaplanmış olasılık değerinin belirlediğimiz anlamlılık düzeyinden küçük olması, H_0 hipotezinin red edilmesi ve seride birim kök olmadığını söylememiz için yeterlidir.

H_0 ; $\psi = 0$ $(\phi = 1)$ Seri Birim Kök İçermektedir. (Seri Durağan Değildir.)

H_1 ; $\psi \neq 0$ $(\phi < 1)$ Seri Birim Kök İçermemektedir. (Seri Durağandır.)

Durağan olmayan serileri durağan hale getirmek için serinin kendi değerlerinin farklarının alınması veya logaritmik, karekök gibi dönüşümler yapılmış değerlerinin farklarının alınması yöntemleri kullanılabilmekteydi. Hatırlanacağı üzere yaptığımız çalışmada getiri serileri oluşturulurken getiri hesaplamasında sürekli bileşik getiri formülü kullanılmıştı. Bu da hesaplamanın şeklinden dolayı getiri serilerinin, logaritmik dönüşüm yapılmış fiyat verilerinin birinci farklarının alınması şeklinde oluşturulmasını sağlamıştır. Dolayısıyla araştırma kapsamında hesaplanan getiri serilerinin birim kök (durağanlık) testleri yapılmadan önce durağan oldukları beklenmektedir. Yapılan birim kök testi sonucunda, beklenilenin aksine durağan olmayan bir serinin bulunması halinde, o seriye ilişkin fark alma yoluna gidilerek durağan hale getirilecektir.

Durağanlık analizinde kullanılan ADF ve PP birim kök testlerine ilişkin program çıktıları Ek 4 ve Ek 5'de verilmiş olup, sonuçlar toplu şekilde Tablo 4.5.'de görülebilir.

Tablo 4.5. Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymet Getiri Serilerine ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Getiri Serisine Yapılan ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

H_0 Hipotezi:	**Augmented Dickey-Fuller Test İstatistiği Değeri**	**Olasılık**	**Phillips-Perron Test İstatistiği Değeri**	**Olasılık**
AKBNK Birim Köke Sahip	-32,07722	0,00000***	-32,74240	0,00000***
ARCLK Birim Köke Sahip	-33,03072	0,00000***	-33,40960	0,00000***
DOHOL Birim Köke Sahip	-33,72585	0,00000***	-33,74042	0,00000***
DYHOL Birim Köke Sahip	-32,79137	0,00000***	-32,91495	0,00000***
EREGL Birim Köke Sahip	-33,19232	0,00000***	-33,16149	0,00000***
FINBN Birim Köke Sahip	-30,86090	0,00000***	-30,85798	0,00000***
FORTS Birim Köke Sahip	-20,92538	0,00000***	-32,87273	0,00000***
GARAN Birim Köke Sahip	-30,85207	0,00000***	-30,86020	0,00000***
HURGZ Birim Köke Sahip	-30,01426	0,00000***	-29,99041	0,00000***
ISCTR Birim Köke Sahip	-32,20820	0,00000***	-32,20466	0,00000***
ISGYO Birim Köke Sahip	-31,77613	0,00000***	-31,77598	0,00000***
KCHOL Birim Köke Sahip	-32,24334	0,00000***	-32,25726	0,00000***
MIGRS Birim Köke Sahip	-33,78581	0,00000***	-34,08280	0,00000***
PETKM Birim Köke Sahip	-31,98990	0,00000***	-31,98776	0,00000***
PTOFS Birim Köke Sahip	-30,51036	0,00000***	-30,57210	0,00000***
SAHOL Birim Köke Sahip	-32,00396	0,00000***	-32,00148	0,00000***
SISE Birim Köke Sahip	-31,62565	0,00000***	-31,62587	0,00000***
SKBNK Birim Köke Sahip	-29,51215	0,00000***	-29,46384	0,00000***
TCELL Birim Köke Sahip	-32,79662	0,00000***	-32,84779	0,00000***
THYAO Birim Köke Sahip	-32,98730	0,00000***	-32,95772	0,00000***
TNSAS Birim Köke Sahip	-32,63951	0,00000***	-32,66351	0,00000***
TOASO Birim Köke Sahip	-32,52297	0,00000***	-32,51294	0,00000***
TSKB Birim Köke Sahip	-30,86525	0,00000***	-30,88254	0,00000***
TUPRS Birim Köke Sahip	-33,26955	0,00000***	-33,33763	0,00000***
VESTL Birim Köke Sahip	-32,80230	0,00000***	-32,83154	0,00000***
YKBNK Birim Köke Sahip	-28,68977	0,00000***	-28,68926	0,00000***
IMKB30 Birim Köke Sahip	-32,25049	0,00000***	-32,28385	0,00000***
MacKinnon Kritik değerleri				
%1 anlamlılık düzeyi için	-3,96726	***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı		
%5 anlamlılık düzeyi için	-3,41432	**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı		
%10 anlamlılık düzeyi için	-3,12928	*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı		

Araştırma kapsamındaki getiri serilerindeki durağanlığın test edilmesi için yapılan birim kök testlerinin sonuçlarının yer aldığı Tablo 4.5.'de bulunan ADF ve PP birim kök test istatistik değerleri ile % 1, % 5, % 10 güven düzeyleri için verilen MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırıldığında, test istatistik değerlerinin farklı güven düzeyleri için verilmiş kritik değerlerden küçük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Aynı zamanda yine ADF ve PP test istatistik değerlerinin MacKinnon test istatistiğine göre hesaplanmış tek taraflı p-değerlerini veren olasılık değerlerinin de % 1 anlamlılık düzeyinden küçük oldukları görülmektedir. Bu sonuçlar H_0 hipotezinin red edildiğini ve serilerde birim kökün olmadığını yani serilerin durağan olduğunu söylemektedir.

Hatalar üzerinde iki farklı varsayıma sahip olan ADF ve PP birim kök (durağanlık) testinin sonuçları aynı doğrultuda olup, getiri serilerinin durağan olduğunu göstermektedirler.

4.5. Model ve Yöntem Kullanılması:

Bu başlık altında öncelikle Modern Portföy Teorisi çerçevesinde; menkul kıymetler arasındaki ilişkiler göz önüne alınarak, belli bir getiri düzeyinde minimum riske sahip olacak şekilde Ortalama-Varyans Modeline göre belirlenen optimal portföyün ve risk-getiri ikilisinde belli bir sınırlama yapılmayarak portföydeki varlık sayısını arttırmak amacıyla pazardaki menkul kıymetlerin tamamının portföye eşit ağırlıklarla alınmasıyla oluşturulmuş olan eşit ağırlıklı portföyün riski, Ortalama-Varyans Modelinde belirtilen portföy riski hesaplamasına göre hesaplanacaktır. Daha sonra Ortalama-Varyans Modeline göre menkul kıymetler arasındaki ilişkiler dikkate alınarak belirli bir getiri düzeyinde minimum risk içerecek şekilde oluşturulmuş olan optimal portföyün gelecekteki bir gün için RMD'sinin hesaplanabilmesi amacıyla riskinin tahmininde tahmin modellerinden ARIMA ve GARCH modelleri kullanılarak ilgili dönem verileri için yapılan tahmin değerleriyle yine Ortalama-Varyans Modelinde belirtilen portföy riski hesaplamasıyla portföy riski hesaplanarak tahmin dönemi için portföy riski belirlenmeye çalışılacaktır.

Son olarak ise hesaplanan risk değerleri ve tahmin edilen risk değerleri için portföyün bugün için ve gelecekteki bir gün için RMD'si, normal dağılım varsayımına dayanması ve portföy getirisinin portföy içindeki her bir menkul kıymetin getirilerinin doğrusal fonksiyonu olduğunu söylemesi yönüyle Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeline benzer varsayımları olan ve uygulamada Monte Carlo Simülasyonu gibi RMD hesaplama yöntemleri yanında kolaylık sağlayan Varyans-Kovaryans Yöntemi ile hesaplanacaktır.

4.5.1. Ortalama-Varyans Modelinin Uygulanması:

Ortalama-Varyans Modelinin varsayımları arasında yer alan iki varsayımdan birisi; getirilerin normal dağılım gösterdiği ki araştırmamızda kullanacağımız getiri serilerinin çoğu (26 menkul kıymet getiri serisinden 20'si ve İMKB Ulusal-30 Endeksi) sağa çarpık olmak üzere tam simetrik özellikte olmadığı, iki menkul kıymet (SAHOL ve PTOFS) aşırı sivri olmak üzere tümünün sivri ve kalın kuyruk dağılım özelliği göstermekte oldukları sonucuna ulaşmıştık, diğeri ise; yatırımcıların rasyonel bireyler oldukları yani beklenen getiriyi maksimize etmek isterken riski minimize etmeyi amaçladıklarıydı. Ortalama-Varyans Modeli de portföyün oluşturulmasında menkul kıymetler arasındaki ilişkileri dikkate almakta ve getiriden ödün vermeden riski minimuma indirmeyi amaçlamaktadır.

Bilindiği gibi Ortalama-Varyans Modeline göre portföy getirisi ve riski;

$$r_p = W_1 r_1 + W_2 r_2 + W_3 r_3 + \dots\dots\dots\dots + W_n r_n$$

$$\sigma_p = \sqrt{\begin{array}{l} W_1^2\sigma_1^2 + W_2^2\sigma_2^2 + W_3^2\sigma_3^2 + \dots\dots + W_n^2\sigma_n^2 + \\ 2W_1W_2\mathrm{cov}(r_1, r_2) + 2W_1W_3\mathrm{cov}(r_1, r_3) + 2W_2W_3\mathrm{cov}(r_2, r_3) + \\ \dots\dots + 2W_{n-1}W_n\mathrm{cov}(r_{n-1}, r_n) \end{array}}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Denklemdeki kovaryans;

$$\mathrm{cov}(r_i, r_k) = \frac{\sum_{j=1}^{n}(r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{n-1} \quad \text{(örnek verileri için)}$$

şeklinde hesaplanabildiği gibi,

$$\rho_{i,k} = \frac{\mathrm{cov}(r_i, r_k)}{\sigma_i \sigma_k}$$ eşitliğinden $\mathrm{cov}(r_i, r_k)$ yerine

$$\mathrm{cov}(r_i, r_k) = \rho_{i,k}\sigma_i\sigma_k$$

yazılarak da hesaplanabilir.

Menkul kıymetlerin birbirleriyle ve pazar olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksi ile arasındaki ilişkinin şiddetini ve yönünü gösteren korelasyon katsayılarının oluşturduğu matris Ek 6'da verilmiştir. Bununla birlikte menkul kıymetlerin ve İMKB Ulusal-30 Endeksinin ortalama getirileri ile standart sapmaları Tablo 4.4.'de tanımsal istatistik adı altında hesaplanmıştı.

Tablo 4.4.'de en yüksek getiriye sahip ilk üç menkul kıymet FINBN, onu takiben sırayla TSKB ve FORTS kodlu menkul kıymetlerdir. En düşük getiriye sahip ilk üç menkul kıymet; PETKM onu takiben sırayla THYAO ve VESTL kodlu menkul kıymetlerdir. Yine Tablo 4.4.'e bakarsak en yüksek standart sapmaya sahip ilk üç menkul kıymetin; SKBNK, YKBNK, DYHOL kodlu menkul kıymetler olduğu görülürken, en düşük standart sapmaya sahip ilk üç menkul kıymetin; MIGRS, VESTL ve TNSAS kodlu menkul kıymetler olduğu görülür.

Ek 6'da, korelasyon katsayılarının oluşturduğu matrise bakıldığında kapsam dahilindeki tüm menkul kıymetlerin araştırma dönemi içinde birbirleriyle ve pazarla farklı derecelerle pozitif ilişkiye sahip oldukları görülür. Pazarla olan farklı derecelerdeki pozitif ilişki, menkul kıymetlerin pazardaki değişimlerden aynı yönde fakat farklı derecelerde etkilendiğini göstermektedir. Dolayısıyla portföye pazarla veya birbiriyle farklı yönde ilişkiye sahip menkul kıymetlerin dahil edilmesi mümkün olmayacağı için riskin teoride yer aldığı gibi sıfıra indirilmesi de mümkün olamayacaktır. Pazarla pozitif yönde en yüksek korelasyona sahip olan menkul kıymet 0,8899 ile ISCTR kodlu menkul kıymet olup, pozitif yönde en düşük korelasyona sahip menkul kıymet ise 0,5048 ile SKBNK kodlu menkul kıymettir. Menkul kıymetler arasındaki ilişkinin gücü bakımından bakıldığında pozitif yönlü en güçlü ilişkiye sahip iki menkul kıymet 0,7531 ile GARAN ve ISCTR kodlu menkul kıymetler olup, onları 0,7327 ile DOHOL ve ISCTR kodlu menkul kıymetler izlemektedir. Aralarında pozitif yönlü en zayıf ilişki olan iki menkul kıymet 0,2795 ile PTOFS ve SKBNK kodlu menkul kıymetler olup, onları 0,3035 ile SKBNK ve YKBNK kodlu menkul kıymetler izlemektedir.

PTOFS ve SKBNK kodlu menkul kıymetlerin, diğer menkul kıymetlerle ve pazarla olan ilişkilerine bakıldığında aralarındaki korelasyon katsayılarının diğerlerine göre düşük olduğu görülmektedir. Ortalama-Varyans Modelinin riski düşürmek için aralarında negatif yönde ilişki olan menkul kıymetleri öncelikli olarak portföye dahil edeceği düşünüldüğünde PTOFS ve SKBNK kodlu iki menkul kıymetin portföyün riskini düşürmek için portföy bileşiminde yer alma ihtimallerinin yüksek olduğu şimdiden söylenebilir.

Bunun yanında sistematik riskin düşürülemeyeceği, çünkü tüm menkul kıymetlerin pazarla aynı yönde bir ilişki içinde bulunduğu söylenilmişti. Sistematik riskin bir ölçüsü olan ve menkul kıymetlerin pazardaki değişimlere olan duyarlılığını gösteren beta (β) katsayılarının hesaplanmasında kullanılan menkul kıymetin pazarla olan ilişkisinin yönünü gösteren ve Ek 7'de verilen kovaryans katsayılarına bakıldığında hepsinin pazarla aynı yönde bir ilişkiyi göstermesi, beta (β) katsayılarının hepsini sıfırdan büyük çıkararak, menkul kıymetlerin pazardaki değişmelere pozitif yönde duyarlı olduklarını, bu da sistematik riskin ortadan kaldırılamayacağını göstermektedir.

Portföy riskinin hesaplanabilmesi için öncelikle kovaryans matrisi oluşturulmuş, daha sonra bunlar portföydeki menkul kıymetlerin ağırlıklarıyla ağırlıklandırılmış, böylece ağırlıklandırılmış kovaryans matrisi elde edilmiştir. Ağırlıklandırılmış kovaryans matrisinin her bir hücresinde daha önce de belirtildiği gibi $W_i W_k \operatorname{cov}(r_i, r_k)$ veya $W_i W_k \rho_{i,k} \sigma_i \sigma_k$ formülü yer almaktadır. Her bir menkul kıymetin kendisiyle olan korelasyon katsayısının bir olduğu düşünülürse, hücrelerin toplamı bize portföyün varyansının değerini, karekökü de portföyün standart sapmasını (riskini) verecektir.

Buna göre Ek 8'de, eşit ağırlıklandırılmış portföyün riskinin hesaplanması için oluşturulmuş eşit ağırlıklandırılmış kovaryans matrisi verilmiştir.

Eşit ağırlıklı olarak oluşturulmuş portföyün Ortalama-Varyans Modeline göre hesaplanan riski ve beklenen getirisi Tablo 4.6.'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Eşit Ağırlıklandırılarak Oluşturulmuş Portföyün Ortalama-Varyans Modeline Göre Hesaplanmış Riski (Standart Sapması) ve Beklenen Getirisi

Beklenen Getiri	0,00134179
Varyans	0,00049599
Standart Sapma(Risk)	0,02227087

Eşit ağırlıklı portföyün oluşturulmasından sonra yatırımcısına en az pazar olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksinin getirisi kadar getiri sağlayacak şekilde, Ortalama-Varyans Modeline göre optimal portföyün oluşturulmasına çalışılacaktır.

Buna göre pazar olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksinin beklenen getirisi ve standart sapması Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Pazar Endeksi Olan İMKB Ulusal-30 Endeksine İlişkin Veriler

Beklenen Getiri	0,00131709
Varyans	0,00051626
Standart Sapma(Risk)	0,02272142

En az İMKB Ulusal-30 Endeksi kadar getiri sağlayacak ve minimum riske sahip olan optimal portföyün belirlenmesi için EXCEL'in Çözücü (Solver) eklentisinden yararlanılmıştır.

Çözücü eklentisi kullanılırken 2.6.1.'de "Etkin Sınır ve Etkin Portföylerin Matematik Programlama Yöntemiyle Çözümü" başlığı altında verilen kısıtlar kullanılmıştır. Bu kısıtlara ek olarak yineleme değeri 100, duyarlılık 0,000001, tolerans oranı olarak % 5 ve yakınsama değeri olarak 0,0001 değerleri verilerek çözücü eklentisi çalıştırılmıştır.

Buna göre amaç denklemi portföyün varyansını veya riskini minimum yapacak denklem olacak ki portföyün varyansı ağırlıklandırılmış kovaryans matrisinin toplamıdır. Kısıtlar ise portföyün getirisinin İMKB Ulusal-30 Endeksi getirisiyle aynı getiriye sahip olması, yatırıma aktarılmamış kaynak kalmaması için yatırım yapılan menkul kıymet ağırlıklarının toplamının bire eşit olması ve açığa satışı engellemek için yatırım ağırlıklarının sıfırdan büyük olmasıdır. Optimal portföyün ağırlıklandırılmış kovaryans matrisi ve çözücü eklentisinin ekran görüntüsü Ek 9'da verilmiştir.

Belirlenen bu kısıtlar sonucunda çözücü eklentisi tarafından, pazar endeksi olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksi ile aynı getiriye sahip minimum riski içerecek şekilde bulunmuş optimal portföyün, Ek 9'da da görülen menkul kıymet ağırlıkları ve toplam 100.000 YTL'lik portföy yatırımı yapıldığı düşünüldüğünde her bir menkul kıymeti için yapılacak yatırım tutarı aşağıdaki Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. İMKB Ulusal-30 Endeksi Kadar Getiri Sağlayacak Ortalama-Varyans Modeline Göre Belirlenmiş Optimal Portföydeki Menkul Kıymet Ağırlıkları ve Yatırım Tutarları

Menkul Kıymet Kodu	Portföy İçindeki Ağırlığı	Yatırım Yapılacak Tutar (YTL)	Menkul Kıymet Kodu	Portföy İçindeki Ağırlığı	Yatırım Yapılacak Tutar (YTL)
AKBNK	0,00000	0,00	**PETKM**	0,04431	4.430,51
ARCLK	0,00000	0,00	**PTOFS**	0,10816	10.816,06
DOHOL	0,00000	0,00	**SAHOL**	0,00000	0,00
DYHOL	0,00000	0,00	**SISE**	0,00000	0,00
EREGL	0,02935	2.935,30	**SKBNK**	0,00523	522,79
FINBN	0,00000	0,00	**TCELL**	0,02975	2.975,46
FORTS	0,16475	16.474,96	**THYAO**	0,02547	2.546,93
GARAN	0,00000	0,00	**TNSAS**	0,11456	11.455,88
HURGZ	0,00000	0,00	**TOASO**	0,00000	0,00
ISCTR	0,00000	0,00	**TSKB**	0,05555	5.555,29
ISGYO	0,03636	3.636,03	**TUPRS**	0,12168	12.167,88
KCHOL	0,00000	0,00	**VESTL**	0,05080	5.080,00
MIGRS	0,21403	21.402,91	**YKBNK**	0,00000	0,00

Optimal portföyün menkul kıymet bileşiminin yukarıdaki gibi olduğu bulunmuş olmakla birlikte optimal portföyün risk ve beklenen getirisi Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. İMKB Ulusal-30 Endeksi Kadar Getiri Sağlayacak Optimal Portföyün Beklenen Getirisi, Varyansı ve Standart Sapması

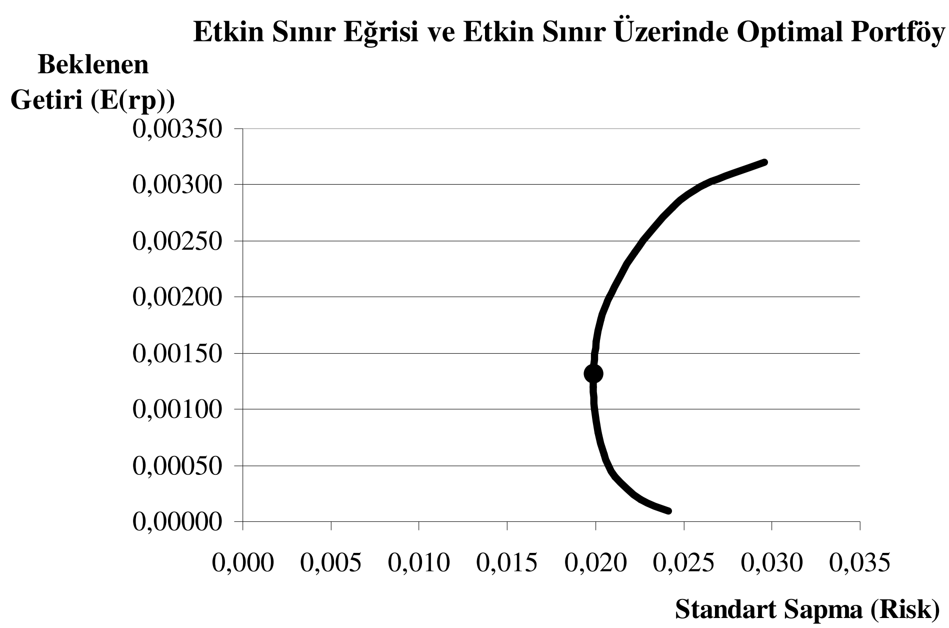
Beklenen Getiri	0,00131709
Varyans	0,00039552
Standart Sapma (Risk)	0,01988772

Aynı getiri seviyesinde minimum riske sahip olan portföylerin oluşturduğu noktaların birleşimi bize etkin sınırı vermekteydi. Yine çözücü eklentisi kullanılarak eklentideki amaç denklemi (portföyün varyansı) minimum olacak şekilde ve getiri kısıtı hariç tüm kısıtlar aynı olmak üzere, farklı getiri seviyeleri için minimum riske sahip etkin portföy bileşimleri oluşturularak elde edilen bu risk-getiri ikililerinin oluşturduğu etkin sınır üzerinde, pazar endeksi olarak belirlediğimiz İMKB Ulusal-30 Endeksi kadar getiri getirmesini beklediğimiz kendi optimal portföyümüzün yerini bulabiliriz. Tablo 4.10.'da farklı beklenen getiri seviyeleri için belirlenmiş, minimum riske sahip etkin portföyler görülmektedir.

Tablo 4.10. Etkin Sınır Üzerinde Yer Alan Etkin Portföylerin Bir Kaçına İlişkin Getiri-Risk Değerleri

Menkul Kıymet Bileşimi	Getiri	Risk	Menkul Kıymet Bileşimi	Getiri	Risk
1. Durum	0,00010	0,02412	**9. Durum**	0,00140	0,01991
2. Durum	0,00020	0,02255	**10. Durum**	0,00160	0,02005
3. Durum	0,00040	0,02108	**11. Durum**	0,00180	0,02032
4. Durum	0,00060	0,02049	**12. Durum**	0,00200	0,02079
5. Durum	0,00080	0,02014	**13. Durum**	0,00240	0,02222
6. Durum	0,00100	0,01995	**14. Durum**	0,00280	0,02437
7. Durum	0,00120	0,01988	**15. Durum**	0,00300	0,02620
8. Durum	0,00132	0,01989	**16. Durum**	0,00320	0,02957

Belirlenen bu farklı menkul kıymet ağırlığına sahip portföy bileşimlerinin risk ve getiri değerleri risk-getiri ekseninde yerine konulursa etkin sınır eğrisi elde edilebilir.



Grafik 4.1. Araştırma Kapsamındaki Menkul Kıymetlerden Ortalama-Varyans Modeline Göre Oluşturulan Etkin Portföylerin Oluşturduğu Etkin Sınır Eğrisinin ve Etkin Sınır Üzerinde Getirisi İMKB Ulusal-30 Endeksine Eşit Optimal Portföyün Gösterimi

Grafik 4.1.'de etkin varlıkların veya portföylerin oluşturduğu etkin sınır eğrisi görülmektedir. Görüldüğü gibi yatırımcısına pazar endeksi olarak kabul edilen İMKB Ulusal-30 Endeksi getirisi kadar getiri sağlayacak olan optimal portföy de bu etkin sınır üzerinde yer almaktadır.

4.5.2. ARIMA(p,d,q) Modellerinin Belirlenmesi:

ARIMA(p,d,q) modelinin otoregressif ve hareketli ortalama dereceleri, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarının kaç dönemlik gecikme ile sıfırdan farklı olmayan değerler almaya başladığına bakılarak belirlenmektedir. Ancak uygulamada verilerdeki tesadüfilik nedeniyle otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları çok belirgin bir eğilim göstermediklerinden ARIMA(p,d,q) modellerinin otoregressif ve hareketli ortalama dereceleri tam olarak belirlenememektedir. Bu nedenle çeşitli gecikmeler için farklı otoregressif (p) ve hareketli ortalama (q) dereceleri belirlenerek ARIMA(p,d,q) modellerinin kurulması gerekmektedir. Kurulan bu modeller katsayı testlerine, Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine göre sıralamaya ve son olarak hata terimleri otokorelasyon testlerine tabi tutulmakta, bu testler sonucunda en iyi uygun model olduğuna karar verilen model tahminlerde kullanılmaktadır.

Buna göre daha önce yapılan birim kök testlerinde durağan olduğu belirlenen menkul kıymet getirilerinin oluşturduğu zaman serileri kullanılarak, durağan serilerde otokorelasyon katsayılarının en geç üç dönemlik gecikme sonrasında sıfırdan farklı değerler almıyor olduğu bilgisi doğrultusunda en fazla üç $p \in [0,3]$ ve $q \in [0,3]$ gecikme değerleri için ARIMA(p,d,q) modelleri kurulmaya çalışılmıştır. Kurulan ARIMA(p,d,q) modellerine ilişkin bilgisayar çıktılarının değerleri toplu halde Ek 10'da verilmiştir.

Farklı gecikme dereceleri için kurulan ARIMA(p,d,q) modelleri için öncelikle katsayı testleri yapılmıştır.

H_0 ; Katsayı anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı değildir.

H_1 ; Katsayı anlamlı bir şekilde sıfırdan farklıdır.

Testlerin genelde % 1 ve % 5 anlamlılık düzeylerinde yapıldığını söylemiştik. Çalışmamızda modeller öncelikli olarak % 95 güven düzeyinde kurulmaya çalışıldığından dolayı, katsayıların 0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı olmadıklarını söyleyen H_0 hipotezinin tüm katsayıları için red sonucunu vermediği modellerin katsayılarının veya ilgili katsayısının sıfırdan farklı olmadığı yani sıfır olduğu, dolayısıyla tahminlerde kullanılamayacağı söylenir. Bunun yanında yine katsayılarla ilgili olarak, durağanlık koşulunu sağlamayacakları ve hatalarının beyaz gürültü sürecine uyum sağlamayacağı düşüncesiyle katsayıları birden büyük olan modeller uygun model olmayacağı gerekçesiyle değerlendirmeye alınmamıştır. Modellere bakıldığında ISGYO kodlu menkul kıymet ile ilgili olarak otoregressif model katsayılarının birden küçük olduğu modelin katsayılarının 0,1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla sadece ISGYO kodlu menkul kıymetin getiri serisi için ARIMA modelinin belirlenmesinde parametre testlerinde 0,1 anlamlılık düzeyi alınmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi modeller öncelikli olarak p Є [0,3] ve q Є [0,3] olmak üzere kurulması amaçlansa da TNSAS kodlu menkul kıymete ilişkin p Є [0,3] ve q Є [0,3] olmak üzere farklı p ve q gecikme değerleri için kurulan tüm ARIMA(p,d,q) modelleri arasından katsayılarının anlamlı olmadığını söyleyen H_0 hipotezinin tüm katsayıları için 0,05 ve hatta 0,1 anlamlılık düzeylerinde red edildiği bir model bulunamamıştır. Dolayısıyla TNSAS kodlu menkul kıymet için gecikme sayısı bir dönem daha arttırılmış ve p Є [0,4] ve q Є [0,4] olmak üzere farklı p ve q gecikme değerleri için ARIMA modelleri kurulmuştur. Sadece TNSAS kodlu menkul kıymet için dört dönemlik gecikmeye kadar ARIMA modelleri kurulmuş olmakla birlikte, kurulan ARIMA modelleri arasından yine katsayı kısıtlarını sağlayan ve katsayı testlerinden geçen modeller belirlenmiş, buna göre sadece sabit terim içeren ve içermeyen ARIMA(3,0,4) modelleri katsayı kısıtlarını sağlamış ve katsayı testlerinden geçmiştir.

Bununla birlikte PTOFS kodlu menkul kıymetin getiri serisi için belirlenen sabit terim içermeyen ARIMA(3,0,3) modelinin ve THYAO kodlu menkul kıymetin getiri serisi için belirlenen sabit terim içeren ARIMA(3,0,3) modelinin hareketli ortalama sürecinin bilgisayar çıktısında çevrilebilir olmadığı görülmüştür.

Otoregressif katsayıların birden küçük olması kadar, hareketli ortalama sürecinin çevrilebilir olması durağanlık koşulunun gerçekleşmesi için gereklidir.[3] Bundan dolayı hareketli ortalama süreci çevrilebilir olmayan modeller de elenmiştir.

Bu şartlar altında katsayı kısıtlarını sağlayan ve katsayı testleri bakımından uygun olduğu belirlenen modeller; Schwarz bilgi kriteri, Akaike bilgi kriteri ve regresyon denkleminin standart hatasına göre küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerinden sayı değeri olarak küçük olan model en iyi model olarak belirlenmeye çalışılmış; ancak bazı durumlarda Schwarz ve Akaike bilgi kriterleri farklı modelin seçilmesini işaret etmektedir. Bu durumda ise regresyon denkleminin standart hatasına bakılmış, küçük standart hataya sahip olan ARIMA modelinin en iyi model olduğu belirlenmiştir. Katsayılarla ilgili kısıtları sağlayan ve katsayı testlerinden geçen modellerin arasından en iyi modeli belirlemek amacıyla; Schwarz ve Akaike bilgi kriteri değerleri ile regresyon denkleminin standart hatası değerleriyle yapılan sıralamaya göre, bu değerlerin hangi modeli en iyi model olarak işaret ettiği Tablo 4.11.'de gösterilmiştir.

[3] Akgül, **Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, s. 70

Tablo 4.11. Katsayıları Uygun ARIMA(p,d,q) Modelleri Arasından Schwarz ve Akaike Bilgi Kriteri Değerleri ile Regresyon Denkleminin Standart Hatası Değerlerine Göre En İyi ARIMA(p,d,q) Modelinin Belirlenmesi

Model Çıktıları / **Menkul Kıymetler ve Bunlara Ait Modeller**	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**AR(4)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**MA(4)**	**Regresyon Denkleminin Standart Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
EREGL													
ARIMA(1,0,2)	0,872		0,871894***				-0,92319***	0,073181**			0,027156	-4,37144	-4,35671[e]
ARIMA(1,0,2)	0,860	0,001722*	0,860487***				-0,914605***	0,070062**			0,027128	-4,37250	-4,35286
ARIMA(2,0,1)	0,869		0,799731***	0,069341**			-0,84727***				0,027165	-4,37079	-4,35604
ARIMA(3,0,3)	0,552	0,001724	-0,70997***	0,630378***	0,632017***		0,677984***	-0,64101***	-0,54222***		0,026902[e]	-4,38625[e]	-4,35181
ARIMA(3,0,3)	0,590		-0,69917***	0,648181***	0,640858***		0,672039***	-0,64976***	-0,54576***		0,026931	-4,38506	-4,35555
FORTS													
ARIMA(1,0,1)	-0,706	0,002496***	-0,7065***				0,649271***				0,027485	-4,34736	-4,33262[e]
ARIMA(1,0,1)	-0,728		-0,7278***				0,675176***				0,027592	-4,34056	-4,33074
ARIMA(3,0,3)	0,974	0,00328***	-0,30332***	0,512348***	0,764729***		0,273111***	-0,45311***	-0,81186***		0,027296[e]	-4,35714[e]	-4,3227
ARIMA(3,0,3)	0,999		-0,26396***	0,500683***	0,762529***		0,247004***	-0,4293***	-0,80999***		0,027372	-4,35262	-4,32311
ISGYO													
ARIMA(1,0,1)	-0,692	0,001463	-0,692206*				0,693248*				0,028526[e]	-4,27301[e]	-4,25828
ARIMA(1,0,1)	-0,692		-0,6915*				0,693355*				0,028549	-4,27238	-4,26256[e]
MIGRS													
ARIMA(0,0,1)	0,000	0,001046					-0,08512***				0,025171	-4,52427	-4,51445
ARIMA(0,0,1)	0,000						-0,08248***				0,025184	-4,52421	-4,51930
ARIMA(1,0,0)	-0,077	0,001017	-0,076529**								0,025171	-4,52422	-4,51440
ARIMA(1,0,0)	-0,075		-0,074511**								0,025183	-4,52433	-4,51942[e]
ARIMA(1,0,2)	-0,602	0,001032	-0,602**				0,528099**	-0,1076***			0,025117[e]	-4,52653[e]	-4,50689
ARIMA(1,0,2)	-0,606		-0,60555**				0,53418**	-0,10508***			0,025132	-4,52639	-4,51165
ARIMA(2,0,1)	-0,828	0,001021	-0,71529***	-0,1123***			0,638766***				0,025121	-4,52626	-4,5066
ARIMA(2,0,1)	-0,828		-0,71772***	-0,11025***			0,643315***				0,025134	-4,52621	-4,51147

Tablo 4.11. Devamı:

Model Çıktıları / Menkul Kıymetler ve Bunlara Ait Modeller	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	C	AR(1)	AR(2)	AR(3)	AR(4)	MA(1)	MA(2)	MA(3)	MA(4)	Regresyon Denkleminin Standart Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
PETKM													
ARIMA(2,0,2)	-1,193		-0,51837**	-0,67464***			0,513418***	0,718277***			0,030017[e]	-4,17009[e]	-4,15042[e]
ARIMA(2,0,2)	-1,193	3,68E-06	-0,51837**	-0,67464***			0,513418***	0,718283***			0,030032	-4,16808	-4,1435
PTOFS													
ARIMA(1,0,1)	-0,702		-0,70197***				0,742018***				0,031652	-4,06602	-4,0562[e]
ARIMA(1,0,1)	-0,704	8,15E-04	-0,70392***				0,743667***				0,031658	-4,06465	-4,04992
ARIMA(3,0,3)	-2,444	5,84E-04	-0,73706***	-0,8952***	-0,81139***		0,75081***	0,900422***	0,856164***		0,031439[e]	-4,07452[e]	-4,04009
SKBNK													
ARIMA(0,0,1)	0,000	1,92E-03					0,07751**				0,038277[e]	-3,68594[e]	-3,67613
ARIMA(0,0,1)	0,000						0,079628**				0,038299	-3,685784	-3,680876[e]
ARIMA(1,0,0)	0,072	1,91E-03	0,071724**								0,038303	-3,68458	-3,67475
ARIMA(1,0,0)	0,074		0,074032**								0,038325	-3,68445	-3,67954
TCELL													
ARIMA(1,0,1)	-0,858		-0,85823***				0,830986***				0,029884	-4,18096[e]	-4,17114[e]
ARIMA(1,0,1)	-0,851	1,28E-03	-0,85084***				0,822556***				0,029871[e]	-4,18085	-4,16611
THYAO													
ARIMA(3,0,3)	0,938		-0,40126***	0,460639***	0,878147***		0,355215***	-0,46482***	-0,88222***		0,028975[e]	-4,23877[e]	-4,20925[e]
TNSAS													
ARIMA(3,0,4)	-2,235		-0,7175***	-0,89298***	-0,62449***		0,687879***	0,824831***	0,545858***	-0,10381***	0,026272[e]	-4,43365[e]	-4,39921[e]
ARIMA(3,0,4)	-1,547	0,000491	-0,71709***	-0,89256***	-0,62431***		0,687038***	0,823863***	0,545104***	-0,10428***	0,02628	-4,43206	-4,39271
TSKB													
ARIMA(1,0,1)	-0,709	2,86E-03***	-0,70896***				0,741013***				0,031257[e]	-4,09017[e]	-4,07543[e]
ARIMA(1,0,1)	-0,694		-0,69397**				0,728936***				0,031367	-4,08413	-4,0743

Tablo 4.11. Devamı:

Menkul Kıymetler ve Bunlara Ait Modeller / Model Çıktıları	$\sum_{i=1}^{p} \phi_i$	C	AR(1)	AR(2)	AR(3)	AR(4)	MA(1)	MA(2)	MA(3)	MA(4)	Regresyon Denkleminin Standart Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
TUPRS													
ARIMA(0,0,1)	0,000	1.73E-03**					-0.05579**				0.026945	-4,38804	-4,37823[e]
ARIMA(1,0,2)	-0,806	1,73E-03**	-0,80644***				0,762861***	-0,0931***			0,026857[e]	-4,39258[e]	-4,37294
ARIMA(1,0,2)	-0,809		-0,80932***				0,770774***	-0,08768***			0,026908	-4,38976	-4,37502
VESTL													
ARIMA(1,0,2)	-0,736		-0,73568***				0,704337***	-0,07173**			0,025252	-4,5168	-4,502061
ARIMA(1,0,2)	-0,736	3,50E-04	-0,73567***				0,704142***	-0,07191**			0,025262	-4,51501	-4,49537
ARIMA(2,0,1)	-0,876		-0,79926***	-0,07721**			0,763889***				0,025252	-4,51681	-4,502063[e]
ARIMA(2,0,1)	-0,877	3,55E-04	-0,79932***	-0,0774**			0,763761***				0,025262	-4,51503	-4,49537
ARIMA(3,0,3)	0,913	6,15E-04*	-0,71002***	7,95E-01***	0,828332***		0,686768***	-0,84649***	-0,80568***		0,025137[e]	-4,52194[e]	-4,4875
ARIMA(3,0,3)	0,899		-0,71125***	0,786066***	0,823811***		0,690064***	-0,83233***	-0,79746***		0,025151	-4,52186	-4,49234

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı
e: İlgili kritere göre en iyi model

Son olarak, en iyi oldukları belirlenen modellerin tahminlerde kullanılabilecek uygun modeller olduklarına karar vermek için bu modellerin hatalarının arasında otokorelasyon olup olmadığına bakmak gerekmektedir. Eğer yapılan test sonucu modelin hataları arasında otokorelasyon yoksa modelin uygun olduğu ve tahminlerde kullanılabileceği kararına varılabilecektir.

Buna göre hipotezler aşağıdaki şekilde kurulabilir.

H_0 ; $\hat{\rho}_k = 0$ Seride Otokorelasyon (Bağımlılık) Yoktur.

H_1 ; $\hat{\rho}_k \neq 0$ Seride Otokorelasyon (Bağımlılık) Vardır.

Hatalar arasında otokorelasyon olup olmadığına bakılarak modelin uygun olup olmadığına ve modelin tahminlerde kullanılıp kullanılamayacağına karar verileceği için H_0 hipotezinin red edilmesi bizim için önemlidir. Dolayısıyla güven düzeyini mümkün olduğunca yüksek tutmak ve hatalar arasındaki otokorelasyonun varlığının testinde güven düzeyini % 99 almak güvenilir bir sonuca ulaşmak açısından önemlidir.

Bilindiği gibi Q istatistiği hatalar arasındaki otokorelasyon testlerinde daha iyi sonuçlar vermektedir. Bundan dolayı hatalar arasında otokorelasyon olup olmadığının tespiti için Ki-Kare testine dayanan Q istatistiği kullanılabilir. Q test istatistiği değerinin, belirlenen güven düzeyine karşılık gelen anlamlılık düzeyinde ve belli bir serbestlik derecesinde Ki-Kare tablosundan belirlenen Q istatistiği kritik değerinden küçük olması H_0 hipotezinin red edilemediğini gösterir. Bunun yanında korelogramlar yardımıyla elde edilen otokorelasyon katsayılarının $\pm z_{a/2}(1/\sqrt{n})$ aralığında olması veya korelogramlardaki olasılık değerlerinin belirlediğimiz güven düzeyine karşılık gelen anlamlılık düzeyinden yüksek olması da hatalar arasındaki otokorelasyon katsayılarının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olmadıklarını söylemektedir.

Buna göre en iyi olduğu belirlenen modellerin hatalarında otokorelasyon olup olmadığına ve tahminlerde kullanılabilecek uygun modeller olup olmadığına karar vermek için Ek 11'de verilen korelogramlara ve Tablo 4.12.'de verilen Q istatistiği değerlerine bakılabilir.

Tablo 4.12. Katsayıları Uygun ARIMA(p,d,q) Modelleri Arasından En İyi Olduğu Belirlenen ARIMA(p,d,q) Modellerinin Hatalarına İlişkin Q İstatistiği Değerleri

Menkul Kıymet Kodu	**ARIMA(p,d,q) Modeli**	**Parametre Sayısı**	**Q Test İstatistiği Değeri***	**Q İstatistiği Kritik Değeri****
EREGL	ARIMA(3,0,3)	7	32,577	33,4087
FORTS	ARIMA(3,0,3)	7	22,332	33,4087
ISGYO	ARIMA(1,0,1)	3	31,950	38,9321
MIGRS	ARIMA(1,0,2)	4	23,409	37,5662
PETKM	ARIMA(2,0,2)	4	28,973	37,5662
PTOFS	ARIMA(3,0,3)	7	24,458	33,4087
SKBNK	ARIMA(0,0,1)	2	20,794	40,2894
TCELL	ARIMA(1,0,1)	2	22,068	40,2894
THYAO	ARIMA(3,0,3)	6	34,248	34,8052
TNSAS	ARIMA(3,0,4)	7	23,496	33,4087
TSKB	ARIMA(1,0,1)	3	29,252	38,9321
TUPRS	ARIMA(1,0,2)	4	18,155	37,5662
VESTL	ARIMA(3,0,3)	7	26,569	33,4087

* 24 dönemlik gecikme için program tarafından hesaplanan Q test istatistiği değeri
** 24 dönemlik gecikme için parametre sayısına göre serbestlik derecesinde ve 0,01 anlamlılık düzeyinde Ki-Kare tablosundan bulunan kritik değerler.

Tablo 4.12.'de görüldüğü gibi 24 dönemlik gecikmeyle hesaplanan Q test istatistiği değerleri, % 99 güven düzeyinde yani 0,01 anlamlılık düzeyinde ve ilgili serbestlik derecesinde (f = k-m) bulunan Ki-Kare tablo değeriyle karşılaştırıldığında hatalar arasında otokorelasyon olmadığını söyleyen H_0 hipotezinin red edilemediği görülmektedir. Bunun yanında Ek 11'de verilen ve Tablo 4.12.'de en iyi model olarak belirlenen modellerin hatalarının korelogramlarındaki olasılık değerlerine bakıldığında, THYAO kodlu menkul kıymetin 9, 10, 11'inci gecikme değerleri hariç, 0,01 anlamlılık düzeyinden yüksek değerler aldıkları ve yine THYAO'nun 9'uncu gecikme değeri hariç otokorelasyon katsayılarının $\pm 0,0816$ $(\pm z_{\alpha/2}(1/\sqrt{n}))$ aralığında kaldıkları görülmektedir. THYAO'nun 10 ve 11'inci gecikmelerindeki otokorelasyon katsayılarının $\pm 0,0816$ aralığında kaldığı ve serinin genelini dikkate alarak otokorelasyon olup olmadığına karar verilen Q istatistiğinin sonucuna bakarsak THYAO kodlu menkul kıymetin getiri serisi için kurulan sabit terim içermeyen ARIMA(3,0,3) modelinin hatalarında otokorelasyon olmadığı söylenir.

Dolayısıyla Tablo 4.12.'de en iyi model olarak belirlenen modellerin hataları arasında otokorelasyon olmadığı ve bu modellerin tahminlerde kullanılabilecek en uygun modeller olduklarına karar verilebilir.

4.5.3. GARCH(p,q) Modellerinin Belirlenmesi:

GARCH(p,q) modeli, ARIMA(p,d,q) modelinin aksine kurulan regresyon modelinin hatalarının karelerinde otokorelasyon olduğunu ve dolayısıyla hataların sabit varyansa sahip olmadığını yani hatalarda değişen varyans olduğu varsayımından hareket ederek tahmin modeli kurmaktadır.

Buna göre öncelikle kurulan ana modelin (koşullu ortalama modeli de denilmektedir) hatalarının değişen varyansa sahip olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bunun için ARCH LM testinin uygulandığını da önce belirtmiştik.

Bu testin hipotezi şu şekilde kurulmaktaydı.

$H_0; a_1 = a_2 = a_3 = ... = a_q = 0$ ARCH etkisi yok

H_1; en az bir $\alpha_i > 0$ (i = 1,2,3,…,q) ARCH etkisi var.

Buna göre sadece sabit terim içerecek şekilde kurulan regresyon modelinin hatalarında değişen varyans olup olmadığını ortaya çıkaracak ARCH LM testinin Ek 12'de verilen sonuçları Tablo 4.13.'de özetlenmiştir.

Tablo 4.13. Ana Regresyon Modelinin (Koşullu Ortalama Modelinin) Hatalarına İlişkin ARCH LM Testi Sonuçları

Menkul Kıymet Kodu	**Gecikme (k)**	**ARCH LM Test İstatistik Değeri (n-q)xR^2 (Obs*R-squared)**	**Olasılık**
EREGL	1	33,89438	0,000000***
FORTS	1	96,59925	0,000000***
ISGYO	1	116,37110	0,000000***
MIGRS	1	29,30481	0,000000***
PETKM	1	19,03153	0,000013***
PTOFS	3	14,95737	0,001853***
SKBNK	1	167,05310	0,000000***
TCELL	1	27,22268	0,000000***
THYAO	1	20,30491	0,000007***
TNSAS	1	46,20391	0,000000***
TSKB	1	32,45944	0,000000***
TUPRS	1	18,40388	0,000018***
VESTL	1	40,22606	0,000000***
***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı			

ARCH LM testi sonucunda % 1 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi red edilerek, en küçük karelere göre belirlenmiş sadece sabit terimden oluşan regresyon modelinin hatalarının değişen varyansa sahip olduğu görülmektedir. PTOFS'ye ait ana model (koşullu ortalama modeli) hariç tüm modellerdeki ARCH etkisinin tek dönemlik gecikme ile ortaya çıkmakta olduğu görülürken PTOFS'nin hatalarındaki ARCH etkisinin varlığı hatalardaki üç dönemlik gecikme ve sonrası için ortaya çıkmaktadır. Bu da PTOFS'nin hatalarının karelerinde üçüncü gecikmeye kadar otokorelasyon olmadığını gösterir.

Hataların değişen varyansa sahip olması hata karelerinin korelogramlarına bakılarak da belirlenebilmektedir. Buna göre Ek 13'de ana modelin hata karelerinin korelogramına bakıldığında tüm ana modellerin korelogramlarındaki olasılık değerlerinin 0,01 anlamlılık düzeyinden düşük olduğu görülür. Bu da hataların kareleri arasında otokorelasyon olduğu ve hataların değişen varyansa sahip olduğunu göstermektedir.

Hatalar arasında değişen varyans sorunu olduğu belirlendikten sonra GARCH(p,q) modellerinin kurulması aşamasına geçilmiştir. Ek 14'de verilmiş olan farklı p ve q (p Є [0,2] ve q Є [1,2]) gecikme değerleri için Bollerslev-Wooldrige'in standart hata hesaplama yöntemi, Gauss Newton metoduna dayalı sınırlı sayıda optimizasyon yaklaşımı ile model katsayılarının deneme yoluyla bulunmasında Marquardt Algoritması ve maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak hesaplanan GARCH(p,q) modellerinden, katsayıları 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı olanlar ve katsayı kısıtlarını sağlayanlar (katsayıların pozitif olması ve toplamlarının birden küçük olması) arasından, Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine göre yapılan sıralama doğrultusunda bu kriterlerin işaret ettiği en iyi modeller Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Katsayıları Uygun GARCH(p,q) Modelleri Arasından Schwarz ve Akaike Bilgi Kriteri Değerlerine Göre En İyi GARCH(p,q) Modelinin Belirlenmesi

Model Çıktıları / **Menkul Kıymetler ve Bunlara Ait Modeller**	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	**C**	**ARCH(1)**	**ARCH(2)**	**GARCH(1)**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
EREGL							
GARCH(0,1)	0,1397	0,000629	0,139657**			-4,40160	-4,38687
GARCH(0,2)	0,3349	4,99E-04***	0,143455***	0,191441***		-4,43158	-4,41195
GARCH(1,1)	0,9673	2,65E-05**	0,108674***		0,858636***	-4,49062[e]	-4,47099[e]
FORTS							
GARCH(0,1)	0,5330	0,000443***	0,53299***			-4,47501	-4,46029
GARCH(0,2)	0,7652	0,000314***	0,480971***	0,284188***		-4,52629	-4,50666
GARCH(1,1)	0,9960	2,06E-05**	0,182045***		0,813964***	-4,61985[e]	-4,60022[e]
ISGYO							
GARCH(0,1)	0,1668	0,000656***	0,166761***			-4,33306	-4,31833
GARCH(0,2)	0,2492	0,000592***	0,160413***	0,08875**		-4,34246	-4,32283
GARCH(1,1)	0,9205	6,31E-05*	0,081566**		0,8389***	-4,34886[e]	-4,32923[e]
MIGRS							
GARCH(0,1)	0,1859	0,000522***	0,185854**			-4,55361	-4,53888
GARCH(1,1)	0,9802	1,37E-05	0,044849**		0,935338***	-4,56725[e]	-4,54762[e]
PETKM							
GARCH(0,1)	0,1538	0,00076***	0,153847**			-4,21056	-4,19583
GARCH(0,2)	0,3882	0,0006***	0,147564**	0,240613**		-4,23529	-4,21566
GARCH(1,1)	0,9532	4,79E-05*	0,104316***		0,848891***	-4,28918[e]	-4,26955[e]
PTOFS							
GARCH(1,1)	0,9864	2,78E-05*	0,158123***		0,828272***	-4,38597[e]	-4,36634[e]
SKBNK							
GARCH(0,1)	0,3209	0,000954***	0,320914***			-3,84906	-3,83434
GARCH(0,2)	0,4344	0,000807***	0,311158***	0,123267**		-3,88327	-3,86363
GARCH(1,1)	0,9383	0,000102***	0,167642***		0,770698***	-3,91366[e]	-3,89403[e]
TCELL							
GARCH(0,1)	0,1619	0,000741***	0,16193**			-4,22031	-4,20559
GARCH(0,2)	0,3451	0,000595***	0,123364**	0,221767**		-4,25258	-4,23295
GARCH(1,1)	0,9296	6,44E-05**	0,122084***		0,807537***	-4,29361[e]	-4,27398[e]
THYAO							
GARCH(0,1)	0,2232	0,000667***	0,223218***			-4,28492	-4,27019
GARCH(1,1)	0,9869	1,09E-05	0,036819**		0,950069***	-4,34972[e]	-4,33009[e]
TNSAS							
GARCH(0,1)	0,2720	0,000512***	0,271976***			-4,50613	-4,49141
GARCH(0,2)	0,4441	0,000412***	0,252085***	0,192045**		-4,53557	-4,51594
GARCH(1,1)	0,9982	1,14E-05*	0,145721***		0,852471***	-4,65601[e]	-4,63638[e]
TSKB							
GARCH(0,1)	0,1679	0,000809***	0,167949***			-4,12805	-4,11333
GARCH(0,2)	0,3765	0,000632***	0,187823***	0,18867***		-4,16289	-4,14326
GARCH(1,1)	0,8448	0,000162**	0,186302***		0,658525***	-4,17663[e]	-4,15699[e]
TUPRS							
GARCH(0,1)	0,1613	0,000611***	0,161339***			-4,41146	-4,39673
GARCH(0,2)	0,3420	0,000486***	0,163517***	0,178471***		-4,44512	-4,42549
GARCH(1,1)	0,9696	2,45E-05**	0,108265***		0,861374***	-4,51001[e]	-4,49038[e]

Tablo 4.14 Devamı:

Model Çıktıları / Menkul Kıymetler ve Bunlara Ait Modeller	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
VESTL							
GARCH(0,1)	0,1796	0,000523***	0,179589***			-4,55323	-4,53851
GARCH(0,2)	0,3076	0,000443***	0,176071***	0,131482***		-4,57818	-4,55855
GARCH(1,1)	0,9969	3,36E-06	0,059387***		0,937489***	-4,69138[e]	-4,67175[e]
***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı				e: İlgili kritere göre (Schwarz ve Akaike bilgi kriterleri) en iyi model			

Tablo 4.14.'de görüldüğü gibi GARCH(1,1) modeli tüm menkul kıymetler için en iyi model olarak görülmektedir. Belirlenen en iyi GARCH(p,q) modelinin tahminlerde kullanılabilecek uygun model olduğuna karar verebilmek için en iyi GARCH(p,q) modelinin hatalarında değişen varyans sorununun olmaması gerekmektedir. Buna göre; belirlenen en iyi modelin hataları için ve en iyi modelin hatalarında değişen varyans sorununun çıkması halinde Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine göre yapılan sıralamada alternatif modelin hataları için yapılan ARCH LM testinin Ek 15'de verilen sonuçları Tablo 4.15.'de toplanmıştır.

Tablo 4.15. En İyi Olduğu Belirlenen GARCH(p,q) Modellerinin ve Gerektiğinde Bir Sonraki En İyi GARCH(p,q) Modellerinin Hatalarına İlişkin ARCH LM Test İstatistiği Değerleri

Menkul Kıymet Kodu	GARCH(p,q) Modeli	Gecikme (k)	ARCH LM Test İstatistik Değeri $(n-q)xR^2$ (Obs*R-squared)	Olasılık
EREGL	GARCH(1,1)	1	0,55558	0,456047
FORTS	GARCH(1,1)	1	0,027015	0,869446
ISGYO	GARCH(1,1)	1	12,38928	0,000432***
	GARCH(0,2)	1	1,600574	0,205822
MIGRS	GARCH(1,1)	1	3,358165	0,066873*
PETKM	GARCH(1,1)	1	0,008528	0,926424
PTOFS	GARCH(1,1)	1	0,350475	0,553844
SKBNK	GARCH(1,1)	1	7,487513	0,006213***
	GARCH(0,2)	1	0,428442	0,512754
TCELL	GARCH(1,1)	1	0,000228	0,987956
THYAO	GARCH(1,1)	1	0,084482	0,771313
TNSAS	GARCH(1,1)	1	0,48953	0,484137
TSKB	GARCH(1,1)	1	0,102033	0,749404
TUPRS	GARCH(1,1)	1	0,017953	0,893412
VESTL	GARCH(1,1)	1	2,486432	0,114832
***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı				

Tablo 4.15.'de görüldüğü gibi tüm menkul kıymetler için en iyi model olan GARCH(1,1) modelinin hatalarında değişen varyans bulunmadığını söyleyen H_0 hipotezi, ISGYO ve SKBNK kodlu menkul kıymetleri dışındaki tüm GARCH(1,1) modelleri için % 1 anlamlılık düzeyinde red edilememiştir. ISGYO ve SKBNK kodlu menkul kıymetler hariç diğer tüm menkul kıymetlerin koşullu varyanslarının tahmin modeli olarak GARCH(1,1) modeli uygun model olarak kullanılabilir. ISGYO ve SKBNK kodlu menkul kıymetler için ise yine Schwarz ve Akaike bilgi kriterlerine göre yapılan sıralamada GARCH(1,1)'den sonra en iyi model olduğu belirlenen modellerin hatalarında % 1 anlamlılık düzeyinde ARCH etkisinin olmadığı görülmüştür. Buna göre koşullu varyans tahminlerinde; ISGYO kodlu menkul kıymet için GARCH(0,2) (ARCH(2)) modelinin, SKBNK kodlu menkul kıymet için GARCH(0,2) (ARCH(2)) modelinin, diğer menkul kıymetler için GARCH(1,1) modelinin kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen uygun GARCH modellerinin Tablo 4.14'de yer alan katsayı toplamlarına baktığımızda menkul kıymetin geçmişinde yaşanan şokların menkul kıymetin riskine etkisinin yani riske olan duyarlığın en çok TNSAS kodlu menkul kıymette daha sonra sırasıyla VESTL ve FORTS kodlu menkul kıymetlerde olduğu görülmektedir. Şoklara karşı riskteki değişimin en düşük olduğu menkul kıymetin ise ISGYO kodlu menkul kıymet olduğu görülmektedir.

4.5.4. Varyans-Kovaryans Yönteminin Uygulanması:

Portföyün belirli bir güven düzeyinde riske maruz değerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerden birisi de Varyans-Kovaryans Yöntemidir. Buna göre portföyün belli bir güven düzeyinde bir gün için kaybedeceği en fazla değer portföyün riski yani standart sapmasıyla güven düzeyine karşılık gelen z tablo değerinin çarpılmasıyla bulunmaktadır. "4.5.1. Ortalama-Varyans Modelinin Uygulanması" başlığı altında toplam 100.000 YTL'lik yatırım değerine sahip, eşit ağırlıklı olarak kurulmuş portföyün ve pazar olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksi kadar getiriyi minimum risk düzeyinde sağlayacak şekilde kurulmuş olan optimal portföyün, Tablo 4.7. ve Tablo 4.9.'da Ortalama-Varyans Modeline göre hesaplanmış olan riskleri kullanılarak, elde tutma süresinin bir gün olduğu varsayımı altında, 08.05.2006 tarihindeki RMD'si, % 95 güven düzeyine karşılık gelen tek taraflı standart normal dağılım eğrisinin kuyruğunun solunda yer alan ve -1,65 olan $z_{0,05}$ değeri ile çarpılarak bulunmaktadır. Hesaplanan değerler Tablo 4.16.'da verilmiştir.*

Tablo 4.16. Optimal ve Eşit Ağırlıklı Portföyün Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Hesaplanmış Riske Maruz Değeri

	Eşit Ağırlıklı Olarak Kurulan Portföy	**Optimal Portföy**	**Optimal Portföy ve Eşit Ağırlıklı Olarak Kurulan Portföy Değerleri Arasındaki Fark**
Beklenen Getiri	0,00134179	0,00131709	-0,00002470
Varyans	0,00049599	0,00039552	-0,00010047
Standart Sapma	0,02227087	0,01988772	-0,00238315
% 95 Güven Düzeyi için RMD (Oran Olarak)	0,03674694	0,03281474	-0,00393220
% 95 Güven Düzeyi için RMD Tutar Olarak (YTL)	3.674,69	3.281,47	-393,22

Tablo 4.16.'dan da görüldüğü gibi kurulan optimal portföyün RMD'si % 95 güven düzeyinde, eşit ağırlıklı olarak kurulan portföyün RMD'sinden düşük çıkmıştır. Buna göre kurulan optimal portföy ertesi gün yani 09.05.2006 tarihinde % 95 güven düzeyinde en fazla 3.281,47 YTL'lik değer kaybına uğrayacakken, eşit ağırlıklı olarak kurulan portföy ise optimal portföyden 393,22 YTL daha fazla olmak üzere en fazla 3.674,69 YTL'lik değer kaybına uğrayacaktır. Dolayısıyla geleneksel portföy teorisi çerçevesinde basit çeşitlendirmeye dayalı olarak kurulan portföy ile modern portföy teorisi çerçevesinde menkul kıymetlerin aralarındaki ilişkiyi dikkate alarak belirlenmiş optimal bir portföyün getirileri birbirine çok yakın olmakla birlikte (getirileri arasındaki fark $\%_{000}0{,}24$) optimal portföy eşit ağırlıklı portföye göre % 0,39 oranında daha az riske ve 393,22 YTL'lik daha az RMD'ye sahiptir.

* Belli bir güven seviyesinde portföyün en çok kaybedeceği değeri gösterdiği için standart normal dağılımın negatif (sol kuyruk) yönünde kalan alan ile ilgilenen ve z değerinden dolayı eksi (-) değerle ifade edilen RMD yazımda ve yorumda kolaylık olması açısından bundan sonra negatif işareti kullanılmadan gösterilecektir.

Yatırımcılar oluşturdukları portföyün bir gün sonraki veya gelecekteki bir gün için RMD'sini önceden bilmek isteyebilirler. Bunun için oluşturdukları portföyün riskini hesaplayabilmek amacıyla tahmin dönemi için oluşturulması gereken kovaryans matrisinde kullanılacak olan gerekli verileri, tahmin modelleri kullanarak elde etmeleri gerekmektedir. Bunlardan birisi; geleneksel zaman serileri tahmin modeli olan ARIMA(p,d,q) tahmin modeli, diğeri ise; geleneksel zaman serilerinin hatalara ilişkin yaptığı sabit varyans varsayımında bulunmayan GARCH(p,q) tahmin modelidir. Optimal portföyün varyansının ve standart sapmasının (riskinin) hesaplanmasında optimal portföy çözümüne girmeyen 13 adet menkul kıymetin portföy varyansı içindeki ağırlıkları sıfır olacağı için, portföy varyansının tahmin edilmesinde optimal portföy çözümüne giren menkul kıymetlere ilişkin tahmin modelleri kurulmuştur.

Buna göre tahminlerde kullanılabileceği belirlenen ARIMA(p,d,q) modelleri kullanılarak optimal portföy çözümüne giren her bir menkul kıymet için getiri tahminleri yapılmış ve tahmin edilen bu getiriler geçmiş dönem getirilerine eklenerek ilgili tahmin dönemleri için optimal portföyün ağırlıklandırılmış kovaryans matrislerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Optimal portföy için hesaplanan ağırlıklandırılmış kovaryans matrisindeki değerlerin toplamı ile de ilgili dönemler için optimal portföyün tahmini varyansı ve standart sapması hesaplanmıştır. Hesaplanan bu portföy standart sapması kullanılarak belirlenen % 95 güven düzeyinde ve yine bir günlük elde bulundurma süresi varsayımıyla ilgili dönem için optimal portföyün RMD'si belirlenmiştir.

GARCH(p,q) modeli ile ise getiri yerine optimal portföye giren menkul kıymetlerin varyansları tahmin edilmiş ve yapılan tahminlerden hesaplanan standart sapma değerleri kullanılarak tahmin dönemleri için belirlenen optimal portföyün ağırlıklandırılmış kovaryans matrisi yardımıyla ilgili dönemler için optimal portföyün varyansı ve standart sapması hesaplanmıştır. Hesaplanan bu portföy standart sapması kullanılarak belirlenen % 95 güven düzeyinde ve yine bir günlük elde bulundurma süresi varsayımı ile, ilgili dönem için optimal portföyün RMD'si belirlenmiştir.

Tahminlere paralel olarak, hesaplanan portföy varyansı ve standart sapması tahmin değerlerinin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu görmek için, gerçekleşen değerler kullanılarak yine kovaryans matrisi yardımıyla gerçekleşen optimal portföy varyansı ve standart sapması hesaplanmış, yine aynı şekilde, hesaplanan bu standart sapma kullanılarak belirlenen güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma süresi varsayımı ile, ilgili dönem için portföyün RMD'si belirlenmiştir.

ARIMA modeli ile tahmin edilen getiri verileri ve gerçekleşen getiri değerleri kullanılarak tahmin dönemi/dönemleri için kovaryans matrisinin/ matrislerinin hesaplanması, tahmin dönemi için tahmin edilen ve gerçekleşen getiri verilerinin geçmiş getiri verilerinin üzerine eklenmesi ve doğrudan kovaryans formülünün kullanılması ile yapılmıştır. $\operatorname{cov}(r_i, r_k) = \rho_{i,k}\sigma_i\sigma_k$ olduğu düşünülürse burada korelasyon katsayısı/katsayıları kovaryans hesaplanmasından dolayı az da olsa değişim göstermektedir. Ancak 1000 dönemlik günlük veriye dayanarak hesaplanmış olan korelasyon katsayısı/katsayılarının eklenen veri sayısının az olması nedeniyle çok fazla değişim göstermeyeceği varsayılmıştır. GARCH modelleri ile varyans tahmini yapıldığı için tahmin dönemi/dönemleri için kovaryans matrisi/matrisleri hesaplamasında $\operatorname{cov}(r_i, r_k)$ formülü yerine eşidi olan $\rho_{i,k}\sigma_i\sigma_k$ açılımı kullanılmış, dolayısıyla korelasyon katsayısı/katsayıları, tarihi verilerden hesaplanan beta katsayısının geleceğin tahminleyeni olarak kullanıldığı düşüncesinden hareketle sabit kabul edilmiştir.

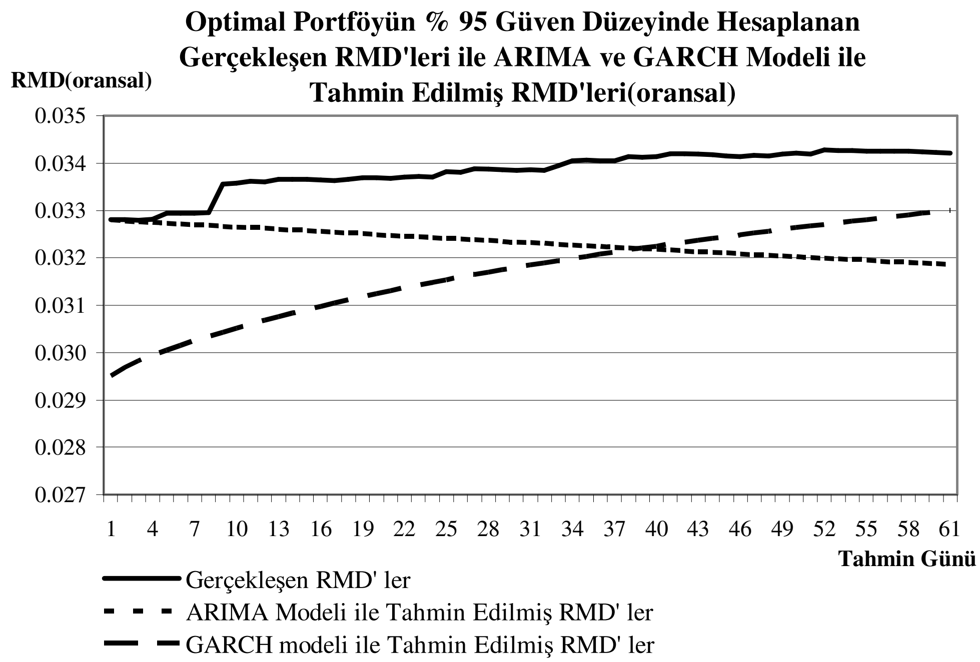
Bir gün sonraki tahmin dönemi için 100.000 YTL'lik yatırım sonucu oluşturulan optimal portföyün % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma varsayımı altında riske maruz değeri oransal ve parasal olarak Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. İlk Tahmin Günü İçin ARIMA ve GARCH modelleri ile Tahmin Edilen Optimal Portföyün RMD'si

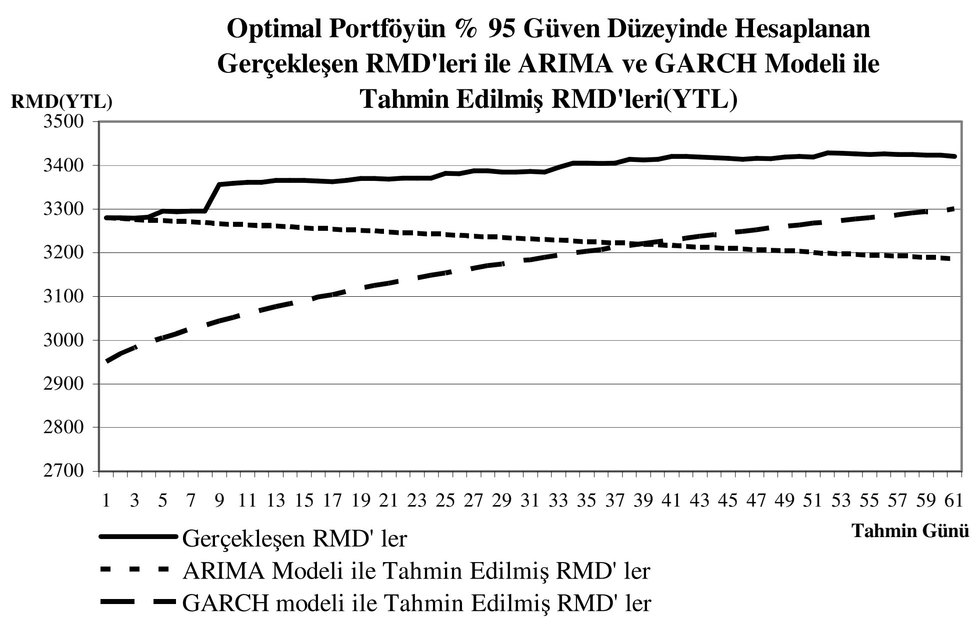
	Gerçek Değeri	**ARIMA(p,d,q) Tahmini**	**GARCH(p,q) Tahmini**
Varyans	0,000395135	0,000395129	0,000319725
Standart Sapma	0,019877994	0,019877855	0,017880853
% 95 Güven Düzeyi için RMD (Oran Olarak)	0,032798690	0,032798460	0,029503407
% 95 Güven Düzeyi için RMD Parasal Olarak (YTL)	3.279,87YTL	3.279,85YTL	2.950,34YTL

Bir gün sonrası için yapılan optimal portföyün RMD tahmininde ARIMA modelleri ile yapılan tahminler sonucu hesaplanan RMD'nin, gerçekleşen RMD ile aynı çıktığını, GARCH modeli ile yapılan tahminin ise gerçekleşen RMD'den yaklaşık olarak ‰3 oranında daha az olmakla birlikte, GARCH modeli ile yapılan tahminin de gerçekleşen RMD'ye yakın sonuç verdiğini görebiliriz.

Bir günden daha uzun dönem için yapılan RMD tahminlerinde, ARIMA ve GARCH modellerinin tahmin değerlerinin ne olacağına bakılmak istenirse Ek 16'da yine % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma varsayımıyla hesaplanarak verilmiş olan RMD tahmin değerlerine dayanılarak, oransal olarak Grafik 4.2.'de ve parasal olarak Grafik 4.3.'de verilen, tahmin modelleri ile hesaplanan RMD'ler ile gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD'lerin grafikleri görülebilir.



Grafik 4.2. Optimal Portföyün % 95 Güven Düzeyinde ve Bir Günlük Elde Bulundurma Süresi Varsayımı ile Hesaplanan Gerçekleşen RMD’leri ile ARIMA ve GARCH Modeli ile Tahmin Edilmiş RMD’leri(Oransal)



Grafik 4.3. Optimal Portföyün % 95 Güven Düzeyinde ve Bir Günlük Elde Bulundurma Süresi Varsayımı ile Hesaplanan Gerçekleşen RMD’leri ile ARIMA ve GARCH Modeli ile Tahmin Edilmiş RMD’leri(YTL)

4.6. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi:

Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında menkul kıymetlerin getiri serilerine ve İMKB Ulusal-30 Endeksine yapılan ADF ve PP birim kök testlerinden serilerin birim kök içermediği yani durağan oldukları görülmüştür. Ancak araştırmada yer alan Ortalama-Varyans Modeli ve Varyans-Kovaryans Yönteminin yanı sıra, istatistiki çalışmalara ilişkin yapılacak hipotez testlerinin geçerli ve güvenilir sonuçlar vermesi için gerekli olan, verilerin normal dağıldığı varsayımına ilişkin olarak menkul kıymet ve İMKB Ulusal-30 Endeksi getiri serilerine yapılan JB testinin sonuçlarından ve QQ grafiklerinden görüldüğü gibi getiri serilerinin normal dağılmadığı sivri ve kalın kuyruk dağılıma sahip oldukları ortaya çıkmaktadır. Çarpıklık ve basıklık ölçülerine göre getiri serilerinden 6 tanesi hafif sola, geri kalan İMKB Ulusal-30 Endeksi dahil 21 tanesi hafif sağa çarpık özellikte olup 2 tanesi (SAHOL ve PTOFS) aşırı olmak üzere getiri serilerinin tümü sivri seri özelliğine sahiptir. Finansal getirilerin normal dağılmadığı ve sivri ve kalın kuyruk dağılım gösterdiği tüm finansal çevrelerce bilinmektedir. Dolayısıyla finansal getirilerle ilgili olarak yapılan tüm çalışmalarda olduğu gibi çalışmamız getirilerin normal dağıldığı varsayılarak yapılmıştır. Verilerin sivri ve kalın kuyruk dağılım göstermesinden dolayı normal dağılım varsayımı altında RMD hesaplama yöntemi olan Varyans-Kovaryans Yönteminin verdiği RMD sonuçları olduğundan düşük olacaktır. Dolayısıyla Varyans-Kovaryans Yöntemi ile bulunan RMD'lerin olduğundan düşük olduğu unutulmamalıdır.

Yatırımcıların rasyonel davrandıkları, yani aynı getiri seviyesinde daha düşük riske sahip olan veya başka bir deyişle belli bir güven düzeyinde portföy değerinde daha az kayıp beklenen portföylerden herhangi birine kendi kayıtsızlık eğrileri, bir başka deyişle fayda fonksiyonu (bir birimlik risk artışına veya düşüşüne karşılık ne kadarlık getiri talep edeceği veya ne kadarlık getiriden vazgeçeceği) doğrultusunda yatırım yapacakları düşünülürse; yatırımcılar, Ortalama-Varyans Modeli ile kurulmuş olan belli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip portföylerin oluşturduğu etkin sınır üzerinde yer alan portföylerden birini, kendi risk ve getiri tercihi doğrultusunda optimal portföy olarak seçecektir. Çalışmada, yatırımcının pazar endeksi olarak alınan İMKB Ulusal-30 Endeksinin getirisine eşit getiriyi sağlayacak minimum riske sahip olan etkin portföyü kendi fayda fonksiyonu doğrultusunda optimal portföy olarak seçeceği varsayımıyla, Ortalama-Varyans Modeline göre belirlenmiş olan optimal portföy 13 adet menkul kıymet içermektedir. Modern Portföy Teorisi çerçevesinde Ortalama-Varyans Modeli ile menkul kıymetler arasındaki ilişkilerin göz önüne alınarak belli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip olacak şekilde kurulan optimal portföyün RMD'sinin, yine Ortalama-Varyans Modeli ile belli bir getiri ve minimum risk kısıtı dikkate alınmadan portföydeki varlık sayısının arttırılmasına dayalı olarak riski düşürme amacı ile kurulan eşit ağırlıklı portföyün RMD'sinden % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma süresinde daha az olduğu görülmüştür. Bu da portföyün riskini azalmak için menkul kıymet sayısını kontrolsüz bir şekilde arttırmanın riski düşürmediğini ve kurulan optimal portföyün riski düşürme amacına hizmet ettiğini göstermektedir.

Portföyün gelecekteki bir gündeki RMD'sini ARIMA(p,d,q) modellemesi ile tahmin etmek amacıyla; TNSAS kodlu menkul kıymet için $p \in [0,4]$ ve $q \in [0,4]$ olmak üzere farklı p ve q derecelerinde, diğer menkul kıymetlerin her biri için $p \in [0,3]$ ve $q \in [0,3]$ olmak üzere farklı gecikme derecelerinde kurulan modellerden 0,05 anlamlılık düzeyinde katsayı testlerinden geçen ve katsayı kısıtlarını sağlayan ARIMA(p,d,q) modelleri arasından Schwarz ve Akaike bilgi kriteri ile regresyon denkleminin standart hatasına bakılarak belirlenen en iyi model, hatalarında otokorelasyon olmadığı belirlendikten sonra tahminlerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Modellerin katsayı testleri 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılmış olmakla birlikte sadece ISGYO kodlu menkul kıymetin ARIMA(1,0,1) modelinin katsayıları 0,1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olarak kabul edilmiştir. Menkul kıymetlerin getiri serilerine yapılan ADF ve PP durağanlık testlerinden serilerin durağan olduğunun anlaşılmasından dolayı ARIMA(p,d,q) modellerini kurarken fark alma işlemi kullanılmadığından fark alma derecesini gösteren d parametresi sıfır değerini almaktadır. Bu aynı zamanda ARMA(p,q) modelleriyle modellemenin yapıldığını göstermektedir. Belirlenen ARIMA(p,d,q) modelleriyle bir gün sonrası için % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma varsayımıyla yapılan ve Tablo

4.17.’de görülen optimal portföyün tahmini RMD ile optimal portföyün gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD’si arasında çok küçük bir fark olmakla birlikte bu iki değer birbirinin aynısıdır. Diğer tahmin günlerindeki ARIMA(p,d,q) modelleriyle yapılan tahminler ile yine % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma süresi varsayımıyla hesaplanan RMD’lere bakacak olursak, kısa dönemli tahminlerin daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Tahmin dönemi uzadıkça gerçekleşen değerlerden hesaplanan RMD’ler ile ARIMA(p,d,q) modeli ile tahmin edilen değerlerden hesaplanan RMD’ler arasındaki farkın açıldığı görüldüğü gibi ARIMA modeli ile yapılan tahmini RMD’lerin gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD’lerdeki değişimlere aynı yönlü bir değişim göstermediği görülmüştür. Bu ARIMA(p,d,q) modellerinin kısa süreli tahminlerde başarılı sonuçlar vermekte olduğunu, uzun dönemde ise etkinliğini yitirmekte olduğunu gösterir.

GARCH(p,q) modelleriyle portföyün gelecekteki bir gün için % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma varsayımıyla RMD’sini tahmin etmek amacıyla; her bir menkul kıymet için farklı p Є [0,2] ve q Є [1,2] gecikme değerleri için kurulan GARCH(p,q) modelleri arasından katsayı kısıtlarını sağlayan ve 0,05 anlamlılık düzeyinde katsayı testinden geçen GARCH modelleri belirlenmiştir. Belirlenen bu GARCH modelleri içinden Schwarz ve Akaike bilgi kriterine göre yapılan sıralamada tüm menkul kıymetler için GARCH(1,1) modelinin en iyi tahmin modeli olduğu belirlenmiş; ancak ISGYO ve SKBNK kodlu menkul kıymetler için GARCH(1,1) modeli hatalar arasındaki değişen varyans sorununu ortadan kaldıramadığından bu menkul kıymetler için tahminlerde kullanılacak en uygun modelin GARCH(0,2) modeli olduğu belirlenmiştir. 13 menkul kıymet içinden 11 menkul kıymet için tahminlerde kullanılacak en iyi uygun model olarak GARCH(1,1) modelinin belirlenmesi, GARCH(p,q) modelleri içinde GARCH(1,1) modelinin en güçlü model olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla hatalarında değişen varyans sorunu olmadığı sürece tahminlerde en iyi ve uygun model olarak GARCH(1,1) modelini kullanabiliriz.

Kurulan GARCH(p,q) modelleriyle bir gün sonrası için yapılan Tablo 4.17.’ deki RMD tahmin değerine bakıldığında; GARCH(p,q) modeli ile yapılan RMD tahmin değerinin de tahmin dönemi için gerçekleşen değerler kullanılarak hesaplanan

RMD'ye yakın tahmin değerinde bulunduğu ve aralarındaki farkın yaklaşık ‰3 olduğu görülmektedir. Uzun dönemli tahminlerde ise; GARCH(p,q) modelleri ile yapılan tahminlerdeki değişimler, ARIMA(p,d,q) modelleri ile yapılan tahminlerdeki değişimlerin aksine, gerçekleşen değerlerle yapılan RMD'lerdeki değişimlerle aynı yönde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte uzun dönemde ARIMA(p,d,q) modeli tahmin gücünü kaybederken, GARCH(p,q) modeli ile yapılan tahmini RMD'lerin giderek gerçekleşen RMD'lere yaklaşması, GARCH(p,q) modellerinin uzun dönemde de tahmin gücünü koruduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, 2006 yılının Mayıs ayının birinci yarısından sonra dünya borsalarında yaşanan dalgalanma nedeniyle İMKB'de düşüşle birlikte başlayan ve 2006 yılının Haziran ayında da devam eden dalgalanma nedeniyle portföy riskinde buna bağlı olarak RMD'sindeki artışı GARCH modeli tahmin etmeyi başarmışken ARIMA modeli için bu söz konusu olmamıştır.

Bir gün sonraki RMD hesaplamasında ARIMA tahmin modeli kullanıldığında portföyün RMD'si gerçekleşen değerle hesaplanan RMD ile aynı çıktığı için yatırımcılar veya portföy yöneticileri ellerindeki portföyün RMD'sini gerçeğe yakın olarak tahmin edebileceklerdir. Eğer riske karşılık bulundurmaları gereken sermaye miktarı varsa bu miktar da yüksek olacaktır. Ancak bir gün sonraki RMD hesaplamasında GARCH tahmin modeli kullanıldığında portföyün RMD'si gerçekleşen değerle hesaplanan RMD'ye yakın olmakla birlikte yaklaşık ‰3 oranında daha düşük çıkmaktadır. Bu da portföy yatırımcısının portföyün riskine karşılık sermaye miktarı ayırması gerekiyorsa, yatırımcının bulundurması gereken sermaye miktarını düşürecektir. Portföye ilişkin olarak bir günden uzun süreli tahminlerde GARCH modeli ile yapılan tahminler gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD'ler ile aynı yönde bir değişim izlerken çalışmamızda 38. günden sonrası için yapılan uzun süreli tahminlerde GARCH modeli, ARIMA modeline göre gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD'lere daha yakın sonuçlar vermeye başlamaktadır. Dolayısıyla RMD rakamını gerçeğe yakın olarak tahmin etmek isteyip, ayırması gereken sermaye miktarını buna göre belirlemek isteyen ve yapacağı raporlamaları buna göre yapmak isteyen portföy yöneticisi kısa süreli tahminlerde ARIMA modelini, uzun süreli tahminlerde GARCH modelini kullanabilir.

SONUÇ

İnsanlar hayatlarının her aşamasında en basitinden en karmaşığına kadar tüm işlerde bilinçli bir şekilde yaptıkları zihinsel faaliyetlerinin sonucunda belli bir amaca yönelik olarak tercih yapma yani kısaca karar verme durumuyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Karar verme işlemi genellikle belirlilik (bilinen şartlar) altında, risk altında ve belirsizlik altında yapılabilmektedir.

Menkul kıymet yatırımlarında menkul kıymete ilişkin geçmiş verilere dayanarak, geleceğe ilişkin olarak gerçekleşme olasılıkları hesaplanabileceği için yatırımcılar kararlarını genellikle risk altında vermektedirler. Menkul kıymet yatırımlarında ise risk yatırımcının elde etmeyi düşündüğü getiriyi elde edememesi olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla elde edilmesi beklenilen getiri ile elde edilen getiri arasındaki fark büyüdükçe menkul kıymet yatırımının riski de artış gösterecektir. Rasyonel davrandığı düşünülen bir yatırımcı ise belli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip olan menkul kıymete veya menkul kıymetlerin oluşturduğu portföye yatırım yapmayı tercih edecektir. Finansal anlamda risk denildiğinde risk ölçüsü olarak akla ilk standart sapma gelmektedir.

Menkul kıymet yatırımlarında riskin düşürülmesi için 1950'li yıllara kadar Geleneksel Portföy Teorisi çerçevesinde; basit çeşitlendirme yapılarak menkul kıymetler arasındaki ilişkiye bakılmadan, menkul kıymet sayısının arttırılmasının gerektiği söylenirken, riski düşürmek isterken portföye getirisi düşük menkul kıymetlerinde eklenmesiyle getirinin de düşürülmesi ihtimalinin ortaya çıkacağının ortaya konması ile 1950'lerden sonra Markowitz'in portföy oluştururken sadece portföydeki menkul kıymet sayısını arttırmak yerine aynı zamanda menkul kıymetler arasındaki ilişkinin dikkate alınarak portföy kurulmasını söylediği ve Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeli ile temellerinin oluşturulduğu Modern Portföy Teorisi ortaya atılmıştır. Böylece aralarında pozitif tam ilişki olmayan menkul kıymetler portföye dahil edilerek getiriyi düşürmeden riski düşürme imkanı bulunabilmiştir.

Markowitz'e göre yatırımcılar faydayı maksimize etmek isterken riskten kaçınmak isterler ve aynı getiri seviyesinde en düşük riske sahip portföyü tercih ederler. Yatırımcıların beklentileri doğrultusunda belli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip olan menkul kıymetler veya portföyler etkin sınırı oluşturur ve tüm yatırımcılar kendi risk ve getiri tercihleri doğrultusunda etkin sınır üzerinde yer alan etkin portföyler içinden optimal portföyü belirlerler. Çalışmada verilen kısıtlar dahilinde İMKB Ulusal-30 Endeksinde işlem gören menkul kıymetlerden belirlenen 26 menkul kıymetten pazar endeksi olarak belirlenen İMKB Ulusal-30 Endeksi getirisi kadar getiri sağlayacak minimum riske sahip olacak, açığa satışa ve yatırıma aktarılmamış kaynak kalmasına izin verilmeyecek şekilde kurulmak istenen optimal portföy 13 adet menkul kıymetten oluşmaktadır. Bununla birlikte yine açığa satışa ve yatırıma aktarılmamış kaynak kalmasına izin verilmeyecek şekilde, 26 menkul kıymetin tamamını portföye alarak eşit ağırlıklı olarak portföy kurulmuş, kurulan portföyün riskinin belli bir getiri seviyesinde minimum riske sahip, etkin sınır üzerinde yer alan ve 13 adet menkul kıymet içeren optimal portföyün riskinden daha yüksek olduğu, bununla birlikte getirilerinin hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Bu da portföydeki menkul kıymet sayısının gelişi güzel arttırılmasının riski düşürmediğini göstermektedir.

Kendi risk ve getiri tercihine göre etkin sınır üzerinde optimal portföyü belirleyen portföy yatırımcıları kendileri için optimal portföyü belirlemekle kalmayıp portföyün maruz kalacağı riskler karşısında portföyün kaybedeceği en çok değeri tutar olarak öğrenmek isterler. Bu amaç doğrultusunda ise getirdiği hesaplama kolaylığıyla hızlı ve etkin kararlar alınmasına yardımcı olması nedeniyle Riske Maruz Değer Yaklaşımı, risk yönetiminin adımlarından biri olan riskin ölçülmesi safhasında, risk yönetimi ile ilgilenen çok sayıda uygulayıcı açısından temel ilgi odağı olmuş ve menkul kıymetlerin oluşturduğu portföyün riskinin istatistiki tekniklerle ölçülmesinde standart bir ölçü haline gelmiştir.

RMD Yaklaşımının ortaya çıkmasıyla ilgili kesin bir bilgi olmamakla birlikte Basel Komitesinin RMD hesaplamasına ve bankaların buna göre sermaye yeterliliklerini belirlemesine ilişkin getirdiği düzenlemelerle RMD Yaklaşımı önem kazanmıştır. Basel Komitesi risk ölçümünde Varyans-Kovaryans, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi olmak üzere üç farklı yöntemin kullanılabileceğini önermiştir.

Varyans-Kovaryans Yöntemi portföyün getirisinin menkul kıymet getirilerinin doğrusal bileşiminden oluştuğu varsayımında bulunduğu için Ortalama-Varyans Modeli ile kurulan portföylerde olduğu gibi portföy getirisinin menkul kıymet getirilerinin doğrusal bileşimi olduğu durumlarda Varyans-Kovaryans Yönteminin kullanılması daha uygundur. Bunun yanında Varyans-Kovaryans Yöntemi diğer yöntemlere göre uygulamada sağladığı kolaylık nedeniyle daha sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak verilerin normal dağılım göstermeyip sivri ve kalın kuyruklu dağılım göstermeleri durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği varsayımında bulunan Varyans-Kovaryans Yöntemi ile hesaplanan RMD'ler olduğundan düşük olacaktır.

Portföye ilişkin olarak gelecekteki bir gün için portföyün RMD'sinin ne olacağının bulunması için ise tahmin yöntemleri kullanılarak, portföyün gelecekteki bir gün için riskinin (standart sapmasının) tahmin edilmesi gerekmektedir. Bunun için pek çok tahmin modeli bulunmakla birlikte araştırmamız doğrultusunda kısa süreli tahminlerde regresyon modelinin hatalarının sabit olduğu varsayımında bulunan ARIMA modeli, uzun süreli tahminlerde ise klasik zaman serisi modellerinin aksine hata terimlerinin varyansının sabit olmadığını söyleyen ve bunların modellenmesine dayanan GARCH modeli kullanılabilir. Yapılan çalışmada da ARIMA modeli ile optimal portföye ilişkin bir günlük elde bulundurma süresinde ve Basel Komitesinin önerdiği % 99 güven düzeyi yerine RMD'nin gelişimine katkıda bulunan J.P. Morgan'ın önerdiği % 95 güven düzeyinde yapılan RMD tahminlerinin, optimal portföyün tahmin dönemi için gerçekleşen değerlerle yine aynı güven düzeyinde ve elde bulundurma süresinde hesaplanan RMD'lerine yakın sonuçlar vermekle birlikte gerçekleşen değerlerle hesaplanan RMD'lerdeki değişime duyarlı olmadığı ve tahmin dönemi uzadıkça ARIMA modeli ile yapılan RMD tahmin değerlerinin, tahmin dönemi için portföyün gerçekleşen RMD'lerinden uzaklaştığı, dolayısıyla portföy RMD'sindeki değişimlerin yönünü önceden tahmin edemediği görülmektedir. Oysa GARCH modeliyle % 95 güven düzeyinde ve bir günlük elde bulundurma süresi varsayımıyla hesaplanan RMD tahmin değerlerinin, tahmin dönemi için gerçekleşen değerlerle hesaplanan portföyün yine aynı güven düzeyi ve elde bulundurma süresindeki RMD'lerine paralel bir değişim izlemekte ve tahmin dönemi uzadıkça gerçekleşen RMD değerlerine yaklaştığı, dolayısıyla portföy RMD'sindeki değişimlerin yönünü önceden tahmin edebildiği görülmektedir.

Bunların yanında ARIMA modelleri için farklı otoregressif ve hareketli ortalama derecelerinde en iyi uygun modeller belirlenirken, GARCH modelleri için GARCH(1,1) modeli iki menkul kıymet hariç onbir menkul kıymet için en iyi uygun model olarak kullanılabilmiştir. Bu da GARCH(1,1) modelinin farklı p ve q değerleri için kurulan GARCH modelleri içinde en güçlü model olduğunu göstermekle birlikte, uygulama sırasında hatalarında değişen varyans olmadığı sürece GARCH(1,1) modelinin kullanılabileceğini göstermektedir. GARCH(1,1) modelinin en iyi uygun tahmin modeli olarak kullanılması ise ARIMA modellerinde olduğu gibi en iyi uygun modelin belirlenmesi için yapılması gereken işlem sayısını azaltacağından daha hızlı tahmin yapabilmeye imkan verecektir.

Sonuç olarak; sahip olduğu uygulama kolaylığından dolayı hızlı ve etkin kararlar alınması bakımından ve Ortalama-Varyans Modelindeki, portföy getirisinin menkul kıymet getirilerinin doğrusal bileşimi olmasına ve getirilerin normal dağılıma sahip olduğu varsayımına gösterdiği uygunluk bakımından Ortalama-Varyans Modeline göre belli bir getiri seviyesi için belirlenmiş optimal portföyün RMD'sinin hesaplanmasında Varyans-Kovaryans Yönteminin kullanılması gerekirken, RMD tahminlerinde RMD değerinin gerçeğe oldukça yakın bulunmak istenmesi durumunda, kısa dönemli tahminler için ARIMA modelleri, uzun dönemli tahminler için (çalışmamız için 38. günden sonrası için) hatalarında ARCH etkisi olmadığı sürece GARCH(1,1) modeli öncelikli olmak üzere GARCH modelleri kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Akgüç, Öztin :	**Finansal Yönetim**, 7. bs., İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 1998
Akgül, Işıl :	**Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri**, İstanbul, Der Yayınları, 2003
Akkum, Tülin ; Vuran, Bengü :	"Türk Sermaye Piyasasındaki Hisse Senedi Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörlerin Arbitraj Fiyatlama Modeli ile Analizi", **İşletme ve Finans Dergisi**, Sayı: 233. Sayının Eki, Ağustos 2005, ss. 28-45
Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu :	**Bankacılık Sektörü Yeniden Yapılandırma Programı: Eylem Planı**, Eylül 2001, (Çevirimiçi) http://www.bddk.org.tr/turkce/yayinlarveraporlar/rapor/yapilandirmaprogrami/bsyyp_eylem_plani.doc, 15 Temmuz 2006
Basle Committee on Banking Supervision :	**The Supervisory Treatment of Market Risk**, Nisan 1993, (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbs11a.pdf, 16 Temmuz 2006
Basle Committee on Banking Supervision :	**Risk Management Guidelines for Derivatives**, Temmuz 1994, (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbsc211.pdf, 16 Temmuz 2006
Basle Committee on Banking Supervision :	**Overview of Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risk**, Ocak 1996, (Çevirimiçi) http://www.bis.org/publ/bcbs23.pdf, 16 Temmuz 2006
Berk, Niyazi :	**Finansal Yönetim**, 5. bs., İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2000

Bolak, Mehmet : **Sermaye Piyasası, Menkul Kıymetler ve Portföy Analizi**, İstanbul, Beta Basım Yayın, Ocak 1991

Bollerslev, Tim : "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", **Journal of Econometrics**, Vol.: 31(3), 1986, ss. 307-327

Bolten, Steven E. : **Security Analysis and Portfolio Management: An Analytical Approach to Investments**, USA, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1972

Box, G.E.P.; Pierce, D. A. : "Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models", **Journal of American Statistical Association**, Vol.: 65, No: 332, Aralık 1970, ss. 1509-1526

Bozkurt, Ünal : **Menkul Değer Yatırımlarının Yönetimi**, İstanbul, İktisat Bankası Eğitim Yayınları, 1988

Brealey, Ricard A.; Myers, Steward C.; Markus, Alan J. : **İşletme Finansının Temelleri**, Çevirenler: Ünal Bozkurt, Türkan Arıkan, Hatice Doğukanlı, 3. bs., İstanbul, Literatür Yayıncılık, 2001

Brooks, Chris : **Introductory Econometrics for Finance**, Cambridge-UK, Cambridge Econometric Press, 2002

Dickey, David A.; Fuller, Wayne A. : "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", **Journal of American Statistical Association**, Vol.: 74, No: 336, Haziran 1979, ss. 427-431

Doğukanlı, Hatice; Acaravcı, Songül K.; Kandır, Serkan Y. : "İMKB Mali Sektör Şirketleri'nin Sistematik ve Sistematik Olmayan Risklerinin İncelenmesi", **İMKB Dergisi**, Cilt: 6, Sayı: 24, Ekim/Kasım/Aralık 2002, ss. 1-15

Dowd, Kevin : **Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management**, UK, John Wiley& Sons Ltd., 1998

Elton, Edwin J.; Gruber, Martin J.; Brown, Stephen J.; Goetzmann, William N.: **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**, 6th ed., USA, John Wiley&Sons Inc., 2003

Elton, Edwin J.; Gruber,Martin J. : "Modern Portfolio Theory, 1950 to date", **Journal of Banking and Finance**, Vol.: 21, Aralık 1997, ss. 1743-1759

Engle, Robert F. : "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", **Journal of Econometric Perspective**, Vol.: 15, No: 4, 2001, ss. 157-168

Engle, Robert F. : "Estimates of the Variance of U.S. Inflation Based upon the ARCH Model", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol.: 15, No: 3, Ağustos 1983, ss. 286-301

Engle, Robert F. : "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica,** Vol.: 50, No: 4, 1982, ss. 987-1007

Engle, Robert F.; Patton, Adrew J. : "What Good is a Volatility Model?", **Quantitative Finance**, Vol.: 1, 2001, ss. 237-245

Erdoğan, İlhan : **İşletme Yönetiminde Örgütsel Davranış**, İstanbul, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yayınları, 1999

Evans, J.; Archer, S. H. : "Diversification and Reduction of Dispersion, An Emprical Analysis", **Journal of Finance**, Vol.: 23, No: 5, Aralık 1968, ss. 761-767

Farell, James L. : **Portfolio Management: Theory and Application**, 2th ed., Singapure, The McGraw-Hill Companies Inc., 1997

Fermanian, Jean D.; Scaillet, Oliver : "Sensitivity Analysis of VaR and Expected Shortfall for Portfolios Under Netting Agreements", **Journal of Banking and Finance**, Vol.: 29, Nisan 2005, ss. 927-958

Fischer, Donald E.; Jordan, Ronald J. : **Security Analysis and Portfolio Management**, 2th ed., New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1979

Gökçe, Alp Gökçe : "Risk, Çeşitlendirme ve İMKB-30 Endeksinde İyi Çeşitlendirilmiş Bir Portföyün Büyüklüğünün Hesaplanması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe, Finansman ve Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, 2001

Gökçe, Atilla : "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Getirilerindeki Volatilitenin ARCH Teknikleri ile Ölçülmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 3, Sayı: 1, Bahar 2001, ss. 35-58

Gujarati, Damodar N. : **Temel Ekonometri**, Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, İstanbul, Literatür Yayıncılık, 1999

Hendricks, Darryll : "Evaluation of Value at Risk Models Using Historical Data", **Economic Policy Review**, Fedaral Reserve Bank of New York, Nisan 1996, ss. 39-70, (Çevirimiçi) http://www.newyorkfed.org/research/epr/96v02n1/9604hend.pdf, 20 Temmuz 2006

Holton, Gyne A. : **Value at Risk: Theory and Practice**, USA, Academic Press; Elsevier Science, 2003

Hull, John C. : **Options, Futures and Other Derivatives**, 6th ed., Prentice Hall, 2006

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası :	**Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Kılavuzu,** (Çevirimiçi) http://www.imkb.gov.tr/yayinlar/spkilavuzu.htm, 30 Haziran 2006
İstanbul Menkul Kıymetler Borsası :	**Aylık Bülten Dergisi**, Nisan 2006, (Çevirimiçi) http://www.imkb.gov.tr/veri.htm , 26 Haziran 2006
J.P. Morgan ve Reuters :	**Rismetriks Technical Document**, 4th ed., New York, 1996, (Çevirimiçi) http://www.riskmetrics.com/pdf/td4e.pdf , 15 Temmuz 2006
Jorion, Philippe :	**Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, Singapore, McGraw-Hill, International 2th ed., 2002
Jorion, Philippe :	"Portfolio Optimization in Practice", **Financial Analysts Journal**, Vol.: 48, No: 1, Ocak-Şubat 1992, ss. 68−74
Kapucu, Hakan :	"Value at Risk: Risk Ölçümünde Yeni Bir Yöntem ve Portföy Riskinin Ölçümü Üzerine Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Muhasebe Finansman Anabilim Dalı, İstanbul, 2003
Kıyılar, Murat; Eroğlu, Ergün :	"Tek Endeks Modeli ve Modelin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulaması", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi**, Cilt: 33, Sayı: 1, Nisan 2004, ss. 21-38

Kızılsu, Sabri Serkan; Aksoy, Sezgin; Kasap, Reşat : "Bazı Makro Ekonomik Zaman Dizilerinde Değişen Varyanslılığın İncelenmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,** Cilt: 3, Sayı: 1, Bahar 2001, ss. 1-18

Konuralp, Gürel : **Sermaye Piyasaları: Analizler, Kuramlar ve Portföy Yönetimi**, 2. bs., İstanbul, Alfa Basım Yayın, Mart 2005

Kurun, Engin : "Faiz Riskinin Riske Maruz Değer (RMD) Yöntemi ile Ölçümü ve Faiz Riski Yönteminde Türev Araçların Rolü, Bireysel Emeklilik Fonu Portföyü Uygulaması", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finansman Bilim Dalı, İstanbul, Haziran 2004

Mandacı, Pınar Evrim : "Türk Bankacılık Sektörünün Taşıdığı Riskler ve Finansal Krizi Aşmada Kullanılan Risk Ölçüm Teknikleri", **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 5, Sayı: 1, 2003, ss. 67-84

Markowitz, Henry : "Portfolio Selection", **Journal of Finance**, Vol.: VII, No: 1, Mart 1952, ss. 77-91

Mucuk, İsmet : **Modern İşletmecilik**, 12. bs, İstanbul, Türkmen Kitabevi, 2000

Newbold, Paul : **İşletme ve İktisat için İstatistik**, Çeviren: Ümit Şenesen, 4. bs., İstanbul, Literatür Yayıncılık, Ekim 2001

Orhunbilge, Neyran : **Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat İndeksleri**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın-Tunç Matbaacılık, 1999

Orhunbilge, Neyran : **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2000

Orhunbilge, Neyran : **Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri**, 2. bs., İstanbul, Avcıol Basım Yayın, 2000

Orhunbilge, Neyran : **Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon Analizi**, 2. bs., İstanbul, İ.Ü. Basım Yayın, 2002

Quantitive Micro Software : **Eviews 4 User's Guide**, USA, Şubat 2002

Riskmetriks Groups : **Risk Management: A Practical Guide**, 1st. ed., Ağustos 1999, (Çevirimiçi) http://www.riskmetrics.com/pdf/RMGuide.pdf, 15 Temmuz 2006

Sarıkamış, Cevat : **Sermaye Pazarları**, 3. bs., İstanbul, Alfa Basım Yayın, Ocak 1998

Sarıkovanlık, Vedat : "Ardaşık Bağlanımlı Modellerden Koşullu Değişken Varyans Volatilite Tahmini", **İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi**, Sayı: 54, Haziran 2006, ss. 3-16

Sarıkovanlık, Vedat : "Stock Market Volatility Forecasting and Performance Evaluation", **İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt: 35, Sayı: 1, Nisan 2006, ss. 33-70

Sarıoğlu, Serra Eren : "Değişkenlik Modelleri ve İMKB Hisse Senetleri Piyasası'nda Değişkenlik Modellerinin Kesitsel Olarak İrdelenmesi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe, Finans ve Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, 2006

Sendikalar Kanunu : (Çevirimiçi) http://www.csgb.gov.tr/mevzuat/2821_sendikalar_kanunu.htm, 18 Haziran 2006

Sevil, Güven : **Finansal Risk Yönetimi Çerçevesinde Piyasa Volatilitesinin Tahmini ve Portföy VaR Hesaplamaları**, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2001

Şahin, Hasan : **Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri**, Ankara, Turhan Kitapevi, Kasım 2004

Tekbaş, Mehmet Şükrü : "Hisse Senedi Riski ve Verimi ile Bir Portföy Modeli", **Banka ve Ekonomik Yorumlar Dergisi**, Sayı: 8, Ağustos 1989, ss. 27-39

Tezeller, Yavuz : **Türkiye Sermaye Piyasalarında Pazar Etkinliği**, İstanbul, İktisadi Araştırmalar Vakfı Yayınları, Aralık 2005

Tsay, Ruey S. : **Analysis of Financial Time Series: Financial Econometrics**, USA, John Willey&Sons, 2002

Türk Ticaret Kanunu : 14. bs., Ankara, Seçkin Yayınevi, Ekim 2004

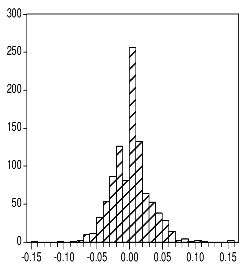
Ulucan, Aydın : "Markowitz Kuadratik Programlama ile Portföy Seçim Modeli Uygulaması: İMKB-30 Endeksi ile Aynı Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyün Belirlenmesi", **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt: 20, Sayı: 2, Aralık 2002, ss. 141-153

EK 1: Veri Aralığı Bitiş Tarihinde İMKB Ulusal-30 Endeksi Dahilinde İşlem Gören Menkul Kıymetler ve Bu Menkul Kıymetlerin Veri Aralığı Süresince Kapsamı Dahilinde İşlem Gördükleri İMKB Endeksleri

HİSSE KODU	**2002**			**2003**				**2004**				**2005**				**2006**	
	2. Ç.	**3.Ç.**	**4.Ç.**	**1.Ç.**	**2.Ç.**	**3.Ç.**	**4.Ç.**	**1.Ç.**	**2.Ç.**	**3.Ç.**	**4.Ç.**	**1.Ç.**	**2.Ç.**	**3.Ç.**	**4.Ç.**	**1.Ç.**	**2.Ç.**
	01.04	01.07	01.10	02.01	01.04	01.07	01.10	02.01	01.04	01.07	01.10	03.01	01.04	01.07	03.10	02.01	03.04
AKBNK	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
ARCLK	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
DOHOL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
DYHOL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
EREGL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
FINBN	XU050	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
FORTS	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30	XU30
GARAN	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
HURGZ	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
ISCTR	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
ISGYO	XU30	XU30	XU30	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
KCHOL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
MIGRS	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
PETKM	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30
PTOFS	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU050	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30	XU30
SAHOL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
SKBNK	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU050	XU050	XU30	XU30	XU30
SISE	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
TSKB	UPE	XU100	XU100	XU100	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	UPE	XU100	XU050	XU050	XU30	XU30
TNSAS	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
TOASO	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
TCELL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
TUPRS	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
THYAO	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU100	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
VESTL	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30
YKBNK	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30	XU30

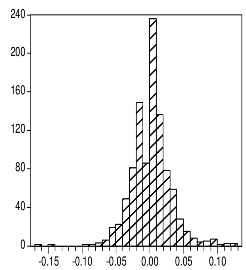
XU30; İMKB Ulusal- 30 Endeksi XU100; İMKB Ulusal- 100 Endeksi
XU050; İMKB Ulusal- 50 Endeksi UPE; İMKB Ulusal Pazar Endeksi

EK 2: Araştırma Kapsamı Dahilindeki Menkul Kıymet Getiri Serilerinin ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Getiri Serisinin Tanımsal İstatistik Değerleri ve Histogramları



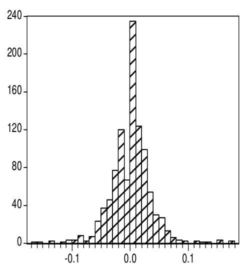
Series: AKBNK
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001804
Median	0,000000
Maximum	0,155739
Minimum	-0,140596
Std. Dev.	0,028603
Skewness	0,413843
Kurtosis	5,586691
Jarque-Bera	307,3348
Probability	0,000000



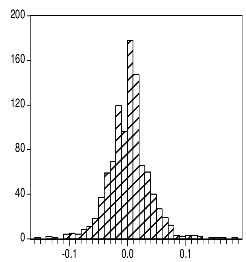
Series: ARCLK
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001448
Median	0,000000
Maximum	0,127230
Minimum	-0,168627
Std. Dev.	0,028926
Skewness	0,214091
Kurtosis	6,170182
Jarque-Bera	426,3915
Probability	0,000000



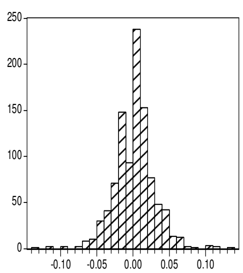
Series: DOHOL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001624
Median	0,000000
Maximum	0,177914
Minimum	-0,160343
Std. Dev.	0,033988
Skewness	0,147371
Kurtosis	6,912927
Jarque-Bera	641,5779
Probability	0,000000



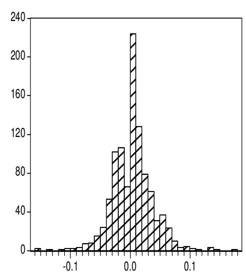
Series: DYHOL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001899
Median	0,000000
Maximum	0,182400
Minimum	-0,150763
Std. Dev.	0,035543
Skewness	0,205976
Kurtosis	5,648980
Jarque-Bera	299,4499
Probability	0,000000



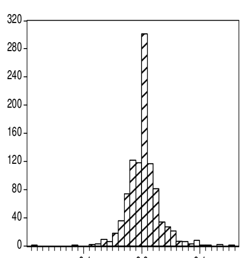
Series: EREGL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001727
Median	0,000000
Maximum	0,131907
Minimum	-0,137567
Std. Dev.	0,027150
Skewness	0,050810
Kurtosis	5,637394
Jarque-Bera	290,2572
Probability	0,000000



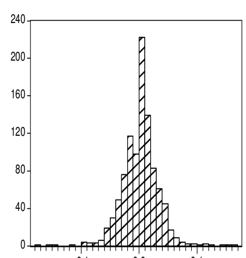
Series: FINBN
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,003327
Median	0,000000
Maximum	0,170046
Minimum	-0,157717
Std. Dev.	0,033665
Skewness	0,117316
Kurtosis	5,799898
Jarque-Bera	328,9368
Probability	0,000000



Series: FORTS
Sample 1 1000
Observations 1000

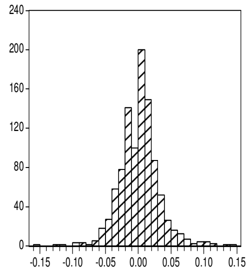
Mean	0,002489
Median	0,000000
Maximum	0,154170
Minimum	-0,188165
Std. Dev.	0,027538
Skewness	0,430864
Kurtosis	8,559961
Jarque-Bera	1318,989
Probability	0,000000



Series: GARAN
Sample 1 1000
Observations 1000

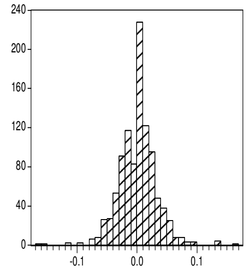
Mean	0,001771
Median	0,000000
Maximum	0,163621
Minimum	-0,170222
Std. Dev.	0,031191
Skewness	-0,021385
Kurtosis	7,156678
Jarque-Bera	719,9919
Probability	0,000000

EK 2 Devamı:



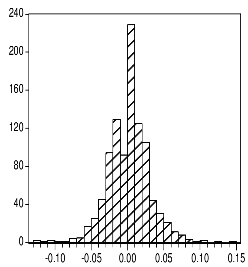
Series: HURGZ
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001314
Median	0,000000
Maximum	0,147123
Minimum	-0,159879
Std. Dev.	0,030102
Skewness	0,259422
Kurtosis	6,045959
Jarque-Bera	397,7945
Probability	0,000000



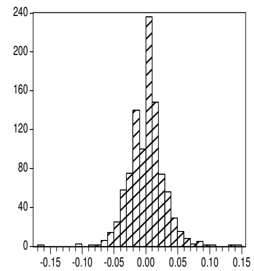
Series: ISCTR
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001235
Median	0,000000
Maximum	0,169914
Minimum	-0,163650
Std. Dev.	0,031116
Skewness	0,107355
Kurtosis	6,348912
Jarque-Bera	469,2212
Probability	0,000000



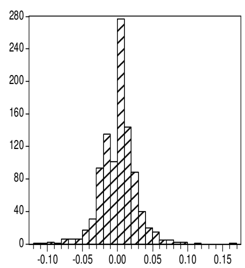
Series: ISGYO
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001475
Median	0,000000
Maximum	0,148345
Minimum	-0,125298
Std. Dev.	0,028515
Skewness	0,108333
Kurtosis	5,400897
Jarque-Bera	242,1355
Probability	0,000000



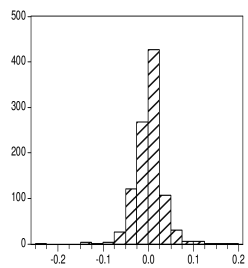
Series: KCHOL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,0009
Median	0,000000
Maximum	0,141406
Minimum	-0,165798
Std. Dev.	0,026872
Skewness	0,116384
Kurtosis	6,101706
Jarque-Bera	403,1151
Probability	0,000000



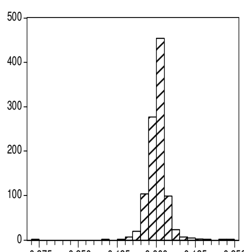
Series: MIGRS
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001039
Median	0,000000
Maximum	0,160353
Minimum	-0,112212
Std. Dev.	0,025239
Skewness	0,191064
Kurtosis	6,540015
Jarque-Bera	528,2385
Probability	0,000000



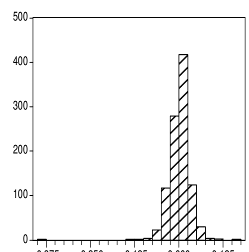
Series: PETKM
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	3,00E-12
Median	0,000000
Maximum	0,176456
Minimum	-0,226313
Std. Dev.	0,030032
Skewness	0,010804
Kurtosis	10,036990
Jarque-Bera	2063,318
Probability	0,000000



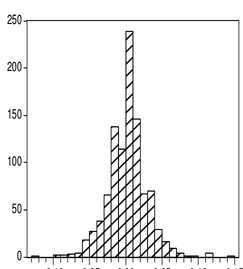
Series: PTOFS
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000801
Median	0,000000
Maximum	0,230521
Minimum	-0,392036
Std. Dev.	0,031667
Skewness	-0,887383
Kurtosis	33,236450
Jarque-Bera	38224,69
Probability	0,000000



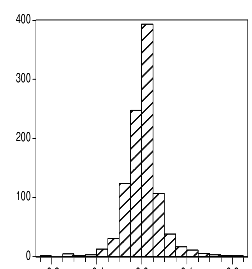
Series: SAHOL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000769
Median	0,000000
Maximum	0,155566
Minimum	-0,388030
Std. Dev.	0,029282
Skewness	-2,171600
Kurtosis	34,844580
Jarque-Bera	43039,18
Probability	0,000000



Series: SISE
Sample 1 1000
Observations 1000

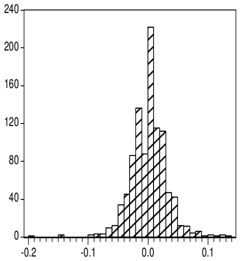
Mean	0,001761
Median	0,000000
Maximum	0,147259
Minimum	-0,125169
Std. Dev.	0,027096
Skewness	0,227022
Kurtosis	5,595109
Jarque-Bera	289,1979
Probability	0,000000



Series: SKBNK
Sample 1 1000
Observations 1000

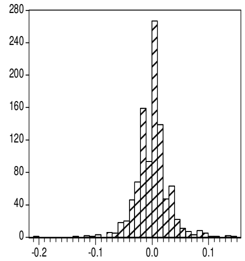
Mean	0,001917
Median	0,000000
Maximum	0,213387
Minimum	-0,209092
Std. Dev.	0,038365
Skewness	0,519548
Kurtosis	8,172923
Jarque-Bera	1159,952
Probability	0,000000

EK 2 Devamı:



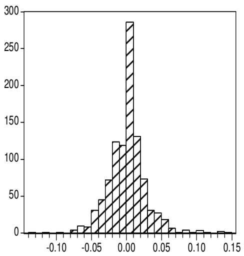
Series: TCELL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001299
Median	0,000000
Maximum	0,138137
Minimum	-0,196169
Std. Dev.	0,029882
Skewness	-0,153770
Kurtosis	6,979198
Jarque-Bera	663,6916
Probability	0,000000



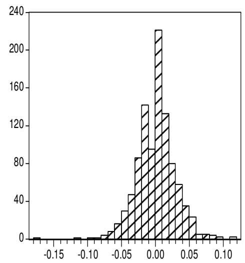
Series: THYAO
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000112
Median	0,000000
Maximum	0,147325
Minimum	-0,202027
Std. Dev.	0,029202
Skewness	0,015098
Kurtosis	8,320108
Jarque-Bera	1179,352
Probability	0,000000



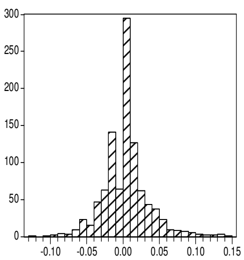
Series: TNSAS
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000482
Median	0,000000
Maximum	0,140357
Minimum	-0,130053
Std. Dev.	0,026417
Skewness	0,472357
Kurtosis	7,038036
Jarque-Bera	716,5923
Probability	0,000000



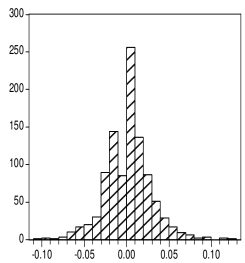
Series: TOASO
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000962
Median	0,000000
Maximum	0,116253
Minimum	-0,171136
Std. Dev.	0,027975
Skewness	-0,060311
Kurtosis	5,262108
Jarque-Bera	213,8201
Probability	0,000000



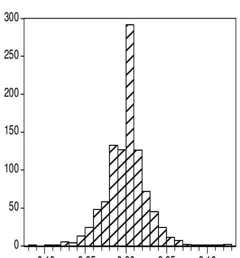
Series: TSKB
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,002842
Median	0,000000
Maximum	0,140645
Minimum	-0,120144
Std. Dev.	0,031267
Skewness	0,593233
Kurtosis	5,622060
Jarque-Bera	345,1207
Probability	0,000000



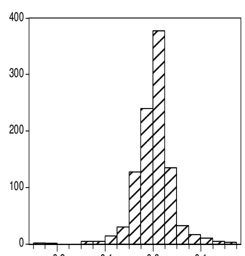
Series: TUPRS
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001735
Median	0,000000
Maximum	0,128250
Minimum	-0,109188
Std. Dev.	0,026971
Skewness	0,221820
Kurtosis	4,986302
Jarque-Bera	172,5921
Probability	0,000000



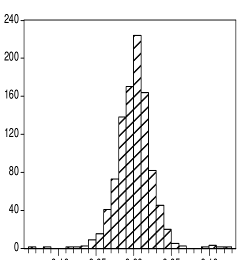
Series: VESTL
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,000351
Median	0,000000
Maximum	0,122602
Minimum	-0,116072
Std. Dev.	0,025314
Skewness	0,232397
Kurtosis	5,701135
Jarque-Bera	313,0067
Probability	0,000000



Series: YKBNK
Sample 1 1000
Observations 1000

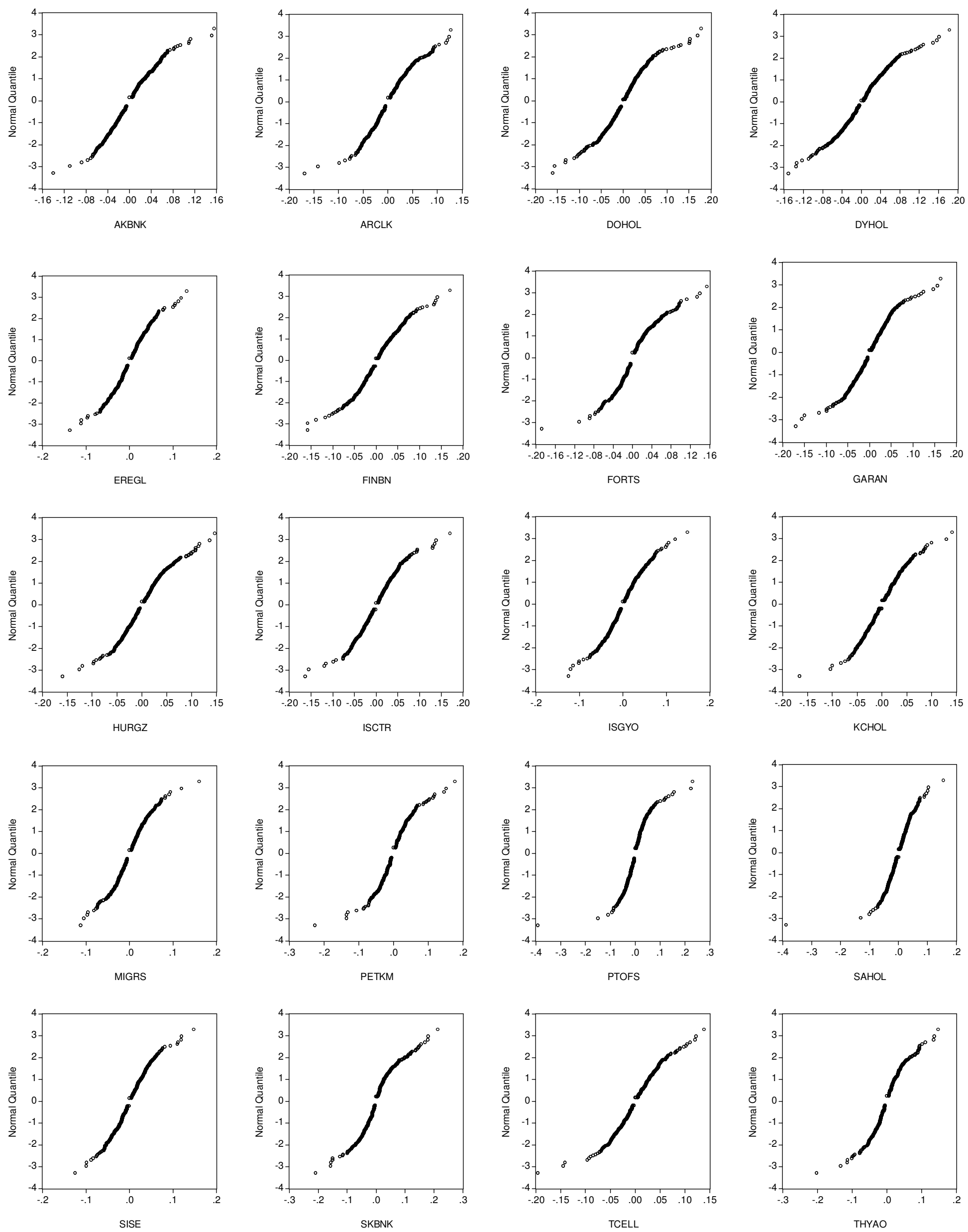
Mean	0,000725
Median	0,000000
Maximum	0,169899
Minimum	-0,241162
Std. Dev.	0,037891
Skewness	-0,310853
Kurtosis	9,269666
Jarque-Bera	1653,968
Probability	0,000000



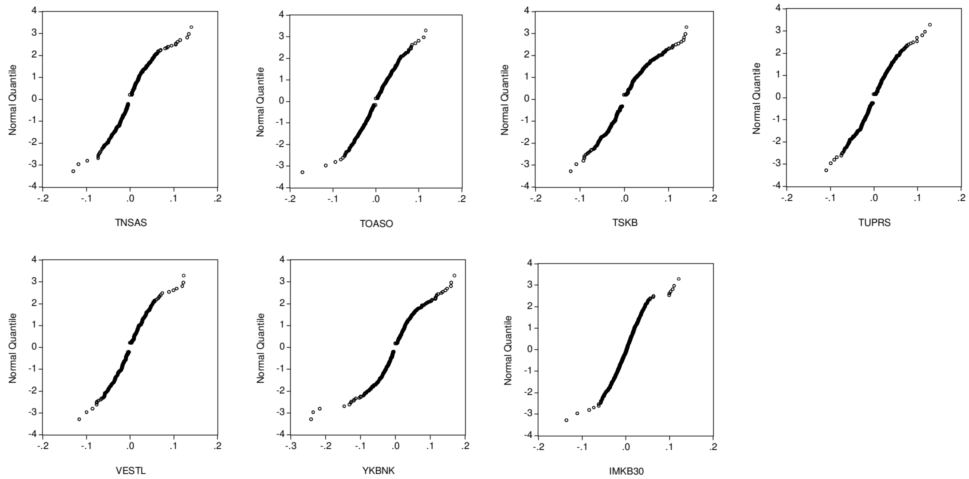
Series: IMKB30
Sample 1 1000
Observations 1000

Mean	0,001317
Median	0,002044
Maximum	0,121478
Minimum	-0,135893
Std. Dev.	0,022721
Skewness	0,063421
Kurtosis	7,179125
Jarque-Bera	728,3822
Probability	0,000000

EK 3: Araştırma Kapsamındaki Menkul Kıymet Getiri Serileri ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Getiri Serisi ile Normal Dağılımın Quantile-Quantile (QQ) Grafikleri



EK 3 Devamı:



EK 4: Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymet Getiri Serilerine ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Getiri Serisine Yapılan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on AKBNK
Null Hypothesis: AKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,07722	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on ARCLK
Null Hypothesis: ARCLK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-33,03072	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on DOHOL
Null Hypothesis: DOHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-33,72585	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on DYHOL
Null Hypothesis: DYHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,79137	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on EREGL
Null Hypothesis: EREGL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-33,19232	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on FINBN
Null Hypothesis: FINBN has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-30,86090	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on FORTS
Null Hypothesis: FORTS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-20,92538	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96727	
	5% level	-3,414323	
	10% level	-3,129283	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on GARAN
Null Hypothesis: GARAN has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-30,85207	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on HURGZ
Null Hypothesis: HURGZ has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-30,01426	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 4 Devamı:

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on ISCTR
Null Hypothesis: ISCTR has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,20820	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on ISGYO
Null Hypothesis: ISGYO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-31,77613	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on KCHOL
Null Hypothesis: KCHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,24334	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on MIGRS
Null Hypothesis: MIGRS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-33,78581	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on PETKM
Null Hypothesis: PETKM has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-31,98990	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on PTOFS
Null Hypothesis: PTOFS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-30,51036	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on SAHOL
Null Hypothesis: SAHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,00396	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on SISE
Null Hypothesis: SISE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-31,62565	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on SKBNK
Null Hypothesis: SKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-29,51215	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 4 Devamı:

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on TCELL
Null Hypothesis: TCELL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,79662	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on THYAO
Null Hypothesis: THYAO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,98730	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on TNSAS
Null Hypothesis: TNSAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,63951	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on TOASO
Null Hypothesis: TOASO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,52297	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on TSKB
Null Hypothesis: TSKB has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-30,86525	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on TUPRS
Null Hypothesis: TUPRS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-33,26955	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on VESTL
Null Hypothesis: VESTL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,80230	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on YKBNK
Null Hypothesis: YKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-28,68977	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented-Dickey Fuller Unit Root Test on IMKB30
Null Hypothesis: IMKB30 has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

		t-Statistic	Prob.
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32,25049	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 5: Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymet Getiri Serilerine ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Getiri Serisine Yapılan Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi

Phillips-Perron Unit Root Test on AKBNK
Null Hypothesis: AKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 19 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,74240	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on ARCLK
Null Hypothesis: ARCLK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 19 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-33,40960	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on DOHOL
Null Hypothesis: DOHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 3 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-33,74042	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on DYHOL
Null Hypothesis: DYHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 12 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,91495	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on EREGL
Null Hypothesis: EREGL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 6 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-33,16149	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on FINBN
Null Hypothesis: FINBN has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 8 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-30,85798	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on FORTS
Null Hypothesis: FORTS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 8 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,87273	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on GARAN
Null Hypothesis: GARAN has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 10 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-30,86020	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on HURGZ
Null Hypothesis: HURGZ has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-29,99041	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,967261	
	5% level	-3,414318	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 5 Devamı:

Phillips-Perron Unit Root Test on ISCTR
Null Hypothesis: ISCTR has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,20466	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on ISGYO
Null Hypothesis: ISGYO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 3 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-31,77598	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on KCHOL
Null Hypothesis: KCHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 9 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,25726	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on MIGRS
Null Hypothesis: MIGRS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-34,08280	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on PETKM
Null Hypothesis: PETKM has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 5 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-31,98776	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on PTOFS
Null Hypothesis: PTOFS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 15 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-30,57210	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on SAHOL
Null Hypothesis: SAHOL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 10 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,00148	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on SISE
Null Hypothesis: SISE has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-31,62587	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on SKBNK
Null Hypothesis: SKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 5 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-29,46384	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 5 Devamı:

Phillips-Perron Unit Root Test on TCELL
Null Hypothesis: TCELL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 8 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,84779	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on THYAO
Null Hypothesis: THYAO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 14 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,95772	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on TNSAS
Null Hypothesis: TNSAS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 2 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,66351	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on TOASO
Null Hypothesis: TOASO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 4 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,51294	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on TSKB
Null Hypothesis: TSKB has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 11 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-30,88254	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on TUPRS
Null Hypothesis: TUPRS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 10 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-33,33763	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on VESTL
Null Hypothesis: VESTL has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 9 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,83154	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on YKBNK
Null Hypothesis: YKBNK has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 1 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-28,68926	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Phillips-Perron Unit Root Test on IMKB30
Null Hypothesis: IMKB30 has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 13 (Newey-West using Bartlett kernel)

		Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic		-32,28385	0,00000
Test critical values:	1% level	-3,96726	
	5% level	-3,41432	
	10% level	-3,12928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

EK 6: Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymetlerden ve İMKB Ulusal-30 Endeksinden Oluşan Korelasyon Matrisi

	AKBNK	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	FORTS	GARAN	HURGZ	ISCTR	ISGYO	KCHOL	MIGRS	PETKM	PTOFS	SAHOL
AKBNK	1	0,6393	0,6709	0,5982	0,6009	0,5627	0,5320	0,6820	0,6236	0,7179	0,5228	0,6852	0,5274	0,4932	0,4551	0,6410
ARCLK	0,6393	1	0,6523	0,5916	0,6018	0,5747	0,5131	0,6212	0,6091	0,6355	0,5739	0,6288	0,5408	0,5086	0,4337	0,5938
DOHOL	0,6709	0,6523	1	0,7309	0,6589	0,6221	0,5755	0,7188	0,6861	0,7327	0,6044	0,7076	0,5587	0,5424	0,4589	0,6502
DYHOL	0,5982	0,5916	0,7309	1	0,5734	0,5438	0,4866	0,6339	0,6503	0,6122	0,5228	0,6227	0,5200	0,4953	0,3790	0,5525
EREGL	0,6009	0,6018	0,6589	0,5734	1	0,5588	0,4744	0,6175	0,5601	0,6427	0,5621	0,6418	0,5174	0,5009	0,4239	0,5826
FINBN	0,5627	0,5747	0,6221	0,5438	0,5588	1	0,5542	0,6316	0,5270	0,6543	0,5539	0,5700	0,5080	0,4859	0,3952	0,5556
FORTS	0,5320	0,5131	0,5755	0,4866	0,4744	0,5542	1	0,5416	0,5012	0,5447	0,4653	0,4887	0,4350	0,4120	0,3217	0,4735
GARAN	0,6820	0,6212	0,7188	0,6339	0,6175	0,6316	0,5416	1	0,6419	0,7531	0,5802	0,6713	0,5626	0,5153	0,4114	0,6367
HURGZ	0,6236	0,6091	0,6861	0,6503	0,5601	0,5270	0,5012	0,6419	1	0,6416	0,5312	0,6431	0,5158	0,4489	0,4010	0,5921
ISCTR	0,7179	0,6355	0,7327	0,6122	0,6427	0,6543	0,5447	0,7531	0,6416	1	0,6333	0,6955	0,5859	0,5183	0,4560	0,6586
ISGYO	0,5228	0,5739	0,6044	0,5228	0,5621	0,5539	0,4653	0,5802	0,5312	0,6333	1	0,5805	0,4946	0,4732	0,4018	0,5186
KCHOL	0,6852	0,6288	0,7076	0,6227	0,6418	0,5700	0,4887	0,6713	0,6431	0,6955	0,5805	1	0,5708	0,5215	0,4736	0,6898
MIGRS	0,5274	0,5408	0,5587	0,5200	0,5174	0,5080	0,4350	0,5626	0,5158	0,5859	0,4946	0,5708	1	0,4277	0,3591	0,4969
PETKM	0,4932	0,5086	0,5424	0,4953	0,5009	0,4859	0,4120	0,5153	0,4489	0,5183	0,4732	0,5215	0,4277	1	0,4238	0,4890
PTOFS	0,4551	0,4337	0,4589	0,3790	0,4239	0,3952	0,3217	0,4114	0,4010	0,4560	0,4018	0,4736	0,3591	0,4238	1	0,4256
SAHOL	0,6410	0,5938	0,6502	0,5525	0,5826	0,5556	0,4735	0,6367	0,5921	0,6586	0,5186	0,6898	0,4969	0,4890	0,4256	1
SISE	0,6427	0,6073	0,7026	0,6034	0,6142	0,5990	0,4950	0,6645	0,6017	0,6866	0,6122	0,6730	0,5656	0,4983	0,4268	0,6205
SKBNK	0,3811	0,4276	0,4453	0,3989	0,3774	0,4708	0,3944	0,4516	0,3907	0,4703	0,4387	0,4016	0,3426	0,3698	0,2795	0,3616
TCELL	0,5853	0,5096	0,5686	0,5069	0,5666	0,5140	0,4165	0,5929	0,5060	0,5846	0,4580	0,5863	0,4890	0,4365	0,3995	0,5559
THYAO	0,4974	0,5365	0,5906	0,5113	0,5510	0,4779	0,4145	0,5240	0,4996	0,5706	0,5157	0,5591	0,4575	0,5691	0,4374	0,5182
TNSAS	0,5526	0,5402	0,5914	0,5060	0,5368	0,5432	0,4727	0,6171	0,5134	0,5955	0,5172	0,5677	0,5353	0,4581	0,3805	0,5085
TOASO	0,5917	0,6317	0,6554	0,5745	0,6155	0,5887	0,4618	0,6278	0,5762	0,6724	0,5650	0,6686	0,5283	0,5035	0,4311	0,6179
TSKB	0,4654	0,4438	0,4929	0,4337	0,4674	0,4684	0,4340	0,4952	0,4490	0,5408	0,4617	0,4768	0,4381	0,4243	0,3403	0,4552
TUPRS	0,5369	0,5334	0,5891	0,5454	0,5903	0,5285	0,4734	0,5796	0,5270	0,5990	0,4899	0,5710	0,4878	0,4557	0,3718	0,5449
VESTL	0,6571	0,6580	0,7219	0,6176	0,6505	0,6224	0,5079	0,6725	0,6395	0,7188	0,6068	0,7054	0,5564	0,5061	0,4631	0,6465
YKBNK	0,4359	0,4309	0,5146	0,3971	0,4189	0,4143	0,3810	0,5123	0,4127	0,5071	0,3893	0,4440	0,3345	0,3629	0,3440	0,4176
İMKB-30	0,8436	0,7617	0,8401	0,7407	0,7694	0,7371	0,6308	0,8512	0,7509	0,8899	0,6895	0,8279	0,6808	0,6165	0,5507	0,7738

EK 6 Devamı:

	SISE	SKBNK	TCELL	THYAO	TNSAS	TOASO	TSKB	TUPRS	VESTL	YKBNK	İMKB-30
AKBNK	0,6427	0,3811	0,5853	0,4974	0,5526	0,5917	0,4654	0,5369	0,6571	0,4359	0,8436
ARCLK	0,6073	0,4276	0,5096	0,5365	0,5402	0,6317	0,4438	0,5334	0,6580	0,4309	0,7617
DOHOL	0,7026	0,4453	0,5686	0,5906	0,5914	0,6554	0,4929	0,5891	0,7219	0,5146	0,8401
DYHOL	0,6034	0,3989	0,5069	0,5113	0,5060	0,5745	0,4337	0,5454	0,6176	0,3971	0,7407
EREGL	0,6142	0,3774	0,5666	0,5510	0,5368	0,6155	0,4674	0,5903	0,6505	0,4189	0,7694
FINBN	0,5990	0,4708	0,5140	0,4779	0,5432	0,5887	0,4684	0,5285	0,6224	0,4143	0,7371
FORTS	0,4950	0,3944	0,4165	0,4145	0,4727	0,4618	0,4340	0,4734	0,5079	0,3810	0,6308
GARAN	0,6645	0,4516	0,5929	0,5240	0,6171	0,6278	0,4952	0,5796	0,6725	0,5123	0,8512
HURGZ	0,6017	0,3907	0,5060	0,4996	0,5134	0,5762	0,4490	0,5270	0,6395	0,4127	0,7509
ISCTR	0,6866	0,4703	0,5846	0,5706	0,5955	0,6724	0,5408	0,5990	0,7188	0,5071	0,8899
ISGYO	0,6122	0,4387	0,4580	0,5157	0,5172	0,5650	0,4617	0,4899	0,6068	0,3893	0,6895
KCHOL	0,6730	0,4016	0,5863	0,5591	0,5677	0,6686	0,4768	0,5710	0,7054	0,4440	0,8279
MIGRS	0,5656	0,3426	0,4890	0,4575	0,5353	0,5283	0,4381	0,4878	0,5564	0,3345	0,6808
PETKM	0,4983	0,3698	0,4365	0,5691	0,4581	0,5035	0,4243	0,4557	0,5061	0,3629	0,6165
PTOFS	0,4268	0,2795	0,3995	0,4374	0,3805	0,4311	0,3403	0,3718	0,4631	0,3440	0,5507
SAHOL	0,6205	0,3616	0,5559	0,5182	0,5085	0,6179	0,4552	0,5449	0,6465	0,4176	0,7738
SISE	1	0,4113	0,5277	0,5618	0,5638	0,6295	0,5090	0,5638	0,6803	0,4557	0,7887
SKBNK	0,4113	1	0,3276	0,3837	0,3773	0,3731	0,4252	0,4047	0,4336	0,3035	0,5048
TCELL	0,5277	0,3276	1	0,4731	0,4862	0,5583	0,4233	0,4818	0,5787	0,4150	0,7318
THYAO	0,5618	0,3837	0,4731	1	0,4701	0,5632	0,4451	0,5023	0,5625	0,3606	0,6518
TNSAS	0,5638	0,3773	0,4862	0,4701	1	0,5451	0,4352	0,4755	0,5833	0,3957	0,6855
TOASO	0,6295	0,3731	0,5583	0,5632	0,5451	1	0,4299	0,5417	0,6739	0,4072	0,7678
TSKB	0,5090	0,4252	0,4233	0,4451	0,4352	0,4299	1	0,4465	0,4891	0,3436	0,5898
TUPRS	0,5638	0,4047	0,4818	0,5023	0,4755	0,5417	0,4465	1	0,5626	0,3704	0,7185
VESTL	0,6803	0,4336	0,5787	0,5625	0,5833	0,6739	0,4891	0,5626	1	0,4624	0,8183
YKBNK	0,4557	0,3035	0,4150	0,3606	0,3957	0,4072	0,3436	0,3704	0,4624	1	0,5852
İMKB-30	0,7887	0,5048	0,7318	0,6518	0,6855	0,7678	0,5898	0,7185	0,8183	0,5852	1

EK 7: Araştırma Kapsamına Giren Menkul Kıymetlerden ve İMKB Ulusal-30 Endeksinden Oluşan Kovaryans Matrisi

	AKBNK	**ARCLK**	**DOHOL**	**DYHOL**	**EREGL**	**FINBN**	**FORTS**	**GARAN**	**HURGZ**	**ISCTR**	**ISGYO**	**KCHOL**	**MIGRS**
AKBNK	0,00082	0,00053	0,00065	0,00061	0,00047	0,00054	0,00042	0,00061	0,00054	0,00064	0,00043	0,00053	0,00038
ARCLK	0,00053	0,00084	0,00064	0,00061	0,00047	0,00056	0,00041	0,00056	0,00053	0,00057	0,00047	0,00049	0,00039
DOHOL	0,00065	0,00064	0,00115	0,00088	0,00061	0,00071	0,00054	0,00076	0,00070	0,00077	0,00059	0,00065	0,00048
DYHOL	0,00061	0,00061	0,00088	0,00126	0,00055	0,00065	0,00048	0,00070	0,00070	0,00068	0,00053	0,00059	0,00047
EREGL	0,00047	0,00047	0,00061	0,00055	0,00074	0,00051	0,00035	0,00052	0,00046	0,00054	0,00043	0,00047	0,00035
FINBN	0,00054	0,00056	0,00071	0,00065	0,00051	0,00113	0,00051	0,00066	0,00053	0,00068	0,00053	0,00052	0,00043
FORTS	0,00042	0,00041	0,00054	0,00048	0,00035	0,00051	0,00076	0,00046	0,00042	0,00047	0,00036	0,00036	0,00030
GARAN	0,00061	0,00056	0,00076	0,00070	0,00052	0,00066	0,00046	0,00097	0,00060	0,00073	0,00052	0,00056	0,00044
HURGZ	0,00054	0,00053	0,00070	0,00070	0,00046	0,00053	0,00042	0,00060	0,00091	0,00060	0,00046	0,00052	0,00039
ISCTR	0,00064	0,00057	0,00077	0,00068	0,00054	0,00068	0,00047	0,00073	0,00060	0,00097	0,00056	0,00058	0,00046
ISGYO	0,00043	0,00047	0,00059	0,00053	0,00043	0,00053	0,00036	0,00052	0,00046	0,00056	0,00081	0,00044	0,00036
KCHOL	0,00053	0,00049	0,00065	0,00059	0,00047	0,00052	0,00036	0,00056	0,00052	0,00058	0,00044	0,00072	0,00039
MIGRS	0,00038	0,00039	0,00048	0,00047	0,00035	0,00043	0,00030	0,00044	0,00039	0,00046	0,00036	0,00039	0,00064
PETKM	0,00042	0,00044	0,00055	0,00053	0,00041	0,00049	0,00034	0,00048	0,00041	0,00048	0,00040	0,00042	0,00032
PTOFS	0,00041	0,00040	0,00049	0,00043	0,00036	0,00042	0,00028	0,00041	0,00038	0,00045	0,00036	0,00040	0,00029
SAHOL	0,00054	0,00050	0,00065	0,00057	0,00046	0,00055	0,00038	0,00058	0,00052	0,00060	0,00043	0,00054	0,00037
SISE	0,00050	0,00048	0,00065	0,00058	0,00045	0,00055	0,00037	0,00056	0,00049	0,00058	0,00047	0,00049	0,00039
SKBNK	0,00042	0,00047	0,00058	0,00054	0,00039	0,00061	0,00042	0,00054	0,00045	0,00056	0,00048	0,00041	0,00033
TCELL	0,00050	0,00044	0,00058	0,00054	0,00046	0,00052	0,00034	0,00055	0,00045	0,00054	0,00039	0,00047	0,00037
THYAO	0,00042	0,00045	0,00059	0,00053	0,00044	0,00047	0,00033	0,00048	0,00044	0,00052	0,00043	0,00044	0,00034
TNSAS	0,00042	0,00041	0,00053	0,00047	0,00038	0,00048	0,00034	0,00051	0,00041	0,00049	0,00039	0,00040	0,00036
TOASO	0,00047	0,00051	0,00062	0,00057	0,00047	0,00055	0,00036	0,00055	0,00048	0,00058	0,00045	0,00050	0,00037
TSKB	0,00042	0,00040	0,00052	0,00048	0,00040	0,00049	0,00037	0,00048	0,00042	0,00053	0,00041	0,00040	0,00035
TUPRS	0,00041	0,00042	0,00054	0,00052	0,00043	0,00048	0,00035	0,00049	0,00043	0,00050	0,00038	0,00041	0,00033
VESTL	0,00048	0,00048	0,00062	0,00056	0,00045	0,00053	0,00035	0,00053	0,00049	0,00057	0,00044	0,00048	0,00036
YKBNK	0,00061	0,00061	0,00085	0,00069	0,00055	0,00068	0,00051	0,00078	0,00061	0,00077	0,00054	0,00058	0,00041
İMKB-30	0,00055	0,00050	0,00065	0,00060	0,00047	0,00056	0,00039	0,00060	0,00051	0,00063	0,00045	0,00051	0,00039

EK 7 Devamı:

	PETKM	PTOFS	SAHOL	SISE	SKBNK	TCELL	THYAO	TNSAS	TOASO	TSKB	TUPRS	VESTL	YKBNK
AKBNK	0,00042	0,00041	0,00054	0,00050	0,00042	0,00050	0,00042	0,00042	0,00047	0,00042	0,00041	0,00048	0,00061
ARCLK	0,00044	0,00040	0,00050	0,00048	0,00047	0,00044	0,00045	0,00041	0,00051	0,00040	0,00042	0,00048	0,00061
DOHOL	0,00055	0,00049	0,00065	0,00065	0,00058	0,00058	0,00059	0,00053	0,00062	0,00052	0,00054	0,00062	0,00085
DYHOL	0,00053	0,00043	0,00057	0,00058	0,00054	0,00054	0,00053	0,00047	0,00057	0,00048	0,00052	0,00056	0,00069
EREGL	0,00041	0,00036	0,00046	0,00045	0,00039	0,00046	0,00044	0,00038	0,00047	0,00040	0,00043	0,00045	0,00055
FINBN	0,00049	0,00042	0,00055	0,00055	0,00061	0,00052	0,00047	0,00048	0,00055	0,00049	0,00048	0,00053	0,00068
FORTS	0,00034	0,00028	0,00038	0,00037	0,00042	0,00034	0,00033	0,00034	0,00036	0,00037	0,00035	0,00035	0,00051
GARAN	0,00048	0,00041	0,00058	0,00056	0,00054	0,00055	0,00048	0,00051	0,00055	0,00048	0,00049	0,00053	0,00078
HURGZ	0,00041	0,00038	0,00052	0,00049	0,00045	0,00045	0,00044	0,00041	0,00048	0,00042	0,00043	0,00049	0,00061
ISCTR	0,00048	0,00045	0,00060	0,00058	0,00056	0,00054	0,00052	0,00049	0,00058	0,00053	0,00050	0,00057	0,00077
ISGYO	0,00040	0,00036	0,00043	0,00047	0,00048	0,00039	0,00043	0,00039	0,00045	0,00041	0,00038	0,00044	0,00054
KCHOL	0,00042	0,00040	0,00054	0,00049	0,00041	0,00047	0,00044	0,00040	0,00050	0,00040	0,00041	0,00048	0,00058
MIGRS	0,00032	0,00029	0,00037	0,00039	0,00033	0,00037	0,00034	0,00036	0,00037	0,00035	0,00033	0,00036	0,00041
PETKM	0,00090	0,00040	0,00043	0,00041	0,00043	0,00039	0,00050	0,00036	0,00042	0,00040	0,00037	0,00038	0,00053
PTOFS	0,00040	0,00100	0,00039	0,00037	0,00034	0,00038	0,00040	0,00032	0,00038	0,00034	0,00032	0,00037	0,00053
SAHOL	0,00043	0,00039	0,00086	0,00049	0,00041	0,00049	0,00044	0,00039	0,00051	0,00042	0,00043	0,00048	0,00060
SISE	0,00041	0,00037	0,00049	0,00073	0,00043	0,00043	0,00044	0,00040	0,00048	0,00043	0,00041	0,00047	0,00060
SKBNK	0,00043	0,00034	0,00041	0,00043	0,00147	0,00038	0,00043	0,00038	0,00040	0,00051	0,00042	0,00042	0,00057
TCELL	0,00039	0,00038	0,00049	0,00043	0,00038	0,00089	0,00041	0,00038	0,00047	0,00040	0,00039	0,00044	0,00060
THYAO	0,00050	0,00040	0,00044	0,00044	0,00043	0,00041	0,00085	0,00036	0,00046	0,00041	0,00040	0,00042	0,00051
TNSAS	0,00036	0,00032	0,00039	0,00040	0,00038	0,00038	0,00036	0,00070	0,00040	0,00036	0,00034	0,00039	0,00051
TOASO	0,00042	0,00038	0,00051	0,00048	0,00040	0,00047	0,00046	0,00040	0,00078	0,00038	0,00041	0,00048	0,00056
TSKB	0,00040	0,00034	0,00042	0,00043	0,00051	0,00040	0,00041	0,00036	0,00038	0,00098	0,00038	0,00039	0,00052
TUPRS	0,00037	0,00032	0,00043	0,00041	0,00042	0,00039	0,00040	0,00034	0,00041	0,00038	0,00073	0,00038	0,00049
VESTL	0,00038	0,00037	0,00048	0,00047	0,00042	0,00044	0,00042	0,00039	0,00048	0,00039	0,00038	0,00064	0,00057
YKBNK	0,00053	0,00053	0,00060	0,00060	0,00057	0,00060	0,00051	0,00051	0,00056	0,00052	0,00049	0,00057	0,00238
İMKB-30	0,00042	0,00040	0,00051	0,00049	0,00044	0,00050	0,00043	0,00041	0,00049	0,00042	0,00044	0,00047	0,00065

EK 8: Araştırma Kapsamındaki Menkul Kıymetlerin Eşit Ağırlıklandırılmış Kovaryans Matrisi

			AKBNK	ARCLK	DOHOL	DYHOL	EREGL	FINBN	FORTS	GARAN	HURGZ	ISCTR	ISGYO	KCHOL	MIGRS
	Ağırlık	**Standart Sapma**													
AKBNK	0,038462	0,02859	0,0000012	0,0000008	0,0000010	0,0000009	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000009	0,0000008	0,0000009	0,0000006	0,0000008	0,0000006
ARCLK	0,038462	0,02891	0,0000008	0,0000012	0,0000009	0,0000009	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000007	0,0000006
DOHOL	0,038462	0,03397	0,0000010	0,0000009	0,0000017	0,0000013	0,0000009	0,0000011	0,0000008	0,0000011	0,0000010	0,0000011	0,0000009	0,0000010	0,0000007
DYHOL	0,038462	0,03553	0,0000009	0,0000009	0,0000013	0,0000019	0,0000008	0,0000010	0,0000007	0,0000010	0,0000010	0,0000010	0,0000008	0,0000009	0,0000007
EREGL	0,038462	0,02714	0,0000007	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000011	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005
FINBN	0,038462	0,03365	0,0000008	0,0000008	0,0000011	0,0000010	0,0000008	0,0000017	0,0000008	0,0000010	0,0000008	0,0000010	0,0000008	0,0000008	0,0000006
FORTS	0,038462	0,02752	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000005	0,0000008	0,0000011	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000005	0,0000004
GARAN	0,038462	0,03118	0,0000009	0,0000008	0,0000011	0,0000010	0,0000008	0,0000010	0,0000007	0,0000014	0,0000009	0,0000011	0,0000008	0,0000008	0,0000007
HURGZ	0,038462	0,03009	0,0000008	0,0000008	0,0000010	0,0000010	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000009	0,0000013	0,0000009	0,0000007	0,0000008	0,0000006
ISCTR	0,038462	0,03110	0,0000009	0,0000008	0,0000011	0,0000010	0,0000008	0,0000010	0,0000007	0,0000011	0,0000009	0,0000014	0,0000008	0,0000009	0,0000007
ISGYO	0,038462	0,02850	0,0000006	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000006	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000012	0,0000007	0,0000005
KCHOL	0,038462	0,02686	0,0000008	0,0000007	0,0000010	0,0000009	0,0000007	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000008	0,0000009	0,0000007	0,0000011	0,0000006
MIGRS	0,038462	0,02523	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000005	0,0000006	0,0000004	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000006	0,0000009
PETKM	0,038462	0,03002	0,0000006	0,0000007	0,0000008	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000005
PTOFS	0,038462	0,03165	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000004	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000006	0,0000004
SAHOL	0,038462	0,02927	0,0000008	0,0000007	0,0000010	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000009	0,0000008	0,0000009	0,0000006	0,0000008	0,0000005
SISE	0,038462	0,02708	0,0000007	0,0000007	0,0000010	0,0000009	0,0000007	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000009	0,0000007	0,0000007	0,0000006
SKBNK	0,038462	0,03835	0,0000006	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000006	0,0000009	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000005
TCELL	0,038462	0,02987	0,0000007	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005
THYAO	0,038462	0,02919	0,0000006	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000007	0,0000006	0,0000008	0,0000006	0,0000006	0,0000005
TNSAS	0,038462	0,02640	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000005
TOASO	0,038462	0,02796	0,0000007	0,0000008	0,0000009	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000009	0,0000007	0,0000007	0,0000006
TSKB	0,038462	0,03125	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000008	0,0000006	0,0000006	0,0000005
TUPRS	0,038462	0,02696	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000005
VESTL	0,038462	0,02530	0,0000007	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000005	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000007	0,0000005
YKBNK	0,038462	0,04876	0,0000009	0,0000009	0,0000013	0,0000010	0,0000008	0,0000010	0,0000008	0,0000012	0,0000009	0,0000011	0,0000008	0,0000009	0,0000006
Toplam	1														

EK 8 Devamı:

			PETKM	PTOFS	SAHOL	SISE	SKBNK	TCELL	THYAO	TNSAS	TOASO	TSKB	TUPRS	VESTL	YKBNK
	Ağırlık	**Standart Sapma**													
AKBNK	0,038462	0,02859	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
ARCLK	0,038462	0,02891	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000007	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000008	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
DOHOL	0,038462	0,03397	0,0000008	0,0000007	0,0000010	0,0000010	0,0000009	0,0000009	0,0000009	0,0000008	0,0000009	0,0000008	0,0000008	0,0000009	0,0000013
DYHOL	0,038462	0,03553	0,0000008	0,0000006	0,0000008	0,0000009	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000008	0,0000010
EREGL	0,038462	0,02714	0,0000006	0,0000005	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000008
FINBN	0,038462	0,03365	0,0000007	0,0000006	0,0000008	0,0000008	0,0000009	0,0000008	0,0000007	0,0000007	0,0000008	0,0000007	0,0000007	0,0000008	0,0000010
FORTS	0,038462	0,02752	0,0000005	0,0000004	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000008
GARAN	0,038462	0,03118	0,0000007	0,0000006	0,0000009	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000007	0,0000008	0,0000012
HURGZ	0,038462	0,03009	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
ISCTR	0,038462	0,03110	0,0000007	0,0000007	0,0000009	0,0000009	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000009	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000011
ISGYO	0,038462	0,02850	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000008
KCHOL	0,038462	0,02686	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
MIGRS	0,038462	0,02523	0,0000005	0,0000004	0,0000005	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000006
PETKM	0,038462	0,03002	0,0000013	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000008
PTOFS	0,038462	0,03165	0,0000006	0,0000015	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000005	0,0000008
SAHOL	0,038462	0,02927	0,0000006	0,0000006	0,0000013	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
SISE	0,038462	0,02708	0,0000006	0,0000005	0,0000007	0,0000011	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000009
SKBNK	0,038462	0,03835	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000022	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000006	0,0000006	0,0000008
TCELL	0,038462	0,02987	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000013	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000009
THYAO	0,038462	0,02919	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000013	0,0000005	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000008
TNSAS	0,038462	0,02640	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000005	0,0000010	0,0000006	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000008
TOASO	0,038462	0,02796	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000012	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000008
TSKB	0,038462	0,03125	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000008	0,0000006	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000014	0,0000006	0,0000006	0,0000008
TUPRS	0,038462	0,02696	0,0000005	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000005	0,0000006	0,0000006	0,0000011	0,0000006	0,0000007
VESTL	0,038462	0,02530	0,0000006	0,0000005	0,0000007	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000006	0,0000007	0,0000006	0,0000006	0,0000009	0,0000008
YKBNK	0,038462	0,04876	0,0000008	0,0000008	0,0000009	0,0000009	0,0000008	0,0000009	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000008	0,0000007	0,0000008	0,0000035
Toplam	1														
		Portföyün Varyansı	0,00049599				**Portföyün Standart Sapması**	0,02227087				**Portföyün Beklenen Getirisi**	0,00134179		

EK 9: Araştırma Kapsamındaki Menkul Kıymetlerden En Az Pazar Endeksi Olarak Alınan İMKB Ulusal-30 Endeksi Kadar Getiri Sağlayacak Şekilde Oluşturulmuş Optimal Portföyün Ağırlıklandırılmış Kovaryans Matrisi ve Çözücü Eklentisinin Ekran Görüntüsü

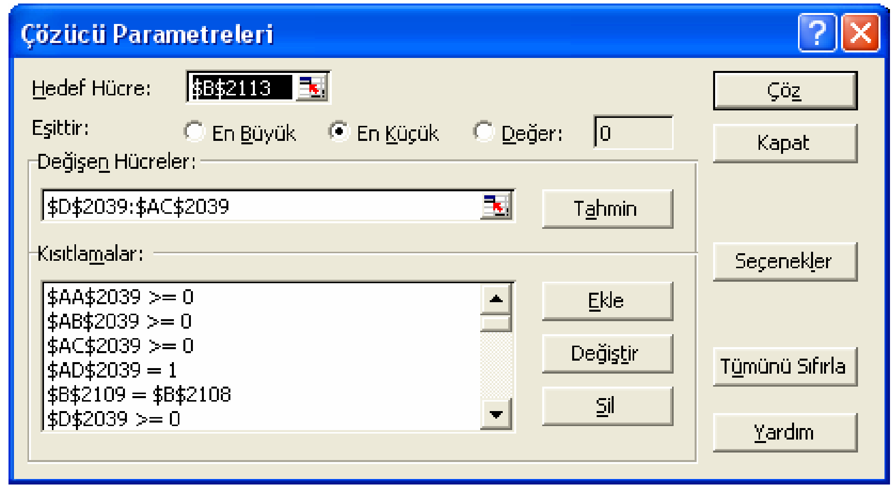
			AKBNK	**ARCLK**	**DOHOL**	**DYHOL**	**EREGL**	**FINBN**	**FORTS**	**GARAN**	**HURGZ**	**ISCTR**	**ISGYO**
	Ağırlık	**Standart Sapma**											
AKBNK	0,00000	0,02859	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ARCLK	0,00000	0,02891	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DOHOL	0,00000	0,03397	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DYHOL	0,00000	0,03553	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
EREGL	0,02935	0,02714	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000006	0,0000000	0,0000017	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000005
FINBN	0,00000	0,03365	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
FORTS	0,16475	0,02752	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000017	0,0000000	0,0000206	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000022
GARAN	0,00000	0,03118	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
HURGZ	0,00000	0,03009	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISCTR	0,00000	0,03110	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISGYO	0,03636	0,02850	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000005	0,0000000	0,0000022	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000011
KCHOL	0,00000	0,02686	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
MIGRS	0,21403	0,02523	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000022	0,0000000	0,0000107	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000028
PETKM	0,04431	0,03002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000005	0,0000000	0,0000025	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000007
PTOFS	0,10816	0,03165	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000012	0,0000000	0,0000050	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000014
SAHOL	0,00000	0,02927	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SISE	0,00000	0,02708	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SKBNK	0,00523	0,03835	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000004	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001
TCELL	0,02975	0,02987	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000004	0,0000000	0,0000017	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000004
THYAO	0,02547	0,02919	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000003	0,0000000	0,0000014	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000004
TNSAS	0,11456	0,02640	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000013	0,0000000	0,0000065	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000016
TOASO	0,00000	0,02796	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
TSKB	0,05555	0,03125	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000006	0,0000000	0,0000034	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000008
TUPRS	0,12168	0,02696	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000015	0,0000000	0,0000070	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000017
VESTL	0,05080	0,02530	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000007	0,0000000	0,0000030	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000008
YKBNK	0,00000	0,04876	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Toplam	1												

EK 9 Devamı:

	Ağırlık	Standart Sapma	KCHOL	MIGRS	PETKM	PTOFS	SAHOL	SISE	SKBNK	TCELL	THYAO	TNSAS	TOASO
AKBNK	0,00000	0,02859	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ARCLK	0,00000	0,02891	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DOHOL	0,00000	0,03397	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DYHOL	0,00000	0,03553	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
EREGL	0,02935	0,02714	0,0000000	0,0000022	0,0000005	0,0000012	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000004	0,0000003	0,0000013	0,0000000
FINBN	0,00000	0,03365	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
FORTS	0,16475	0,02752	0,0000000	0,0000107	0,0000025	0,0000050	0,0000000	0,0000000	0,0000004	0,0000017	0,0000014	0,0000065	0,0000000
GARAN	0,00000	0,03118	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
HURGZ	0,00000	0,03009	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISCTR	0,00000	0,03110	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISGYO	0,03636	0,02850	0,0000000	0,0000028	0,0000007	0,0000014	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000004	0,0000004	0,0000016	0,0000000
KCHOL	0,00000	0,02686	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
MIGRS	0,21403	0,02523	0,0000000	0,0000292	0,0000031	0,0000066	0,0000000	0,0000000	0,0000004	0,0000023	0,0000018	0,0000087	0,0000000
PETKM	0,04431	0,03002	0,0000000	0,0000031	0,0000018	0,0000019	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000005	0,0000006	0,0000018	0,0000000
PTOFS	0,10816	0,03165	0,0000000	0,0000066	0,0000019	0,0000117	0,0000000	0,0000000	0,0000002	0,0000012	0,0000011	0,0000039	0,0000000
SAHOL	0,00000	0,02927	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SISE	0,00000	0,02708	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SKBNK	0,00523	0,03835	0,0000000	0,0000004	0,0000001	0,0000002	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000001	0,0000002	0,0000000
TCELL	0,02975	0,02987	0,0000000	0,0000023	0,0000005	0,0000012	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000008	0,0000003	0,0000013	0,0000000
THYAO	0,02547	0,02919	0,0000000	0,0000018	0,0000006	0,0000011	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000003	0,0000006	0,0000011	0,0000000
TNSAS	0,11456	0,02640	0,0000000	0,0000087	0,0000018	0,0000039	0,0000000	0,0000000	0,0000002	0,0000013	0,0000011	0,0000091	0,0000000
TOASO	0,00000	0,02796	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
TSKB	0,05555	0,03125	0,0000000	0,0000041	0,0000010	0,0000020	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000007	0,0000006	0,0000023	0,0000000
TUPRS	0,12168	0,02696	0,0000000	0,0000086	0,0000020	0,0000042	0,0000000	0,0000000	0,0000003	0,0000014	0,0000012	0,0000047	0,0000000
VESTL	0,05080	0,02530	0,0000000	0,0000039	0,0000009	0,0000020	0,0000000	0,0000000	0,0000001	0,0000007	0,0000005	0,0000023	0,0000000
YKBNK	0,00000	0,04876	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Toplam	1												

EK 9 Devamı:

			TSKB	TUPRS	VESTL	YKBNK
	Ağırlık	**Standart Sapma**				
AKBNK	0,00000	0,02859	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ARCLK	0,00000	0,02891	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DOHOL	0,00000	0,03397	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
DYHOL	0,00000	0,03553	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
EREGL	0,02935	0,02714	0,0000006	0,0000015	0,0000007	0,0000000
FINBN	0,00000	0,03365	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
FORTS	0,16475	0,02752	0,0000034	0,0000070	0,0000030	0,0000000
GARAN	0,00000	0,03118	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
HURGZ	0,00000	0,03009	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISCTR	0,00000	0,03110	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
ISGYO	0,03636	0,02850	0,0000008	0,0000017	0,0000008	0,0000000
KCHOL	0,00000	0,02686	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
MIGRS	0,21403	0,02523	0,0000041	0,0000086	0,0000039	0,0000000
PETKM	0,04431	0,03002	0,0000010	0,0000020	0,0000009	0,0000000
PTOFS	0,10816	0,03165	0,0000020	0,0000042	0,0000020	0,0000000
SAHOL	0,00000	0,02927	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SISE	0,00000	0,02708	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
SKBNK	0,00523	0,03835	0,0000001	0,0000003	0,0000001	0,0000000
TCELL	0,02975	0,02987	0,0000007	0,0000014	0,0000007	0,0000000
THYAO	0,02547	0,02919	0,0000006	0,0000012	0,0000005	0,0000000
TNSAS	0,11456	0,02640	0,0000023	0,0000047	0,0000023	0,0000000
TOASO	0,00000	0,02796	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
TSKB	0,05555	0,03125	0,0000030	0,0000025	0,0000011	0,0000000
TUPRS	0,12168	0,02696	0,0000025	0,0000108	0,0000024	0,0000000
VESTL	0,05080	0,02530	0,0000011	0,0000024	0,0000017	0,0000000
YKBNK	0,00000	0,04876	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
Toplam	1					
Portföyün Varyansı	0,00039552	**Portföyün Standart Sapması**	0,01988772	**Portföyün Beklenen Getirisi**		0,00131709



EK 10: Menkul Kıymet Getiri Serileri Kullanılarak Farklı Gecikmelerde Kurulan ARIMA(p,q,d) Modelleri

EREGL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]

Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,044592			-0,002002	-0,002002	0,027177	-4,371867	-4,366960
ARIMA(0,0,1)	0	0,001726**				-0,049056			0,002449	0,001449	0,02713	-4,374319	-4,364504
ARIMA(0,0,2)	0					-0,045956	0,01622		-0,001755	-0,002759	0,027188	-4,370114	-4,360299
ARIMA(0,0,2)	0	0,001726**				-0,05002	0,011922		0,002581	0,00058	0,027142	-4,372452	-4,357729
ARIMA(0,0,3)	0					-0,043768	0,009608	0,024377	-0,001245	-0,003254	0,027194	-4,368623	-4,3539
ARIMA(0,0,3)	0	0,001727**				-0,048146	0,006399	0,020403	0,002935	-0,000068	0,027151	-4,370807	-4,351176
ARIMA(1,0,0)	-0,046		-0,0457						-0,001823	-0,001823	0,027174	-4,372089	-4,367177
ARIMA(1,0,0)	-0,050	0,001701**	-0,049871						0,00249	0,001489	0,027129	-4,374401	-4,364577
ARIMA(1,0,1)	0,001		0,001005			-0,0462			-0,001817	-0,002821	0,027188	-4,370093	-4,360269
ARIMA(1,0,1)	0,011	0,001698**	0,011465			-0,060886			0,002502	0,000499	0,027143	-4,372411	-4,357676
ARIMA(1,0,2)	0,872		0,871894***			-0,923186***	0,073181**		0,001533	-0,000472	0,027156	-4,37144	-4,356705
ARIMA(1,0,2)	0,860	0,001722*	0,860487***			-0,914605***	0,070062**		0,00459	0,001589	0,027128	-4,372504	-4,352858
ARIMA(1,0,3)	-0,770		-0,769741***			0,741697***	-0,028978	0,066012*	0,011483	0,008503	0,027034	-4,379454	-4,359807
ARIMA(1,0,3)	-0,772	0,001711**	-0,771567***			0,739293***	-0,036235	0,062076*	0,015457	0,011495	0,026993	-4,381479	-4,356921
ARIMA(2,0,0)	-0,035		-0,045828	0,010905					-0,001586	-0,002592	0,027195	-4,369536	-4,359705
ARIMA(2,0,0)	-0,043	0,001687	-0,050072	0,006599					0,002584	0,000579	0,027152	-4,371704	-4,356958
ARIMA(2,0,1)	0,869		0,799731***	0,069341**		-0,847268***			0,001669	-0,000338	0,027165	-4,370787	-4,35604
ARIMA(2,0,1)	0,255	0,001678**	0,229756	0,025173		-0,279837			0,00281	-0,0002	0,027163	-4,369926	-4,350264
ARIMA(2,0,2)	0,265		0,682243	-0,417009		-0,720423	0,443119		-0,000513	-0,003533	0,027208	-4,3666	-4,346938
ARIMA(2,0,2)	0,220	0,001672	0,578541	-0,358576		-0,62175	0,38274		0,00344	-0,000575	0,027168	-4,368554	-4,343977
ARIMA(2,0,3)	0,761		0,066823	0,693739***		-0,102507	-0,722464***	0,112234***	0,013442	0,009468	0,027031	-4,378642	-4,354064
ARIMA(2,0,3)	0,740	0,001731	0,05483	0,685333***		-0,093387	-0,718437***	0,109223***	0,016382	0,011424	0,027005	-4,379622	-4,350129
ARIMA(3,0,0)	-0,007		-0,046752	0,011042	0,028788				-0,000603	-0,002616	0,027196	-4,368462	-4,353704
ARIMA(3,0,0)	-0,019	0,001659	-0,050751	0,00678	0,024666				0,003229	0,000218	0,027158	-4,370293	-4,350615
ARIMA(3,0,1)	-0,811		-0,864006***	-0,024604	0,078057**	0,830326***			0,014092	0,011114	0,02701	-4,381252	-4,361574
ARIMA(3,0,1)	-0,828	0,001668*	-0,869317**	-0,032054	0,07369**	0,831533***			0,017819	0,013858	0,026972	-4,383032	-4,358435
ARIMA(3,0,2)	-1,590		-1,254506***	-0,398807***	0,063346*	1,225734***	0,378072***		0,017392	0,013429	0,026978	-4,382598	-4,358
ARIMA(3,0,2)	-1,624	0,00168	-1,268045***	-0,414559***	0,058426	1,235343***	0,386124***		0,021199	0,016261	0,026939	-4,384474	-4,354957
ARIMA(3,0,3)	0,590		-0,699171***	0,648181***	0,640858***	0,672039***	-0,649759***	-0,545756***	0,021776	0,016841	0,026931	-4,385064	-4,355547
ARIMA(3,0,3)	0,552	0,001724	-0,709969***	0,630378***	0,632017***	0,677984***	-0,641009***	-0,542219***	0,024895	0,018985	0,026902	-4,386251	-4,351814

[§] Bağımlı Değişken: EREGL
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

FORTS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,027417			-0,007286	-0,007286	0,027638	-4,338237	-4,333330
ARIMA(0,0,1)	0	0,002489***				-0,035072			0,001429	0,000428	0,027532	-4,344927	-4,335112
ARIMA(0,0,2)	0					-0,023039	0,089739***		0,000913	-0,000088	0,027539	-4,344411	-4,334595
ARIMA(0,0,2)	0	0,00249***				-0,03035	0,082599***		0,008202	0,006213	0,027452	-4,349733	-4,33501
ARIMA(0,0,3)	0					-0,025437	0,089156***	-0,040691	0,002521	0,00052	0,027531	-4,344022	-4,329298
ARIMA(0,0,3)	0	0,002488***				-0,033665	0,081451***	-0,049432	0,010517	0,007536	0,027434	-4,35007	-4,330439
ARIMA(1,0,0)	-0,032		-0,032379						-0,0072	-0,0072	0,027648	-4,337532	-4,332621
ARIMA(1,0,0)	-0,041	0,002501***	-0,040809						0,001665	0,000664	0,02754	-4,344372	-4,334548
ARIMA(1,0,1)	-0,728		-0,727796***			0,675176***			-0,002146	-0,003151	0,027592	-4,340562	-4,330739
ARIMA(1,0,1)	-0,706	0,002496***	-0,706495***			0,649271***			0,006631	0,004636	0,027485	-4,347356	-4,332621
ARIMA(1,0,2)	-0,383		-0,382996			0,357542	0,084892**		0,002593	0,00059	0,027541	-4,343299	-4,328564
ARIMA(1,0,2)	-0,409	0,002496***	-0,408688			0,375745	0,076159**		0,010243	0,007259	0,027449	-4,348997	-4,32935
ARIMA(1,0,3)	-0,251		-0,251037			0,225235	0,084648**	-0,022156	0,002767	-0,000239	0,027552	-4,341472	-4,321826
ARIMA(1,0,3)	-0,179	0,002499***	-0,178735			0,14494	0,077066**	-0,037145	0,010723	0,006742	0,027456	-4,34748	-4,322922
ARIMA(2,0,0)	0,062		-0,02941	0,091818***					0,001281	0,000278	0,027559	-4,342989	-4,333158
ARIMA(2,0,0)	0,046	0,002506***	-0,037442	0,083818***					0,008682	0,00669	0,02747	-4,348424	-4,333677
ARIMA(2,0,1)	-0,257		-0,339656	0,082344**		0,313163			0,002509	0,000504	0,027556	-4,342216	-4,327469
ARIMA(2,0,1)	-0,309	0,002508***	-0,38041	0,071565*		0,345876			0,01023	0,007242	0,027463	-4,347982	-4,32832
ARIMA(2,0,2)	-2,021		-1,165716***	-0,854925***		1,185023***	0,922827***		0,014489	0,011515	0,027403	-4,352295	-4,332633
ARIMA(2,0,2)	-2,019	0,002481***	-1,163431***	-0,85597***		1,183324***	0,923555***		0,022216	0,018278	0,02731	-4,358163	-4,333585
ARIMA(2,0,3)	-1,987		-1,13941***	-0,847459***		1,128221***	0,869323***	-0,043703	0,016228	0,012265	0,027393	-4,352057	-4,327479
ARIMA(2,0,3)	0,656	0,002519***	0,412018	0,243992		-0,446434	-0,146789	-0,079712**	0,011172	0,006188	0,027477	-4,344926	-4,315433
ARIMA(3,0,0)	0,029		-0,026096	0,091033***	-0,036219				0,002765	0,000759	0,02756	-4,341872	-4,327113
ARIMA(3,0,0)	0,005	0,002485***	-0,033722	0,082501***	-0,043722				0,010627	0,007638	0,027465	-4,34778	-4,328102
ARIMA(3,0,1)	-0,215		-0,290007	0,083471**	-0,007988	0,264152			0,003035	0,000023	0,027571	-4,340136	-4,320458
ARIMA(3,0,1)	-0,181	0,002485***	-0,233449	0,075262*	-0,023126	0,199939			0,010731	0,006742	0,027478	-4,345879	-4,321282
ARIMA(3,0,2)	-2,150		-1,181576***	-0,915346***	-0,052734	1,164984***	0,924842***		0,015427	0,011457	0,027412	-4,350638	-4,326041
ARIMA(3,0,2)	-2,180	0,002538***	-1,193279***	-0,927215***	-0,059753*	1,168211***	0,927102***		0,024391	0,019468	0,027301	-4,357778	-4,328261
ARIMA(3,0,3)	0,999		-0,263961***	0,500683***	0,762529***	0,247004***	-0,429295***	-0,809989***	0,019349	0,014402	0,027372	-4,352624	-4,323107
ARIMA(3,0,3)	0,974	0,00328***	-0,303319***	0,512348***	0,764729***	0,273111***	-0,453111***	-0,811856***	0,025722	0,019817	0,027296	-4,357137	-4,322701

[§] Bağımlı Değişken: FORTS
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

ISGYO Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri§													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,002293			-0,002673	-0,002673	0,028554	-4,273072	-4,268165
ARIMA(0,0,1)	0	0,001475				-0,004804			0,000024	-0,000978	0,028529	-4,273765	-4,26395
ARIMA(0,0,2)	0					-0,001965	0,031271		-0,001794	-0,002798	0,028555	-4,271949	-4,262133
ARIMA(0,0,2)	0	0,001475				-0,004424	0,028496		0,000748	-0,001257	0,028533	-4,272489	-4,257766
ARIMA(0,0,3)	0					-0,003089	0,032449	-0,008644	-0,001726	-0,003736	0,028569	-4,270017	-4,255293
ARIMA(0,0,3)	0	0,001475				-0,005933	0,030024	-0,011402	0,000865	-0,002144	0,028546	-4,270607	-4,250976
ARIMA(1,0,0)	-0,002		-0,002418						-0,002592	-0,002592	0,028558	-4,272746	-4,267834
ARIMA(1,0,0)	-0,005	0,001453	-0,005043						0,000025	-0,000978	0,028535	-4,273358	-4,263535
ARIMA(1,0,1)	-0,692		-0,6915*			0,693355*			-0,000949	-0,001953	0,028549	-4,272384	-4,26256
ARIMA(1,0,1)	-0,692	0,001463	-0,692206*			0,693248*			0,00168	-0,000325	0,028526	-4,273012	-4,258277
ARIMA(1,0,2)	-0,694		-0,694372*			0,694261*	-0,002937		-0,00094	-0,00295	0,028563	-4,270391	-4,255656
ARIMA(1,0,2)	-0,697	0,001463	-0,697099*			0,694556*	-0,00533		0,001711	-0,001299	0,02854	-4,271041	-4,251394
ARIMA(1,0,3)	-0,649		-0,648974*			0,652026*	0,029573	0,039438	0,000739	-0,002274	0,028554	-4,270068	-4,250421
ARIMA(1,0,3)	-0,653	0,001462	-0,652531*			0,653023*	0,025339	0,036983	0,003169	-0,000842	0,028533	-4,270501	-4,245942
ARIMA(2,0,0)	0,026		-0,001674	0,028001					-0,001897	-0,002903	0,028566	-4,271197	-4,261366
ARIMA(2,0,0)	0,021	0,001478	-0,00424	0,025405					0,000665	-0,001343	0,028544	-4,271754	-4,257007
ARIMA(2,0,1)	-0,447		-0,456354	0,009489		0,45579			-0,001515	-0,003528	0,028575	-4,269575	-4,254828
ARIMA(2,0,1)	-0,539	0,00147	-0,539735	0,001042		0,536654			0,001137	-0,001878	0,028551	-4,270222	-4,25056
ARIMA(2,0,2)	0,943		0,307393	0,635224*		-0,305617	-0,633277*		0,001002	-0,002013	0,028553	-4,270087	-4,250425
ARIMA(2,0,2)	0,974	0,002054***	0,326493	0,647072**		-0,337886	-0,657799**		0,013367	0,009393	0,02839	-4,280538	-4,25596
ARIMA(2,0,3)	-2,173		-1,38399***	-0,78863***		1,390274***	0,831179***	0,061464*	0,007776	0,003779	0,028471	-4,274887	-4,250309
ARIMA(2,0,3)	-2,190	0,001467	-1,392342***	-0,797583***		1,396219***	0,835948***	0,058318*	0,010257	0,005269	0,028449	-4,275387	-4,245893
ARIMA(3,0,0)	0,023		-0,000909	0,027338	-0,003849				-0,00184	-0,003856	0,028585	-4,268838	-4,25408
ARIMA(3,0,0)	0,015	0,001457	-0,003423	0,024799	-0,006394				0,000672	-0,002347	0,028564	-4,269343	-4,249665
ARIMA(3,0,1)	-0,508		-0,578898	0,026321	0,044185	0,578639			-0,000024	-0,003045	0,028574	-4,268647	-4,248969
ARIMA(3,0,1)	-0,521	0,001464	-0,58468	0,022352	0,041735	0,581905			0,002398	-0,001625	0,028554	-4,269065	-4,244468
ARIMA(3,0,2)	-1,196		-0,571361***	-0,634973***	0,009884	0,572944***	0,691301***		0,005992	0,001984	0,028502	-4,272675	-4,248077
ARIMA(3,0,2)	-1,203	0,001481	-0,567015***	-0,642052***	0,006126	0,566013***	0,695614***		0,008542	0,003539	0,02848	-4,273237	-4,24372
ARIMA(3,0,3)	-2,610		-1,304544***	-1,003381***	-0,302048	1,314328***	1,059958***	0,368069	0,00734	0,002331	0,028497	-4,272025	-4,242508
ARIMA(3,0,3)	-2,636	0,001474	-1,314947***	-1,013621***	-0,307788	1,322798***	1,067178***	0,371851	0,009832	0,003831	0,028476	-4,272533	-4,238097
§ Bağımlı Değişken: ISGYO Yöntem: En Küçük Kareler						***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı							

EK 10 Devamı:

MIGRS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,082476***			0,004362	0,004362	0,025184	-4,524207	-4,519299
ARIMA(0,0,1)	0	0,001046				-0,085121***			0,006409	0,005414	0,025171	-4,524265	-4,514449
ARIMA(0,0,2)	0					-0,074584**	-0,047744		0,006306	0,00531	0,025172	-4,524161	-4,514345
ARIMA(0,0,2)	0	0,00105				-0,076961**	-0,050499		0,008564	0,006575	0,025156	-4,524436	-4,509713
ARIMA(0,0,3)	0					-0,071433	-0,049859	0,050837	0,008528	0,006539	0,025157	-4,524399	-4,509676
ARIMA(0,0,3)	0	0,001045				-0,073808**	-0,052288	0,048001	0,010528	0,007548	0,025144	-4,524419	-4,504788
ARIMA(1,0,0)	-0,075		-0,074511**						0,003866	0,003866	0,025183	-4,52433	-4,519418
ARIMA(1,0,0)	-0,077	0,001017	-0,076529**						0,005748	0,004751	0,025171	-4,524219	-4,514395
ARIMA(1,0,1)	0,243		0,242932			-0,325651			0,005276	0,004278	0,025177	-4,523744	-4,513921
ARIMA(1,0,1)	0,274	0,001017	0,273741			-0,359016			0,007336	0,005343	0,025164	-4,523816	-4,509081
ARIMA(1,0,2)	-0,606		-0,605546**			0,53418**	-0,105083***		0,009888	0,0079	0,025132	-4,526389	-4,511654
ARIMA(1,0,2)	-0,602	0,001032	-0,602001**			0,528099**	-0,107597***		0,012011	0,009032	0,025117	-4,526534	-4,506887
ARIMA(1,0,3)	-0,481		-0,481452			0,40879	-0,085459**	0,033175	0,010508	0,007524	0,025136	-4,525014	-4,505367
ARIMA(1,0,3)	-0,493	0,001028	-0,493335			0,418374	-0,089825**	0,029613	0,012503	0,008529	0,025124	-4,52503	-4,500471
ARIMA(2,0,0)	-0,134		-0,078766**	-0,055248*					0,006859	0,005862	0,02517	-4,524333	-4,514502
ARIMA(2,0,0)	-0,139	0,001023	-0,081028**	-0,057563*					0,008982	0,00699	0,025156	-4,524469	-4,509723
ARIMA(2,0,1)	-0,828		-0,717718***	-0,110252***		0,643315***			0,010708	0,008719	0,025134	-4,526212	-4,511465
ARIMA(2,0,1)	-0,828	0,001021	-0,715288***	-0,112295***		0,638766***			0,012739	0,009759	0,025121	-4,526263	-4,506601
ARIMA(2,0,2)	-1,260		-0,928553***	-0,331804		0,859269***	0,226323		0,011189	0,008205	0,02514	-4,524695	-4,505032
ARIMA(2,0,2)	-1,204	0,001014	-0,899091***	-0,305087		0,826947***	0,196692		0,01309	0,009115	0,025129	-4,524615	-4,500037
ARIMA(2,0,3)	-2,478		-1,687707***	-0,790601***		1,617707***	0,618461***	-0,09729***	0,012778	0,008801	0,025133	-4,524299	-4,499721
ARIMA(2,0,3)	-2,476	0,00102	-1,687322***	-0,788481***		1,614907***	0,610989***	-0,100583***	0,014791	0,009826	0,02512	-4,524336	-4,494843
ARIMA(3,0,0)	-0,083		-0,076205**	-0,052332	0,045523				0,008981	0,006987	0,025166	-4,523611	-4,508853
ARIMA(3,0,0)	-0,090	0,001007	-0,078465**	-0,054641*	0,043193				0,010857	0,007868	0,025155	-4,5235	-4,503822
ARIMA(3,0,1)	-0,671		-0,601089*	-0,093436**	0,023098	0,527739			0,011219	0,008231	0,025151	-4,523866	-4,504188
ARIMA(3,0,1)	-0,689	0,001011	-0,611286*	-0,097492**	0,020105	0,53569			0,013148	0,009169	0,025139	-4,523813	-4,499215
ARIMA(3,0,2)	-0,962		-0,734478	-0,236438	0,00912	0,661513	0,135857		0,011407	0,007421	0,025161	-4,522051	-4,497453
ARIMA(3,0,2)	-0,989	0,001014	-0,75059	-0,243732	0,005667	0,675438	0,13867		0,013339	0,008361	0,025149	-4,522	-4,492483
ARIMA(3,0,3)	-0,907		0,041211	-0,299518	-0,648354**	-0,076973	0,291015	0,711473**	0,017747	0,012791	0,025093	-4,526478	-4,496961
ARIMA(3,0,3)	-0,910	0,001019	0,039343	-0,299821	-0,649445**	-0,075868	0,291087	0,711843**	0,019346	0,013402	0,025085	-4,526101	-4,491664
[§] Bağımlı Değişken: MIGRS Yöntem: En Küçük Kareler						***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı							

EK 10 Devamı:

PETKM Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,01316			0,00018	0,00018	0,030029	-4,172302	-4,167394
ARIMA(0,0,1)	0	-5,24E-07				-0,01316			0,00018	-0,000821	0,030044	-4,170302	-4,160486
ARIMA(0,0,2)	0					-0,013233	0,023442		0,000684	-0,000317	0,030037	-4,170806	-4,16099
ARIMA(0,0,2)	0	6,97E-08				-0,013233	0,023442		0,000684	-0,001321	0,030052	-4,168806	-4,154082
ARIMA(0,0,3)	0					-0,013885	0,024717	-0,006371	0,000721	-0,001283	0,030051	-4,168843	-4,154119
ARIMA(0,0,3)	0	-2,42E-07				-0,013885	0,024717	-0,006371	0,000721	-0,002289	0,030066	-4,166843	-4,147212
ARIMA(1,0,0)	-0,014		-0,013716						0,000188	0,000188	0,03004	-4,171582	-4,166671
ARIMA(1,0,0)	-0,014	-1,59E-05	-0,013716						0,000188	-0,000815	0,030055	-4,169581	-4,159757
ARIMA(1,0,1)	-0,722		-0,721706*			0,731898*			0,001799	0,000797	0,030031	-4,171193	-4,161369
ARIMA(1,0,1)	-0,722	-7,30E-06	-0,721698*			0,731889*			0,001799	-0,000206	0,030046	-4,169191	-4,154456
ARIMA(1,0,2)	-0,736		-0,735885**			0,727301**	-0,027327		0,002611	0,000608	0,030034	-4,170004	-4,155269
ARIMA(1,0,2)	-0,736	-8,52E-06	-0,735881**			0,727296**	-0,027328		0,002611	-0,000397	0,030049	-4,168002	-4,148356
ARIMA(1,0,3)	-0,693		-0,693193**			0,688288**	0,011964	0,046825	0,005011	0,002011	0,030012	-4,170412	-4,150765
ARIMA(1,0,3)	-0,693	-7,25E-06	-0,693191**			0,688285**	0,011963	0,046825	0,005011	0,001007	0,030028	-4,16841	-4,143851
ARIMA(2,0,0)	0,008		-0,012862	0,021343					0,000629	-0,000375	0,030047	-4,170136	-4,160304
ARIMA(2,0,0)	0,008	1,65E-05	-0,012861	0,021343					0,000629	-0,00138	0,030062	-4,168132	-4,153385
ARIMA(2,0,1)	-0,796		-0,765325**	-0,030969		0,753694**			0,001768	-0,000238	0,030045	-4,169272	-4,154525
ARIMA(2,0,1)	-0,796	2,47E-06	-0,765326**	-0,030969		0,753695**			0,001768	-0,001245	0,03006	-4,167268	-4,147606
ARIMA(2,0,2)	-1,193		-0,518373**	-0,674636***		0,513418***	0,718277***		0,004576	0,001572	0,030017	-4,170085	-4,150423
ARIMA(2,0,2)	-1,193	3,68E-06	-0,518373**	-0,674642***		0,513418***	0,718283***		0,004576	0,000566	0,030032	-4,168081	-4,143503
ARIMA(2,0,3)	-2,741		-1,815423***	-0,925457***		1,821317***	0,908933***	-0,008156	0,019614	0,015665	0,029805	-4,183304	-4,158726
ARIMA(2,0,3)	-2,741	1,04E-05	-1,815435***	-0,925468***		1,82133***	0,908942***	-0,00816	0,019615	0,014673	0,02982	-4,1813	-4,151807
ARIMA(3,0,0)	0,009		-0,011773	0,020814	-5,25E-05				0,000579	-0,001432	0,030061	-4,168194	-4,153436
ARIMA(3,0,0)	0,009	-1,49E-05	-0,011774	0,020813	-5,31E-05				0,000579	-0,00244	0,030076	-4,166188	-4,14651
ARIMA(3,0,1)	-0,666		-0,735208***	0,012552	0,057151*	0,725326***			0,004126	0,001118	0,030022	-4,169744	-4,150066
ARIMA(3,0,1)	-0,666	-2,76E-06	-0,735209***	0,012552	0,057151*	0,725327***			0,004126	0,000111	0,030038	-4,167738	-4,14314
ARIMA(3,0,2)	-1,160		-0,420026**	-0,717627***	-0,022424	0,409186**	0,752062***		0,004183	0,000167	0,030037	-4,167794	-4,143197
ARIMA(3,0,2)	-1,160	-1,36E-05	-0,420061**	-0,717683***	-0,022423	0,409221**	0,752116***		0,004183	-0,000841	0,030052	-4,165789	-4,136272
ARIMA(3,0,3)	0,480		-0,249078	-0,080801	0,80941***	0,254108	0,105196	-0,820595***	0,012196	0,007213	0,029931	-4,173868	-4,144351
ARIMA(3,0,3)	0,709	9,50E-05	-0,173621	9,25E-05	0,882049***	0,180238	0,025755	-0,893996***	0,013016	0,007034	0,029933	-4,172692	-4,138256
[§] Bağımlı Değişken: PETKM Yöntem: En Küçük Kareler						***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı							

EK 10 Devamı:

PTOFS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p} \phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					0,038665			0,000759	0,000759	0,031655	-4,066816	-4,061909
ARIMA(0,0,1)	0	8,00E-04				0,038047			0,001352	0,000352	0,031662	-4,06541	-4,055595
ARIMA(0,0,2)	0					0,037872	-0,034054		0,001825	0,000825	0,031654	-4,065884	-4,056068
ARIMA(0,0,2)	0	8,01E-04				0,03721	-0,034784		0,002462	0,000461	0,03166	-4,064522	-4,049799
ARIMA(0,0,3)	0					0,038183	-0,033573	0,006457	0,001863	-0,000139	0,03167	-4,063921	-4,049198
ARIMA(0,0,3)	0	8,01E-04				0,037489	-0,034354	0,005682	0,002491	-0,000514	0,031676	-4,062551	-4,04292
ARIMA(1,0,0)	0,036		0,036178						0,000643	0,000643	0,031669	-4,065988	-4,061076
ARIMA(1,0,0)	0,036	8,19E-04	0,035552						0,001264	0,000263	0,031675	-4,064608	-4,054784
ARIMA(1,0,1)	-0,702		-0,701971***			0,742018***			0,002675	0,001675	0,031652	-4,066021	-4,056198
ARIMA(1,0,1)	-0,704	8,15E-04	-0,703915***			0,743667***			0,003308	0,001307	0,031658	-4,064654	-4,049919
ARIMA(1,0,2)	-0,696		-0,695839**			0,73513**	-0,001626		0,002677	0,000674	0,031668	-4,064021	-4,049286
ARIMA(1,0,2)	-0,695	8,15E-04	-0,695351**			0,734035**	-0,002285		0,003311	0,000306	0,031674	-4,062655	-4,043009
ARIMA(1,0,3)	-0,732		-0,731823*			0,770543*	-0,005297	-0,008594	0,002724	-0,000283	0,031683	-4,062066	-4,042419
ARIMA(1,0,3)	-0,736	8,16E-04	-0,735971*			0,774029*	-0,006374	-0,009646	0,00337	-0,00064	0,031689	-4,060713	-4,036154
ARIMA(2,0,0)	0,005		0,037354	-0,032206					0,001679	0,000677	0,031684	-4,064018	-4,054187
ARIMA(2,0,0)	0,004	8,18E-04	0,036717	-0,032835					0,002341	0,000335	0,031689	-4,062677	-4,04793
ARIMA(2,0,1)	-0,664		-0,658438**	-0,005769		0,69749**			0,00334	0,001337	0,031673	-4,06368	-4,048933
ARIMA(2,0,1)	-0,664	8,17E-04	-0,657152**	-0,006555		0,69557**			0,00398	0,000974	0,031679	-4,062318	-4,042656
ARIMA(2,0,2)	0,688		0,155901	0,532064*		-0,12644	-0,585855**		0,003997	0,000991	0,031679	-4,062335	-4,042673
ARIMA(2,0,2)	0,734	8,83E-04	0,178994	0,554717**		-0,14971	-0,608672**		0,004897	0,000889	0,03168	-4,061235	-4,036657
ARIMA(2,0,3)	0,574		0,002773	0,571078*		0,034421	-0,617074*	-0,027158	0,004375	0,000364	0,031689	-4,06071	-4,036132
ARIMA(2,0,3)	0,971	9,70E-04***	0,262923	0,708153**		-0,23117	-0,756477**	-0,007867	0,009968	0,004978	0,031616	-4,06434	-4,034847
ARIMA(3,0,0)	0,012		0,037542	-0,031931	6,42E-03				0,00174	-0,000269	0,031699	-4,062055	-4,047296
ARIMA(3,0,0)	0,010	7,87E-04	0,036913	-0,032521	5,79E-03				0,002344	-0,00067	0,031705	-4,060654	-4,040976
ARIMA(3,0,1)	-0,574		-0,566997	-0,009951	0,002633	0,606248			0,002769	-0,000244	0,031699	-4,06108	-4,041402
ARIMA(3,0,1)	-0,580	7,99E-04	-0,570896	-0,010807	0,001909	0,609524			0,003381	-0,000637	0,031705	-4,059688	-4,035091
ARIMA(3,0,2)	-0,558		-0,558059	-0,001955	0,002264	0,597307	-0,008564		0,002769	-0,001252	0,031715	-4,059074	-4,034476
ARIMA(3,0,2)	-0,548	7,99E-04	-0,553644	0,004746	0,001182	0,592265	-0,016652		0,003382	-0,001647	0,031721	-4,057683	-4,028166
ARIMA(3,0,3) [Ψ]	-2,437		-0,734164***	-0,89762***	-0,805417***	0,737776***	0,922697***	0,866324***	0,050326	0,045535	0,030965	-4,105932	-4,076415
ARIMA(3,0,3)	-2,444	5,84E-04	-0,737063***	-8,95E-01***	-0,811391***	0,75081***	0,900422***	0,856164***	0,021988	0,016061	0,031439	-4,074523	-4,040086
[§] Bağımlı Değişken: PTOFS Yöntem: En Küçük Kareler [Ψ] Tahmin edilen MA süreci çevrilemez						***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı							

EK 10 Devamı:

SKBNK Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					0,079628**			0,003418	0,003418	0,038299	-3,685784	-3,680876
ARIMA(0,0,1)	0	1,92E-03				0,07751**			0,005566	0,00457	0,038277	-3,685942	-3,676126
ARIMA(0,0,2)	0					0,076319**	-0,031498		0,004415	0,003418	0,038299	-3,684785	-3,674969
ARIMA(0,0,2)	0	1,92E-03				0,073876**	-0,033935		0,006717	0,004724	0,038274	-3,685099	-3,670375
ARIMA(0,0,3)	0					0,076906**	-0,031526	-0,011057	0,004542	0,002546	0,038316	-3,682912	-3,668189
ARIMA(0,0,3)	0	1,92E-03				0,074557**	-0,033985	-0,013195	0,006896	0,003905	0,03829	-3,68328	-3,663649
ARIMA(1,0,0)	0,074		0,074032**						0,003024	0,003024	0,038325	-3,684449	-3,679538
ARIMA(1,0,0)	0,072	1,91E-03	0,071724**						0,005144	0,004147	0,038303	-3,684577	-3,674753
ARIMA(1,0,1)	-0,275		-0,274963			0,353473			0,00415	0,003151	0,038322	-3,683578	-3,673755
ARIMA(1,0,1)	-0,293	1,91E-03	-0,292583			0,369119			0,006354	0,004359	0,038299	-3,683792	-3,669057
ARIMA(1,0,2)	0,142		0,142422			-0,065858	-0,042878		0,004494	0,002495	0,038335	-3,681921	-3,667186
ARIMA(1,0,2)	0,166	1,91E-03	0,166383			-0,092191	-0,046963		0,006796	0,003801	0,03831	-3,682234	-3,662588
ARIMA(1,0,3)	-0,104		-0,104062			0,180882	-0,023562	-0,014792	0,004573	0,001572	0,038352	-3,679999	-3,660352
ARIMA(1,0,3)	-0,098	1,91E-03	-0,09799			0,172457	-0,026722	-0,016797	0,006901	0,002905	0,038327	-3,680338	-3,65578
ARIMA(2,0,0)	0,038		0,076952**	-0,039391					0,004569	0,003569	0,038333	-3,682995	-3,673164
ARIMA(2,0,0)	0,033	1,91E-03	0,074725**	-0,04166					0,006873	0,004877	0,038308	-3,683308	-3,668562
ARIMA(2,0,1)	0,126		0,172763	-0,046611		-0,095944			0,004596	0,002596	0,038352	-3,681019	-3,666272
ARIMA(2,0,1)	0,157	1,91E-03	0,208662	-0,051445		-0,134154			0,006932	0,003934	0,038326	-3,681364	-3,661701
ARIMA(2,0,2)	-0,091		0,180242	-0,271208		-0,105746	0,226066		0,004847	0,001843	0,038366	-3,679266	-3,659604
ARIMA(2,0,2)	-0,067	1,91E-03	0,227203	-0,29401		-0,155397	0,244165		0,007211	0,003212	0,03834	-3,679641	-3,655063
ARIMA(2,0,3)	0,948		1,403709***	-0,455291		-1,332136***	0,31487	0,085735**	0,009023	0,005031	0,038305	-3,681468	-3,65689
ARIMA(2,0,3)	0,942	2,02E-03	1,391759***	-0,450153		-1,32183***	0,311129	0,084934**	0,010655	0,005668	0,038293	-3,681112	-3,651619
ARIMA(3,0,0)	0,031		0,076677**	-0,038779	-6,81E-03				0,004576	0,002573	0,038369	-3,680114	-3,665355
ARIMA(3,0,0)	0,024	1,92E-03	0,074317**	-0,040886	-9,22E-03				0,006948	0,003948	0,038343	-3,680494	-3,660816
ARIMA(3,0,1)	0,009		0,054047	-0,03702	-0,00798	0,022622			0,004576	0,001568	0,038389	-3,678108	-3,65843
ARIMA(3,0,1)	0,056	1,93E-03	0,106353	-0,043305	-0,007489	-0,032026			0,006949	0,002944	0,038362	-3,678489	-3,653891
ARIMA(3,0,2)	0,774		1,801731***	-1,102936***	0,075391***	-1,746764***	0,994896***		0,024239	0,020305	0,038027	-3,696054	-3,671456
ARIMA(3,0,2)	0,935	2,03E-03	1,430768***	-0,5852*	0,089791***	-1,359475***	0,441445		0,010789	0,005798	0,038307	-3,680357	-3,65084
ARIMA(3,0,3)	-0,921		0,214597	-0,838936***	-0,296597	-0,143265	0,804909***	0,368232	0,020727	0,015786	0,038114	-3,690455	-3,660938
ARIMA(3,0,3)	-1,156	1,88E-03	0,044615	-8,49E-01***	-0,351414	0,029028	0,830642***	0,417822	0,016952	0,010995	0,038207	-3,684602	-3,650165

[§] Bağımlı Değişken: SKBNK
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

TCELL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,035951			-0,000595	-0,000595	0,029891	-4,181535	-4,176628
ARIMA(0,0,1)	0	1,30E-03				-0,037988			0,001439	0,000439	0,029875	-4,18157	-4,171755
ARIMA(0,0,2)	0					-0,035841	0,002487		-0,000588	-0,001591	0,029906	-4,179542	-4,169727
ARIMA(0,0,2)	0	1,30E-03				-0,037964	0,000521		0,001439	-0,000564	0,02989	-4,179571	-4,164848
ARIMA(0,0,3)	0					-0,031496	0,004139	-0,048073	0,001426	-0,000578	0,02989	-4,179557	-4,164834
ARIMA(0,0,3)	0	1,30E-03				-0,033554	0,002114	-0,050454	0,003644	0,000642	0,029872	-4,179781	-4,16015
ARIMA(1,0,0)	-0,036		-0,036069						-0,000498	-0,000498	0,029888	-4,181717	-4,176806
ARIMA(1,0,0)	-0,038	1,27E-03	-0,037958						0,001442	0,00044	0,029874	-4,181656	-4,171833
ARIMA(1,0,1)	-0,858		-0,858229***			0,830986***			0,000751	-0,000252	0,029884	-4,180964	-4,171141
ARIMA(1,0,1)	-0,851	1,28E-03	-0,850842***			0,822556***			0,00263	0,000627	0,029871	-4,180845	-4,16611
ARIMA(1,0,2)	-0,885		-0,885162***			0,851815***	-0,010695		0,000827	-0,00118	0,029898	-4,179038	-4,164303
ARIMA(1,0,2)	-0,886	1,27E-03	-0,885665***			0,850211***	-0,012888		0,002738	-0,000268	0,029885	-4,178952	-4,159305
ARIMA(1,0,3)	-0,407		-0,406974			0,374161	-0,007598	-0,050332	0,002606	-0,000401	0,029887	-4,178819	-4,159173
ARIMA(1,0,3)	-0,400	1,28E-03	-0,399686			0,36478	-0,010131	-0,052666	0,004706	0,000701	0,02987	-4,178924	-4,154366
ARIMA(2,0,0)	-0,031		-0,03595	0,004478					-0,000478	-0,001483	0,029918	-4,178731	-4,1689
ARIMA(2,0,0)	-0,035	1,27E-03	-0,03786	0,002508					0,001446	-0,000561	0,029904	-4,178653	-4,163906
ARIMA(2,0,1)	-0,918		-0,905434	-0,01272		0,871477			0,00126	-0,000747	0,029907	-4,178467	-4,16372
ARIMA(2,0,1)	-0,925	1,27E-03	-0,910368***	-0,015041		0,874543***			0,003166	0,000158	0,029893	-4,178373	-4,15871
ARIMA(2,0,2)	0,902		0,188005	0,713952		-0,231805	-0,693604		0,002679	-0,000331	0,0299	-4,177884	-4,158222
ARIMA(2,0,2)	0,970	1,71E-03***	0,506894	0,462966		-0,557972	-0,438331		0,0103	0,006313	0,029801	-4,183551	-4,158973
ARIMA(2,0,3)	-2,030		-1,062303***	-0,968129***		1,038481***	0,953793***	-0,029586	0,010357	0,006371	0,0298	-4,183609	-4,159031
ARIMA(2,0,3)	-2,030	1,27E-03	-1,062214***	-0,968108***		1,036274***	0,95144***	-0,031744	0,012263	0,007285	0,029786	-4,183533	-4,154039
ARIMA(3,0,0)	-0,079		-0,035756	0,002099	-4,49E-02				0,001595	-0,000414	0,02991	-4,178232	-4,163473
ARIMA(3,0,0)	-0,085	1,25E-03	-0,03772	3,41E-05	-4,70E-02				0,003649	0,000639	0,029894	-4,178286	-4,158608
ARIMA(3,0,1)	-0,415		-0,355371	-0,009694	-0,049657	0,320819			0,002679	-0,000334	0,029909	-4,177313	-4,157635
ARIMA(3,0,1)	-0,417	1,26E-03	-0,353407	-0,012223	-0,051743	0,316904			0,004714	0,000701	0,029893	-4,177349	-4,152752
ARIMA(3,0,2)	-2,048		-1,091295***	-0,915557***	-0,041559	1,059909***	0,904108***		0,008976	0,00498	0,029829	-4,18164	-4,157042
ARIMA(3,0,2)	-2,055	1,24E-03	-1,095125***	-0,917084***	-0,043188	1,061798***	0,903592***		0,010806	0,005816	0,029817	-4,181483	-4,151966
ARIMA(3,0,3)	-2,166		-1,106394***	-1,016101**	-0,043774	1,076803***	0,995324**	0,008552	0,010519	0,005527	0,029821	-4,181193	-4,151676
ARIMA(3,0,3)	-2,136	1,26E-03	-1,096251***	-1,01E+00***	-0,03398	1,064769***	0,982447***	-0,003313	0,012392	0,006406	0,029808	-4,181081	-4,146644

[§] Bağımlı Değişken: TCELL
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

THYAO Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,041195			0,001797	0,001797	0,029176	-4,229942	-4,225034
ARIMA(0,0,1)	0	1,13E-04				-0,041214			0,001813	0,000813	0,02919	-4,227959	-4,218143
ARIMA(0,0,2)	0					-0,041886	0,040928		0,003235	0,002237	0,02917	-4,229384	-4,219569
ARIMA(0,0,2)	0	1,12E-04				-0,041903	0,040907		0,00325	0,001251	0,029184	-4,227399	-4,212676
ARIMA(0,0,3)	0					-0,043861	0,041841	-0,011732	0,003347	0,001348	0,029183	-4,227497	-4,212773
ARIMA(0,0,3)	0	1,12E-04				-0,043882	0,041822	-0,011754	0,003362	0,000361	0,029197	-4,225512	-4,205881
ARIMA(1,0,0)	-0,044		-0,043994						0,001917	0,001917	0,029184	-4,229365	-4,224453
ARIMA(1,0,0)	-0,044	1,28E-04	-0,044011						0,001938	0,000937	0,029199	-4,227384	-4,21756
ARIMA(1,0,1)	-0,297		-0,296834			0,249702			0,002269	0,001268	0,029194	-4,227716	-4,217893
ARIMA(1,0,1)	-0,296	1,21E-04	-0,296358			0,249207			0,002288	0,000284	0,029208	-4,225733	-4,210998
ARIMA(1,0,2)	-0,014		-0,014022			-0,028232	0,041301		0,003311	0,001309	0,029193	-4,226758	-4,212023
ARIMA(1,0,2)	-0,014	1,29E-04	-0,013538			-0,028733	0,041296		0,00333	0,000325	0,029208	-4,224776	-4,205129
ARIMA(1,0,3)	0,490		0,49004			-0,536003**	0,065321	-0,049882	0,00457	0,001569	0,029189	-4,226021	-4,206375
ARIMA(1,0,3)	0,491	1,45E-04	0,490644			-0,536633	0,065342	-0,049929	0,004598	0,000593	0,029204	-4,224047	-4,199489
ARIMA(2,0,0)	-0,009		-0,04283	0,033696					0,003074	0,002073	0,029192	-4,227833	-4,218002
ARIMA(2,0,0)	-0,009	1,45E-04	-0,042853	0,033675					0,003099	0,001095	0,029206	-4,225854	-4,211107
ARIMA(2,0,1)	-0,223		-0,242595	0,020019		0,199774			0,003191	0,001187	0,029205	-4,225947	-4,2112
ARIMA(2,0,1)	-0,223	1,46E-04	-0,242826	0,01998		0,199982			0,003217	0,000209	0,029219	-4,223969	-4,204306
ARIMA(2,0,2)	-2,118		-1,300004***	-0,817499***		1,257249***	0,802779***		0,015281	0,012309	0,029042	-4,236146	-4,216483
ARIMA(2,0,2)	-2,117	1,03E-04	-1,299436***	-0,817076***		1,256638***	0,802368***		0,015294	0,011327	0,029056	-4,234154	-4,209577
ARIMA(2,0,3)	-2,308		-1,532294***	-0,776005***		1,503157***	0,766729***	0,0396	0,01581	0,011845	0,029049	-4,234679	-4,210101
ARIMA(2,0,3)	-2,309	1,29E-04	-1,532424***	-0,7761***		1,503267***	0,766772***	0,039562	0,015829	0,010869	0,029063	-4,232695	-4,203201
ARIMA(3,0,0)	-0,007		-0,04223	0,034379	1,22E-03				0,003077	0,001072	0,029204	-4,226038	-4,211279
ARIMA(3,0,0)	-0,007	1,14E-04	-0,042249	3,44E-02	1,21E-03				0,003093	0,000081	0,029218	-4,224047	-4,204369
ARIMA(3,0,1)	-0,784		-0,859383***	0,001596	0,074122**	0,820843***			0,009243	0,00625	0,029128	-4,230235	-4,210557
ARIMA(3,0,1)	-0,784	1,23E-04	-0,859361***	0,001562	0,074108**	0,8208***			0,00926	0,005265	0,029142	-4,228247	-4,203649
ARIMA(3,0,2)	-1,601		-1,235025***	-0,43282***	0,067156**	1,199761***	0,436773***		0,013382	0,009404	0,029082	-4,232416	-4,207818
ARIMA(3,0,2)	-1,602	1,34E-04	-1,235631***	-0,433518***	0,06709***	1,200348***	0,437407***		0,013403	0,008425	0,029096	-4,230431	-4,200914
ARIMA(3,0,3)	0,938		-0,401255***	0,460639***	0,878147***	0,355215***	-0,464818***	-0,882222***	0,021594	0,016658	0,028975	-4,238768	-4,209251
ARIMA(3,0,3) $^{\Psi}$	0,933	2,74E-05	-0,394642***	4,59E-01***	0,867979***	0,328073***	-0,479853***	-0,876913***	0,036634	0,030795	0,028766	-4,252253	-4,217816

[§] Bağımlı Değişken: THYAO
Yöntem: En Küçük Kareler
$^{\Psi}$ Tahmin edilen MA süreci çevrilemez

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

TNSAS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{p} \phi_i$	C	AR(1)	AR(2)	AR(3)	AR(4)	MA(1)	MA(2)	MA(3)	MA(4)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
ARIMA(0,0,1)	0						-0,03542				0,000799	0,000799	0,026407	-4,429412	-4,424504
ARIMA(0,0,1)	0	4,81E-04					-0,03581				0,001156	0,000155	0,026415	-4,42777	-4,41795
ARIMA(0,0,2)	0						-0,03631	-0,0507			0,003243	0,002244	0,026387	-4,42986	-4,42005
ARIMA(0,0,2)	0	4,82E-04					-0,03674	-0,05117			0,003643	0,001644	0,026395	-4,42826	-4,41354
ARIMA(0,0,3)	0						-0,03639	-0,04417	-0,02587		0,003832	0,001834	0,026393	-4,42845	-4,41373
ARIMA(0,0,3)	0	4,82E-04					-0,03682	-0,04454	-0,02628		0,004249	0,00125	0,026401	-4,42687	-4,40724
ARIMA(0,0,4)	0						-0,03076	-0,045	-0,02433	-0,02356	0,004411	0,001412	0,026398	-4,42703	-4,4074
ARIMA(0,0,4)	0	0,000483					-0,03111	-0,0454	-0,02472	-0,02397	0,004848	0,000847	0,026406	-4,42547	-4,40093
ARIMA(1,0,0)	-0,032		-0,03198								0,000706	0,000706	0,026419	-4,4285	-4,42359
ARIMA(1,0,0)	-0,032	4,71E-04	-0,03232								0,001045	0,000043	0,026427	-4,42684	-4,41701
ARIMA(1,0,1)	0,544		0,543789				-0,5895*				0,002805	0,001805	0,026404	-4,4286	-4,41878
ARIMA(1,0,1)	0,551	5,01E-04	0,550817				-0,59681*				0,003248	0,001247	0,026411	-4,42704	-4,41231
ARIMA(1,0,2)	0,291		0,291003				-0,32654	-0,03892			0,003599	0,001599	0,026407	-4,4274	-4,41266
ARIMA(1,0,2)	0,301	4,81E-04	0,301413				-0,33738	-0,03869			0,004013	0,00101	0,026415	-4,42581	-4,40616
ARIMA(1,0,3)	0,085		0,084673				-0,1204	-0,04095	-0,02297		0,003837	0,000834	0,026417	-4,42563	-4,40599
ARIMA(1,0,3)	0,091	4,75E-04	0,090859				-0,127	-0,04105	-0,02316		0,004245	0,000238	0,026425	-4,42404	-4,39948
ARIMA(1,0,4)	-0,632		-0,6323***				0,607499**	-0,05828	-0,055	-0,07131**	0,009991	0,006007	0,026348	-4,42983	-4,40527
ARIMA(1,0,4)	-0,632	0,000478	-0,63203***				0,606813**	-0,05891	-0,05564	-0,07175**	0,010422	0,00544	0,026356	-4,42826	-4,39879
ARIMA(2,0,0)	-0,080		-0,03321	-0,04706							0,002879	0,001878	0,026411	-4,4281	-4,41827
ARIMA(2,0,0)	-0,081	4,87E-04	-0,03358	-0,04743							0,003275	0,001272	0,026419	-4,42649	-4,41175
ARIMA(2,0,1)	0,332		0,369754	-0,03778			-0,40456				0,003944	0,001941	0,02641	-4,42716	-4,41242
ARIMA(2,0,1)	0,340	5,02E-04	0,377522	-0,03766			-0,41276				0,004397	0,001392	0,026417	-4,42561	-4,40595
ARIMA(2,0,2)	0,012		-0,30637	0,318413			0,27504	-0,38848			0,006203	0,003203	0,026393	-4,42743	-4,40777
ARIMA(2,0,2)	0,025	4,98E-04	-0,29882	0,323801			0,267192	-0,39421			0,006644	0,002643	0,026401	-4,42587	-4,40129
ARIMA(2,0,3)	-0,811		0,171145***	-0,98203***			-0,20902***	1,002504***	-0,04607		0,026684	0,022764	0,026133	-4,44625	-4,42167
ARIMA(2,0,3)	-0,898	4,81E-04	0,002481	-0,90003***			-0,04091	0,895513***	-0,0822**		0,013779	0,008808	0,026319	-4,43107	-4,40158
ARIMA(2,0,4)	-2,404		-1,45083***	-0,95364***			1,427683***	0,870517***	-0,1056*	-0,08046**	0,022055	0,017126	0,026208	-4,4395	-4,41001
ARIMA(2,0,4)	-2,404	0,000482	-1,45068***	-0,9535***			1,427082***	0,869278***	-0,10671*	-0,08097**	0,022454	0,016535	0,026216	-4,43791	-4,4035

§ Bağımlı Değişken: TNSAS
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

TNSAS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]															
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**AR(4)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**MA(4)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(3,0,0)	-0,117		-0,03482	-0,0482	-3,42E-02						0,004048	0,002044	0,026422	-4,42626	-4,4115
ARIMA(3,0,0)	-0,118	4,87E-04	-0,03523	-4,86E-02	-3,46E-02						0,004472	0,001464	0,026429	-4,42468	-4,405
ARIMA(3,0,1)	0,155		0,217166	-0,03977	-0,02276		-0,25256				0,004345	0,001337	0,026431	-4,42455	-4,40487
ARIMA(3,0,1)	0,172	4,99E-04	0,233511	-0,0395	-0,0219		-0,26935				0,004801	0,000788	0,026438	-4,39841	1,196312
ARIMA(3,0,2)	-0,884		0,127639***	-0,96969***	-0,04227		-0,16176***	0,987975***			0,022989	0,01905	0,026196	-4,44145	-4,41685
ARIMA(3,0,2)	-0,885	4,48E-04	0,127226***	-0,96962***	-0,04266		-0,16165***	0,987911***			0,023296	0,018368	0,026205	-4,43976	-4,41024
ARIMA(3,0,3)	0,533		0,734375***	0,40691	-0,6083***		-0,76325***	-0,45107	0,663781***		0,01244	0,007457	0,02635	-4,4287	-4,39919
ARIMA(3,0,3)	0,531	5,12E-04	0,728586	4,10E-01	-0,60699		-0,75805	-0,45404	0,662486		0,012846	0,006863	0,026358	-4,42711	-4,39267
ARIMA(3,0,4)	-2,235		-0,7175***	-0,89298***	-0,62449***		0,687879***	0,824831***	0,545858***	-0,10381***	0,019278	0,013334	0,026272	-4,43365	-4,39921
ARIMA(3,0,4)	-2,234	0,000491	-0,71709***	-0,89256***	-0,62431***		0,687038***	0,823863***	0,545104***	-0,10428***	0,019692	0,012754	0,02628	-4,43206	-4,39271
ARIMA(4,0,0)	-0,121		-0,03597	-0,05065	-0,03485	-0,03359					0,005172	0,002164	0,02641	-4,42613	-4,40644
ARIMA(4,0,0)	-0,123	0,000518	-0,03644	-0,05111	-0,03529	-0,03406					0,005685	0,001672	0,026417	-4,42464	-4,40002
ARIMA(4,0,1)	-0,762		-0,62475***	-0,07262**	-0,06428*	-0,08515***	0,593075**				0,01135	0,007359	0,026341	-4,43035	-4,40573
ARIMA(4,0,1)	-0,763	0,000507	-0,62441***	-0,07329**	-0,06493*	-0,0856***	0,592293**				0,011845	0,006854	0,026348	-4,42884	-4,3993
ARIMA(4,0,2)	-2,375		-1,3411***	-0,92422***	-0,11013**	-0,10188***	1,320793***	0,84467***			0,01978	0,014829	0,026242	-4,43691	-4,40737
ARIMA(4,0,2)	-2,370	0,000472	-1,33745***	-0,92123***	-0,11116**	-0,1028***	1,316674***	0,840779***			0,020164	0,014219	0,02625	-4,43529	-4,40083
ARIMA(4,0,3)	-1,793		-1,21445***	-0,68402	0,105916	-0,08672***	1,193329***	0,605409	-0,21178		0,022299	0,016367	0,026221	-4,43747	-4,40301
ARIMA(4,0,3)	-1,786	0,000516	-1,2123***	-0,68089	0,107542	-0,08712***	1,190742***	0,601315	-0,21427		0,022771	0,015847	0,026228	-4,43595	-4,39656
ARIMA(4,0,4)	-4,120		-1,33633***	-1,60414***	-1,17974***	-0,89186***	1,365548***	1,61391***	1,163126***	0,862438***	0,037195	0,030373	0,026034	-4,45082	-4,41143
ARIMA(4,0,4)	-4,142	0,000478	-1,34472***	-1,61369***	-1,18356***	-0,88865***	1,376451***	1,628359***	1,168287***	0,858802***	0,038103	0,030307	0,026035	-4,44975	-4,40544

[§] Bağımlı Değişken: TNSAS
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

TSKB Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]

Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	C	AR(1)	AR(2)	AR(3)	MA(1)	MA(2)	MA(3)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
ARIMA(0,0,1)	0					0,034396			-0,007127	-0,007127	0,031379	-4,084385	-4,079477
ARIMA(0,0,1)	0	2,84E-03***				0,02631			0,000651	-0,00035	0,031273	-4,090138	-4,080323
ARIMA(0,0,2)	0					0,03343	-0,021027		-0,006713	-0,007721	0,031388	-4,082797	-4,072981
ARIMA(0,0,2)	0	2,84E-03***				0,024651	-0,030252		0,001487	-0,000516	0,031275	-4,088975	-4,074252
ARIMA(0,0,3)	0					0,033094	-0,020539	-0,008449	-0,006646	-0,008665	0,031402	-4,080863	-4,06614
ARIMA(0,0,3)	0	2,84E-03***				0,023774	-0,029405	-0,017595	0,00177	-0,001236	0,031287	-4,087259	-4,067628
ARIMA(1,0,0)	0,033		0,032938						-0,007357	-0,007357	0,031382	-4,084147	-4,079236
ARIMA(1,0,0)	0,025	2,87E-03***	0,024767						0,000613	-0,000389	0,031274	-4,090089	-4,080266
ARIMA(1,0,1)	-0,694		-0,693973**			0,728936***			-0,005362	-0,006371	0,031367	-4,084127	-4,074304
ARIMA(1,0,1)	-0,709	2,86E-03***	-0,708955***			0,741013***			0,002691	0,000688	0,031257	-4,090168	-4,075433
ARIMA(1,0,2)	-0,698		-0,698346**			0,734087**	0,001366		-0,005361	-0,00738	0,031383	-4,082127	-4,067392
ARIMA(1,0,2)	-0,684	2,86E-03***	-0,683794**			0,711298**	-0,007826		0,002738	-0,000269	0,031272	-4,088213	-4,068567
ARIMA(1,0,3)	-0,693		-0,692544*			0,728471*	0,003024	0,002483	-0,005355	-0,008386	0,031398	-4,080131	-4,060484
ARIMA(1,0,3)	-0,699	2,86E-03***	-0,699241*			0,726222*	-0,012127*	-0,006353	0,002776	-0,001237	0,031287	-4,086249	-4,061691
ARIMA(2,0,0)	0,013		0,034512	-0,021412					-0,006688	-0,007698	0,031393	-4,082467	-4,072636
ARIMA(2,0,0)	-0,003	2,85E-03***	0,026372	-0,029339					0,001514	-0,000493	0,03128	-4,088644	-4,073897
ARIMA(2,0,1)	-0,719		-0,722408**	0,003197		0,758158**			-0,005927	-0,007949	0,031397	-4,081219	-4,066472
ARIMA(2,0,1)	-0,723	2,86E-03***	-0,717308**	-0,005795		0,744921**			0,002134	-0,000877	0,031286	-4,087261	-4,067599
ARIMA(2,0,2)	0,964		0,233262	0,73092***		-0,194277	-0,750541***		-0,000754	-0,003774	0,031332	-4,084371	-4,064708
ARIMA(2,0,2)	0,983	3,88E-03***	0,234268	0,748659***		-0,2118	-0,783707***		0,009683	0,005694	0,031184	-4,092851	-4,068273
ARIMA(2,0,3)	-0,708		0,247639***	-0,955991***		-0,214869***	0,946922***	0,013852	0,001328	-0,002695	0,031315	-4,084449	-4,059871
ARIMA(2,0,3)	0,983	3,84E-03***	0,423534	0,559491		-0,4023	-0,607071	0,013367	0,009572	0,00458	0,031201	-4,090734	-4,061241
ARIMA(3,0,0)	0,003		0,034951	-0,021713	-1,01E-02				-0,006647	-0,008672	0,031415	-4,08005	-4,065292
ARIMA(3,0,0)	-0,022	2,87E-03***	0,026498	-2,97E-02	-1,85E-02				0,001935	-0,001081	0,031297	-4,086605	-4,066927
ARIMA(3,0,1)	0,973		0,989698***	-0,055889	0,039235	-0,959968***			-0,000941	-0,003965	0,031342	-4,083728	-4,06405
ARIMA(3,0,1)	0,990	3,95E-03***	1,016032***	-0,05625	0,030017	-0,996599***			0,008435	0,004437	0,03121	-4,091133	-4,066536
ARIMA(3,0,2)	0,972		1,169985***	-0,246926	0,049105	-1,140677***	0,180545		-0,000559	-0,004593	0,031352	-4,082104	-4,057507
ARIMA(3,0,2)	0,764	2,97E-03***	1,464834***	-0,720124***	0,018953	-1,445017***	0,66712***		0,007309	0,0023	0,031244	-4,087993	-4,058476
ARIMA(3,0,3)	0,657		1,02168***	0,134809	-0,499286**	-0,989292**	-0,200279	0,524535**	-0,001659	-0,006713	0,031385	-4,078999	-4,049482
ARIMA(3,0,3)	0,695	2,93E-03***	0,921624***	2,29E-01	-0,455307*	-0,898297**	-0,292872	0,475181**	0,007833	0,00182	0,031251	-4,086514	-4,052078

[§] Bağımlı Değişken: TSKB
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

TUPRS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p}\phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,050705*			-0,001702	-0,001702	0,026994	-4,385423	-4,380516
ARIMA(0,0,1)	0	1,73E-03**				-0,05579**			0,002916	0,001917	0,026945	-4,388044	-4,378228
ARIMA(0,0,2)	0					-0,048389	-0,029144		-0,00096	-0,001963	0,026997	-4,384164	-4,374348
ARIMA(0,0,2)	0	1,73E-03**				-0,05323*	-0,034739		0,003953	0,001955	0,026944	-4,387085	-4,372362
ARIMA(0,0,3)	0					-0,04625	-0,032134	0,019807	-0,000598	-0,002606	0,027006	-4,382526	-4,367802
ARIMA(0,0,3)	0	1,73E-03**				-0,051599	-0,036921	0,014673	0,00415	0,00115	0,026955	-4,385282	-4,365651
ARIMA(1,0,0)	-0,048		-0,04794						-0,001775	-0,001775	0,027005	-4,384555	-4,379643
ARIMA(1,0,0)	-0,052	1,72E-03**	-0,052232*						0,002729	0,001728	0,026958	-4,387059	-4,377235
ARIMA(1,0,1)	0,413		0,413454			-0,464035			-0,000703	-0,001707	0,027005	-4,383623	-4,3738
ARIMA(1,0,1)	0,455	1,71E-03**	0,455381			-0,511692			0,004169	0,00217	0,026952	-4,386502	-4,371767
ARIMA(1,0,2)	-0,809		-0,809322***			0,770774***	-0,087684***		0,007407	0,005413	0,026908	-4,389758	-4,375023
ARIMA(1,0,2)	-0,806	1,73E-03**	-0,806438***			0,762861***	-0,093097***		0,012185	0,009207	0,026857	-4,392582	-4,372936
ARIMA(1,0,3)	-0,782		-0,782219***			0,74377***	-0,069496*	0,025234	0,007915	0,004923	0,026915	-4,388268	-4,368622
ARIMA(1,0,3)	-0,785	1,73E-03**	-0,785209***			0,741817***	-0,078715***	0,019737	0,01249	0,008517	0,026866	-4,390889	-4,366331
ARIMA(2,0,0)	-0,079		-0,049628	-0,029474					-0,000817	-0,001822	0,027017	-4,382704	-4,372873
ARIMA(2,0,0)	-0,088	1,71E-03**	-0,054227*	-0,034127					0,003913	0,001911	0,026967	-4,385438	-4,370691
ARIMA(2,0,1)	0,240		0,251782	-0,011644		-0,301703			-0,000731	-0,002742	0,027029	-4,380787	-4,36604
ARIMA(2,0,1)	0,329	1,70E-03**	0,339914	-0,011211		-0,394662			0,00406	0,001054	0,026978	-4,383581	-4,363919
ARIMA(2,0,2)	-2,372		-1,593697***	-0,77798***		1,566284***	0,724741***		0,011343	0,008359	0,026879	-4,390921	-4,371259
ARIMA(2,0,2)	-2,376	1,75E-03**	-1,594679***	-0,781708***		1,565809***	0,726927***		0,015801	0,011836	0,026832	-4,393436	-4,368858
ARIMA(2,0,3)	-2,377		-1,595451***	-0,781875***		1,557651***	0,706668***	-0,013096	0,012009	0,008029	0,026884	-4,389591	-4,365013
ARIMA(2,0,3)	0,187	1,71E-03**	-0,256059	0,442698		0,2127	-0,516544	0,045422	0,012612	0,007635	0,026889	-4,388198	-4,358704
ARIMA(3,0,0)	-0,059		-0,049606	-0,029085	1,95E-02				-0,00023	-0,002242	0,027024	-4,381164	-4,366406
ARIMA(3,0,0)	-0,073	1,69E-03**	-0,054178*	-3,38E-02	1,49E-02				0,004215	0,001207	0,026978	-4,383612	-4,363934
ARIMA(3,0,1)	-0,899		-0,860408***	-0,067783	0,029083	0,820273***			0,008832	0,005837	0,026915	-4,388259	-4,368581
ARIMA(3,0,1)	-0,919	1,70E-03**	-0,86712***	-0,075998**	0,024199	0,822466***			0,013178	0,009199	0,02687	-4,390647	-4,36605
ARIMA(3,0,2)	-1,481		-1,153016***	-0,34318	0,015074	1,114107***	0,273649		0,009441	0,005447	0,02692	-4,386868	-4,36227
ARIMA(3,0,2)	-1,501	1,70E-03**	-1,159872***	-0,351509	0,01017	1,116575***	0,2737		0,013743	0,008767	0,026875	-4,389214	-4,359697
ARIMA(3,0,3)	-0,228		-0,95502**	0,232097	0,494581	0,91132**	-0,300311	-0,478487	0,011087	0,006097	0,026912	-4,386525	-4,357008
ARIMA(3,0,3)	-0,062	1,72E-03**	-0,914434***	3,11E-01	0,541176**	0,866018***	-0,386665	-0,528388**	0,015999	0,010036	0,026858	-4,389499	-4,355062

[§] Bağımlı Değişken: TUPRS
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 10 Devamı:

VESTL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan ARIMA Modelleri[§]													
Model	$\sum_{i=1}^{p} \phi_i$	**C**	**AR(1)**	**AR(2)**	**AR(3)**	**MA(1)**	**MA(2)**	**MA(3)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
ARIMA(0,0,1)	0					-0,041136			0,001427	0,001427	0,025296	-4,515332	-4,510425
ARIMA(0,0,1)	0	3,49E-04				-0,041338			0,001635	0,000634	0,025306	-4,51354	-4,503725
ARIMA(0,0,2)	0					-0,039309	-0,021482		0,001847	0,000846	0,025303	-4,513752	-4,503937
ARIMA(0,0,2)	0	3,49E-04				-0,039498	-0,021689		0,002062	0,00006	0,025313	-4,511968	-4,497245
ARIMA(0,0,3)	0					-0,037163	-0,025591	0,029364	0,002562	0,000561	0,025307	-4,512469	-4,497745
ARIMA(0,0,3)	0	3,50E-04				-0,03736	-0,025764	0,029166	0,002767	-0,000237	0,025317	-4,510675	-4,491044
ARIMA(1,0,0)	-0,039		-0,039418						0,001358	0,001358	0,02531	-4,514261	-4,509349
ARIMA(1,0,0)	-0,040	3,50E-04	-0,039596						0,001565	0,000563	0,02532	-4,512465	-4,502642
ARIMA(1,0,1)	0,362		0,362419			-0,40252			0,001698	0,000696	0,025318	-4,512599	-4,502775
ARIMA(1,0,1)	0,386	3,57E-04	0,386195			-0,426065			0,001924	-0,00008	0,025328	-4,510823	-4,496088
ARIMA(1,0,2)	-0,736		-0,735684***			0,704337***	-0,071726**		0,007867	0,005875	0,025252	-4,516796	-4,502061
ARIMA(1,0,2)	-0,736	3,50E-04	-0,735673***			0,704142***	-0,071907**		0,008084	0,005093	0,025262	-4,515012	-4,495365
ARIMA(1,0,3)	-0,694		-0,693683***			0,661919***	-0,053046	0,028632	0,008657	0,005668	0,025255	-4,51559	-4,495944
ARIMA(1,0,3)	-0,694	3,52E-04	-0,693989***			0,662041***	-0,053366	0,028426	0,008864	0,004876	0,025265	-4,513798	-4,489239
ARIMA(2,0,0)	-0,063		-0,040352	-0,023099					0,001874	0,000872	0,025324	-4,512119	-4,502288
ARIMA(2,0,0)	-0,064	3,63E-04	-0,040549	-0,023286					0,002106	0,0001	0,025334	-4,510348	-4,495601
ARIMA(2,0,1)	-0,876		-0,799263***	-0,077212**		0,763889***			0,008533	0,00654	0,025252	-4,51681	-4,502063
ARIMA(2,0,1)	-0,877	3,55E-04	-0,799319***	-0,077395**		0,763761***			0,008756	0,005764	0,025262	-4,51503	-4,495368
ARIMA(2,0,2)	-2,206		-1,500209	-0,705646		1,466689	0,638347		0,013763	0,010787	0,025198	-4,520094	-4,500432
ARIMA(2,0,2)	-2,196	2,92E-04	-1,49471***	-0,700958***		1,460808***	0,633202***		0,013904	0,009932	0,025209	-4,518233	-4,493655
ARIMA(2,0,3)	0,960		0,237569	0,721952***		-0,271068	-0,769386***	0,063492*	0,009768	0,005779	0,025262	-4,514047	-4,489469
ARIMA(2,0,3)	0,966	5,86E-04*	0,238805	0,727571***		-0,273911	-0,776818***	0,062103*	0,011827	0,006846	0,025248	-4,514125	-4,484631
ARIMA(3,0,0)	-0,037		-0,03915	-0,022078	2,41E-02				0,002435	0,000428	0,025326	-4,510952	-4,496193
ARIMA(3,0,0)	-0,038	3,37E-04	-0,03934	-2,23E-02	2,39E-02				0,002626	-0,000387	0,025337	-4,509137	-4,489459
ARIMA(3,0,1)	-0,767		-0,753813***	-0,04968	0,036601	0,721052***			0,008591	0,005596	0,025261	-4,515136	-4,495458
ARIMA(3,0,1)	-0,768	3,49E-04	-0,754114***	-0,049997	0,036414	0,72116***			0,008792	0,004795	0,025271	-4,513332	-4,488734
ARIMA(3,0,2)	-2,570		-1,687761***	-0,868036***	-0,014365	1,663268***	0,804479***		0,016372	0,012405	0,025174	-4,521008	-4,496411
ARIMA(3,0,2)	-2,564	3,30E-04	-1,684784***	-0,865716***	-0,013787	1,660136***	0,802424***		0,016552	0,01159	0,025184	-4,519185	-4,489668
ARIMA(3,0,3)	0,899		-0,711249***	0,786066***	0,823811***	0,690064***	-0,832333***	-0,797462***	0,019176	0,014227	0,025151	-4,521857	-4,49234
ARIMA(3,0,3)	0,913	6,15E-04*	-0,710023***	7,95E-01***	0,828332***	0,686768***	-0,846485***	-0,805684***	0,021223	0,015291	0,025137	-4,521941	-4,487504

[§] Bağımlı Değişken: VESTL
Yöntem: En Küçük Kareler

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 11: En İyi ARIMA Modellerinin Hatalarına Ait Korelogramlar

EREGL Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,3) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,001	0,001	0,0003	0,987
		2	-0,020	-0,020	0,3980	0,820
		3	-0,029	-0,029	1,2255	0,747
		4	0,005	0,005	1,2517	0,870
		5	0,027	0,026	1,9859	0,851
		6	0,015	0,014	2,2142	0,899
		7	0,021	0,023	2,6710	0,914
		8	0,029	0,031	3,5352	0,896
		9	0,057	0,059	6,8353	0,654
		10	0,020	0,022	7,2541	0,701
		11	-0,049	-0,046	9,6758	0,560
		12	-0,009	-0,007	9,7627	0,637
		13	0,045	0,042	11,809	0,543
		14	-0,009	-0,016	11,886	0,615
		15	-0,011	-0,014	12,009	0,678
		16	0,028	0,029	12,832	0,685
		17	-0,053	-0,058	15,730	0,543
		18	-0,059	-0,065	19,291	0,374
		19	-0,001	-0,002	19,292	0,438
		20	0,033	0,032	20,394	0,434
		21	-0,039	-0,044	21,975	0,401
		22	-0,053	-0,057	24,884	0,303
		23	-0,049	-0,046	27,302	0,243
		24	-0,072	-0,070	32,577	0,113

FORTS Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,3) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,000	0,000	5,E-05	0,994
		2	0,010	0,010	0,0990	0,952
		3	0,020	0,020	0,5084	0,917
		4	-0,027	-0,027	1,2378	0,872
		5	-0,031	-0,031	2,1891	0,822
		6	0,007	0,007	2,2338	0,897
		7	-0,004	-0,002	2,2465	0,945
		8	-0,026	-0,026	2,9240	0,939
		9	0,008	0,007	2,9959	0,964
		10	0,039	0,040	4,5698	0,918
		11	-0,082	-0,082	11,424	0,408
		12	0,020	0,017	11,820	0,460
		13	0,008	0,007	11,882	0,537
		14	0,000	0,006	11,882	0,616
		15	-0,022	-0,026	12,395	0,649
		16	0,051	0,046	15,026	0,523
		17	0,022	0,026	15,514	0,559
		18	0,032	0,034	16,586	0,552
		19	0,052	0,044	19,304	0,438
		20	-0,030	-0,030	20,200	0,445
		21	-0,009	-0,001	20,290	0,503
		22	-0,001	-0,008	20,291	0,565
		23	-0,023	-0,016	20,838	0,591
		24	0,038	0,043	22,332	0,559

EK 11 Devamı:

ISGYO Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(1,0,1) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 999

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,004	-0,004	0,0173	0,895
		2	0,025	0,025	0,6311	0,729
		3	-0,006	-0,006	0,6735	0,879
		4	-0,054	-0,055	3,6106	0,461
		5	0,055	0,055	6,6205	0,250
		6	-0,025	-0,022	7,2682	0,297
		7	-0,015	-0,019	7,4934	0,379
		8	0,071	0,071	12,651	0,124
		9	0,019	0,025	12,998	0,163
		10	0,080	0,072	19,539	0,034
		11	-0,043	-0,043	21,424	0,029
		12	0,023	0,029	21,957	0,038
		13	-0,012	-0,015	22,101	0,054
		14	0,018	0,025	22,433	0,070
		15	0,061	0,054	26,244	0,036
		16	-0,019	-0,014	26,596	0,046
		17	0,031	0,023	27,550	0,050
		18	0,010	0,004	27,653	0,068
		19	0,000	0,005	27,653	0,090
		20	-0,003	-0,018	27,664	0,118
		21	-0,034	-0,020	28,868	0,117
		22	-0,053	-0,063	31,785	0,081
		23	0,012	0,008	31,925	0,102
		24	0,005	0,002	31,950	0,128

MIGRS Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(1,0,2) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 999

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,002	-0,002	0,0038	0,951
		2	0,010	0,010	0,1051	0,949
		3	0,012	0,012	0,2586	0,968
		4	-0,024	-0,024	0,8539	0,931
		5	-0,027	-0,028	1,6134	0,900
		6	-0,046	-0,046	3,7894	0,705
		7	-0,032	-0,031	4,8204	0,682
		8	0,026	0,027	5,4832	0,705
		9	0,036	0,037	6,7939	0,659
		10	0,034	0,032	7,9745	0,631
		11	-0,041	-0,047	9,6887	0,559
		12	-0,012	-0,017	9,8381	0,630
		13	-0,005	-0,005	9,8616	0,705
		14	0,082	0,090	16,691	0,273
		15	0,010	0,017	16,801	0,331
		16	-0,007	-0,007	16,852	0,395
		17	-0,002	-0,011	16,857	0,464
		18	0,012	0,008	17,009	0,523
		19	-0,056	-0,052	20,196	0,383
		20	0,010	0,021	20,297	0,440
		21	-0,026	-0,015	20,993	0,459
		22	-0,038	-0,043	22,494	0,431
		23	0,006	-0,006	22,530	0,488
		24	-0,029	-0,037	23,409	0,496

EK 11 Devamı:

PETKM Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(2,0,2) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 998

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,006	-0,006	0,0338	0,854
		2	-0,022	-0,022	0,5010	0,778
		3	0,016	0,016	0,7640	0,858
		4	-0,023	-0,023	1,2812	0,865
		5	0,062	0,063	5,1934	0,393
		6	-0,019	-0,019	5,5379	0,477
		7	0,053	0,056	8,3379	0,304
		8	0,004	0,001	8,3527	0,400
		9	0,014	0,020	8,5412	0,481
		10	0,016	0,009	8,7868	0,552
		11	-0,004	0,001	8,8058	0,640
		12	0,054	0,047	11,737	0,467
		13	-0,051	-0,049	14,377	0,348
		14	0,056	0,055	17,583	0,226
		15	-0,049	-0,056	20,022	0,171
		16	0,041	0,049	21,713	0,153
		17	-0,006	-0,023	21,752	0,194
		18	-0,048	-0,033	24,094	0,152
		19	-0,012	-0,032	24,246	0,187
		20	-0,045	-0,032	26,299	0,156
		21	-0,046	-0,061	28,487	0,127
		22	0,011	0,016	28,615	0,156
		23	0,005	0,002	28,636	0,193
		24	-0,018	-0,019	28,973	0,221

PTOFS Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,3) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,022	0,022	0,4977	0,481
		2	-0,008	-0,008	0,5613	0,755
		3	-0,027	-0,027	1,3148	0,726
		4	-0,028	-0,027	2,1288	0,712
		5	-0,022	-0,022	2,6362	0,756
		6	-0,022	-0,023	3,1452	0,790
		7	-0,022	-0,023	3,6147	0,823
		8	-0,036	-0,038	4,9503	0,763
		9	-0,011	-0,013	5,0831	0,827
		10	0,031	0,028	6,0580	0,810
		11	-0,047	-0,053	8,3401	0,683
		12	0,056	0,055	11,523	0,485
		13	0,049	0,044	13,925	0,379
		14	0,077	0,073	19,935	0,132
		15	0,008	0,006	20,003	0,172
		16	-0,014	-0,009	20,189	0,212
		17	-0,028	-0,020	20,989	0,227
		18	-0,010	0,000	21,082	0,275
		19	0,038	0,042	22,549	0,258
		20	0,024	0,028	23,142	0,282
		21	-0,012	-0,003	23,293	0,329
		22	0,029	0,031	24,145	0,340
		23	0,017	0,023	24,454	0,379
		24	0,002	0,000	24,458	0,436

EK 11 Devamı:

SKBNK Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(0,0,1) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,003	-0,003	0,0070	0,933
		2	-0,035	-0,035	1,2427	0,537
		3	-0,013	-0,013	1,4076	0,704
		4	0,009	0,008	1,4878	0,829
		5	0,034	0,033	2,6242	0,758
		6	0,024	0,025	3,2135	0,782
		7	0,034	0,037	4,4043	0,732
		8	-0,013	-0,010	4,5763	0,802
		9	0,060	0,062	8,1784	0,516
		10	0,003	0,002	8,1866	0,611
		11	0,006	0,008	8,2284	0,693
		12	-0,012	-0,013	8,3712	0,755
		13	0,006	0,005	8,4104	0,816
		14	-0,009	-0,015	8,4984	0,862
		15	-0,012	-0,015	8,6466	0,895
		16	0,030	0,025	9,5822	0,888
		17	0,053	0,054	12,429	0,773
		18	-0,012	-0,014	12,578	0,816
		19	0,049	0,056	15,002	0,722
		20	0,039	0,040	16,550	0,682
		21	-0,049	-0,046	19,038	0,583
		22	-0,004	-0,005	19,058	0,642
		23	-0,026	-0,032	19,726	0,658
		24	0,032	0,025	20,794	0,651

TCELL Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(1,0,1) Modelinin Hatalarının Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 999

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,009	-0,009	0,0785	0,779
		2	-0,023	-0,023	0,5864	0,746
		3	-0,026	-0,026	1,2454	0,742
		4	0,030	0,029	2,1484	0,708
		5	0,018	0,017	2,4734	0,780
		6	-0,071	-0,070	7,5105	0,276
		7	-0,023	-0,023	8,0646	0,327
		8	0,004	0,001	8,0809	0,426
		9	0,003	-0,003	8,0875	0,525
		10	0,042	0,045	9,9079	0,449
		11	-0,007	-0,003	9,9604	0,534
		12	0,014	0,012	10,167	0,601
		13	0,032	0,031	11,208	0,593
		14	0,020	0,019	11,628	0,636
		15	-0,047	-0,047	13,909	0,532
		16	-0,032	-0,026	14,978	0,526
		17	0,014	0,012	15,180	0,582
		18	-0,036	-0,040	16,476	0,559
		19	-0,038	-0,034	17,982	0,524
		20	-0,016	-0,012	18,238	0,572
		21	-0,016	-0,026	18,505	0,617
		22	-0,010	-0,018	18,604	0,670
		23	-0,033	-0,034	19,747	0,657
		24	-0,048	-0,055	22,068	0,575

EK 11 Devamı:

THYAO Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,3) Modelinin Hatalarının Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,005	0,005	0,0204	0,886
		2	0,014	0,014	0,2043	0,903
		3	0,012	0,012	0,3480	0,951
		4	-0,052	-0,052	3,0784	0,545
		5	0,004	0,004	3,0969	0,685
		6	-0,045	-0,044	5,1236	0,528
		7	0,063	0,065	9,0680	0,248
		8	0,062	0,060	12,943	0,114
		9	0,108	0,109	24,668	0,003
		10	0,016	0,008	24,917	0,006
		11	-0,022	-0,019	25,396	0,008
		12	0,008	0,007	25,455	0,013
		13	-0,028	-0,013	26,260	0,016
		14	0,029	0,032	27,097	0,019
		15	-0,002	-0,002	27,101	0,028
		16	0,025	0,010	27,731	0,034
		17	0,027	0,007	28,456	0,040
		18	-0,029	-0,036	29,284	0,045
		19	-0,025	-0,030	29,913	0,053
		20	-0,040	-0,031	31,572	0,048
		21	-0,001	-0,001	31,574	0,065
		22	-0,020	-0,020	31,997	0,077
		23	-0,046	-0,054	34,160	0,063
		24	0,009	-0,002	34,248	0,080

TNSAS Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,4) Modelinin Hatalarının Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,002	-0,002	0,0047	0,945
		2	0,007	0,007	0,0474	0,977
		3	-0,011	-0,010	0,1580	0,984
		4	-0,008	-0,008	0,2186	0,994
		5	0,034	0,034	1,3727	0,927
		6	-0,016	-0,016	1,6445	0,949
		7	0,034	0,033	2,7894	0,904
		8	0,055	0,056	5,8476	0,664
		9	-0,001	-0,001	5,8487	0,755
		10	0,057	0,056	9,0918	0,523
		11	-0,035	-0,032	10,340	0,500
		12	-0,027	-0,030	11,104	0,520
		13	0,022	0,021	11,590	0,562
		14	0,013	0,014	11,765	0,625
		15	0,028	0,020	12,573	0,635
		16	0,037	0,039	13,951	0,602
		17	-0,047	-0,050	16,160	0,513
		18	0,038	0,033	17,648	0,479
		19	0,028	0,036	18,461	0,492
		20	0,008	0,004	18,524	0,553
		21	0,031	0,030	19,476	0,555
		22	-0,045	-0,042	21,588	0,485
		23	0,038	0,025	23,072	0,457
		24	-0,020	-0,021	23,496	0,491

EK 11 Devamı:

TSKB Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(1,0,1) Modelinin Hatalarının Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 999

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,004	-0,004	0,0198	0,888
		2	-0,007	-0,007	0,0743	0,964
		3	-0,034	-0,034	1,2470	0,742
		4	-0,024	-0,024	1,8175	0,769
		5	0,024	0,023	2,3823	0,794
		6	-0,035	-0,036	3,6164	0,728
		7	-0,031	-0,033	4,6134	0,707
		8	0,021	0,021	5,0537	0,752
		9	0,054	0,053	8,0420	0,530
		10	0,034	0,030	9,1853	0,515
		11	-0,014	-0,011	9,3753	0,587
		12	0,029	0,034	10,223	0,596
		13	0,050	0,053	12,809	0,463
		14	0,028	0,028	13,625	0,478
		15	-0,026	-0,020	14,288	0,504
		16	0,010	0,021	14,382	0,570
		17	0,017	0,020	14,673	0,619
		18	0,086	0,082	22,136	0,226
		19	0,003	0,006	22,148	0,277
		20	0,019	0,028	22,534	0,312
		21	-0,042	-0,041	24,362	0,276
		22	-0,066	-0,073	28,809	0,150
		23	0,017	0,011	29,107	0,177
		24	0,012	0,017	29,252	0,211

TUPRS Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(1,0,2) Modelinin Hatalarının Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 999

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,001	-0,001	0,0020	0,965
		2	0,017	0,017	0,2772	0,871
		3	-0,024	-0,024	0,8358	0,841
		4	-0,037	-0,038	2,2391	0,692
		5	0,004	0,004	2,2532	0,813
		6	-0,009	-0,008	2,3278	0,887
		7	0,040	0,039	3,9750	0,783
		8	0,013	0,012	4,1482	0,844
		9	0,048	0,047	6,4984	0,689
		10	0,025	0,026	7,1148	0,715
		11	-0,044	-0,042	9,0908	0,614
		12	0,024	0,026	9,6915	0,643
		13	-0,029	-0,023	10,544	0,649
		14	0,002	-0,001	10,547	0,721
		15	-0,005	-0,006	10,570	0,782
		16	-0,024	-0,026	11,135	0,801
		17	0,000	-0,006	11,135	0,849
		18	0,005	0,007	11,162	0,887
		19	0,042	0,038	12,981	0,840
		20	-0,003	0,000	12,990	0,878
		21	0,001	0,001	12,992	0,909
		22	-0,057	-0,056	16,342	0,799
		23	-0,042	-0,035	18,152	0,749
		24	0,002	0,002	18,155	0,795

EK 11 Devamı:

VESTL Kodlu Menkul Kıymetin ARIMA(3,0,3) Modelinin Hatalarının Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 997

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0,005	-0,005	0,0228	0,880
		2	-0,002	-0,002	0,0256	0,987
		3	-0,003	-0,003	0,0337	0,998
		4	0,020	0,020	0,4340	0,980
		5	-0,001	-0,001	0,4361	0,994
		6	-0,006	-0,006	0,4720	0,998
		7	-0,020	-0,020	0,8610	0,997
		8	0,036	0,035	2,1470	0,976
		9	0,079	0,080	8,5041	0,484
		10	0,050	0,052	11,063	0,353
		11	-0,045	-0,044	13,149	0,284
		12	0,030	0,029	14,080	0,296
		13	0,044	0,042	16,005	0,249
		14	0,054	0,054	18,925	0,168
		15	-0,003	0,003	18,933	0,217
		16	0,013	0,015	19,111	0,263
		17	0,007	0,002	19,166	0,319
		18	-0,028	-0,041	19,939	0,336
		19	-0,012	-0,015	20,080	0,390
		20	0,059	0,065	23,662	0,257
		21	-0,026	-0,026	24,328	0,277
		22	-0,039	-0,056	25,913	0,255
		23	0,006	-0,004	25,952	0,303
		24	-0,025	-0,031	26,569	0,325

EK 12: Sabit Terimden Oluşan Regresyon Modellerinin (Koşullu Ortalama Modellerinin) Hatalarına Uygulanan ARCH LM Testi**

EREGL				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	35,01450	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	33,89438	Probability	0,000000

FORTS				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	106,72580	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	96,59925	Probability	0,000000

ISGYO				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	131,45040	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	116,37110	Probability	0,000000

MIGRS				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	30,12998	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	29,30481	Probability	0,000000

PETKM				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	19,36229	Probability	0,000012
	Obs*R-squared	19,03153	Probability	0,000013

PTOFS				
	ARCH Test:	3 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	5,04142	Probability	0,001802
	Obs*R-squared	14,95737	Probability	0,001853

SKBNK				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	200,19540	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	167,05310	Probability	0,000000

TCELL				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	27,92925	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	27,22268	Probability	0,000000

** Test Denklemi;
Bağımlı Değişken: HATA^2
Yöntem: En Küçük Kareler
White Değişen Varyans-Tutarlı Standart Hatalar & Kovaryans

EK 12 Devamı:

THYAO				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	20,68468	Probability	0,000006
	Obs*R-squared	20,30491	Probability	0,000007

TNSAS				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	48,34749	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	46,20391	Probability	0,000000

TSKB				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	33,48237	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	32,45944	Probability	0,000000

TUPRS				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	18,71175	Probability	0,000017
	Obs*R-squared	18,40388	Probability	0,000018

VESTL				
	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	41,82986	Probability	0,000000
	Obs*R-squared	40,22606	Probability	0,000000

EK 13: Sabit Terimden Oluşan Regresyon Modellerinin (Koşullu Ortalama Modellerinin) Hatalarının Karelerine ait Korelogramlar

EREGL Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,184	0,184	34,023	0,000
		2	0,104	0,073	44,888	0,000
		3	0,081	0,052	51,457	0,000
		4	0,044	0,015	53,394	0,000
		5	0,127	0,112	69,659	0,000
		6	0,052	0,005	72,343	0,000
		7	0,034	0,005	73,520	0,000
		8	0,046	0,023	75,654	0,000
		9	0,059	0,040	79,122	0,000
		10	0,174	0,146	109,76	0,000
		11	0,105	0,042	120,85	0,000
		12	0,068	0,017	125,56	0,000
		13	0,026	-0,021	126,24	0,000
		14	0,062	0,040	130,20	0,000
		15	0,095	0,045	139,40	0,000
		16	0,057	0,009	142,69	0,000
		17	0,069	0,035	147,56	0,000
		18	0,017	-0,020	147,85	0,000
		19	-0,002	-0,034	147,85	0,000
		20	0,047	0,006	150,09	0,000
		21	0,012	-0,024	150,23	0,000
		22	0,052	0,029	153,05	0,000
		23	-0,015	-0,039	153,28	0,000
		24	-0,008	-0,019	153,35	0,000

FORTS Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,311	0,311	96,972	0,000
		2	0,177	0,088	128,27	0,000
		3	0,092	0,016	136,83	0,000
		4	0,128	0,092	153,39	0,000
		5	0,091	0,023	161,66	0,000
		6	0,045	-0,013	163,67	0,000
		7	0,047	0,023	165,94	0,000
		8	0,069	0,041	170,80	0,000
		9	0,089	0,048	178,78	0,000
		10	0,129	0,086	195,57	0,000
		11	0,147	0,080	217,44	0,000
		12	0,072	-0,024	222,73	0,000
		13	0,048	-0,007	225,11	0,000
		14	0,052	0,013	227,81	0,000
		15	0,094	0,053	236,74	0,000
		16	0,011	-0,053	236,87	0,000
		17	0,027	0,016	237,60	0,000
		18	0,059	0,043	241,16	0,000
		19	0,025	-0,037	241,82	0,000
		20	0,045	0,020	243,87	0,000
		21	-0,008	-0,048	243,93	0,000
		22	0,012	-0,006	244,08	0,000
		23	0,016	0,009	244,33	0,000
		24	0,011	-0,006	244,46	0,000

EK 13 Devamı:

ISGYO Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,341	0,341	116,81	0,000
		2	0,156	0,045	141,33	0,000
		3	0,084	0,020	148,36	0,000
		4	0,113	0,083	161,13	0,000
		5	0,125	0,067	176,94	0,000
		6	0,043	-0,038	178,79	0,000
		7	0,043	0,023	180,61	0,000
		8	0,011	-0,020	180,73	0,000
		9	0,053	0,043	183,59	0,000
		10	0,097	0,070	193,02	0,000
		11	0,066	0,008	197,44	0,000
		12	0,078	0,044	203,55	0,000
		13	0,043	-0,004	205,40	0,000
		14	0,022	-0,021	205,87	0,000
		15	-0,032	-0,061	206,94	0,000
		16	-0,013	0,003	207,12	0,000
		17	-0,025	-0,029	207,73	0,000
		18	0,010	0,032	207,83	0,000
		19	0,043	0,044	209,72	0,000
		20	0,064	0,047	213,87	0,000
		21	0,045	0,003	215,94	0,000
		22	0,065	0,041	220,21	0,000
		23	0,076	0,027	226,08	0,000
		24	0,013	-0,048	226,26	0,000

MIGRS Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,165	0,165	27,471	0,000
		2	0,031	0,003	28,421	0,000
		3	0,019	0,014	28,801	0,000
		4	0,045	0,040	30,835	0,000
		5	0,027	0,013	31,547	0,000
		6	0,009	0,001	31,625	0,000
		7	0,054	0,052	34,524	0,000
		8	0,030	0,011	35,439	0,000
		9	0,034	0,025	36,592	0,000
		10	0,075	0,066	42,336	0,000
		11	0,048	0,021	44,685	0,000
		12	0,021	0,005	45,135	0,000
		13	-0,001	-0,010	45,136	0,000
		14	0,038	0,031	46,570	0,000
		15	0,034	0,017	47,737	0,000
		16	0,019	0,006	48,094	0,000
		17	0,023	0,012	48,630	0,000
		18	0,011	-0,003	48,750	0,000
		19	-0,023	-0,034	49,274	0,000
		20	-0,006	-0,004	49,308	0,000
		21	-0,005	-0,012	49,333	0,000
		22	0,006	0,003	49,372	0,001
		23	0,021	0,020	49,816	0,001
		24	0,003	-0,009	49,823	0,001

EK 13 Devamı:

PETKM Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

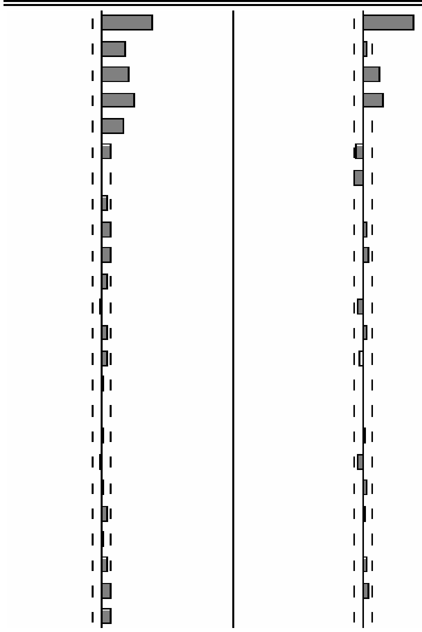
Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,138	0,138	19,106	0,000
		2	0,062	0,044	22,973	0,000
		3	0,053	0,039	25,761	0,000
		4	0,027	0,012	26,468	0,000
		5	0,102	0,095	36,915	0,000
		6	0,063	0,036	40,966	0,000
		7	0,048	0,026	43,266	0,000
		8	0,039	0,018	44,770	0,000
		9	0,031	0,016	45,761	0,000
		10	0,073	0,054	51,115	0,000
		11	0,073	0,046	56,467	0,000
		12	0,047	0,019	58,740	0,000
		13	0,008	-0,017	58,807	0,000
		14	0,023	0,010	59,335	0,000
		15	0,025	0,005	59,947	0,000
		16	0,063	0,044	64,026	0,000
		17	-0,016	-0,048	64,301	0,000
		18	0,043	0,039	66,157	0,000
		19	0,024	0,005	66,737	0,000
		20	0,043	0,031	68,650	0,000
		21	0,000	-0,031	68,650	0,000
		22	0,008	0,003	68,722	0,000
		23	0,012	-0,001	68,867	0,000
		24	0,015	0,008	69,098	0,000

PTOFS Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,012	0,012	0,1525	0,696
		2	0,026	0,026	0,8160	0,665
		3	0,120	0,119	15,221	0,002
		4	0,043	0,041	17,107	0,002
		5	0,126	0,121	32,993	0,000
		6	0,037	0,021	34,352	0,000
		7	-0,001	-0,015	34,353	0,000
		8	0,001	-0,031	34,354	0,000
		9	0,002	-0,015	34,360	0,000
		10	0,020	0,005	34,757	0,000
		11	0,041	0,040	36,456	0,000
		12	-0,003	0,002	36,463	0,000
		13	0,013	0,015	36,640	0,000
		14	0,016	0,009	36,902	0,001
		15	0,054	0,049	39,837	0,000
		16	-0,002	-0,016	39,842	0,001
		17	0,003	-0,004	39,850	0,001
		18	-0,006	-0,021	39,881	0,002
		19	0,009	0,004	39,958	0,003
		20	0,000	-0,012	39,958	0,005
		21	-0,002	0,001	39,962	0,008
		22	0,001	0,002	39,964	0,011
		23	-0,009	-0,002	40,043	0,015
		24	-0,004	-0,005	40,061	0,021

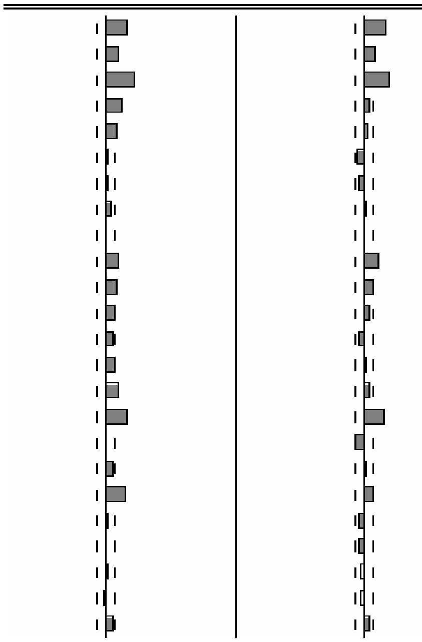
EK 13 Devamı:

SKBNK Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,409	0,409	167,68	0,000
		2	0,196	0,035	206,26	0,000
		3	0,208	0,140	249,83	0,000
		4	0,260	0,154	317,99	0,000
		5	0,175	0,006	349,00	0,000
		6	0,071	-0,047	354,07	0,000
		7	0,004	-0,074	354,08	0,000
		8	0,025	-0,005	354,71	0,000
		9	0,059	0,037	358,20	0,000
		10	0,064	0,048	362,31	0,000
		11	0,027	0,007	363,03	0,000
		12	-0,011	-0,031	363,14	0,000
		13	0,032	0,028	364,18	0,000
		14	0,031	-0,017	365,16	0,000
		15	0,012	-0,006	365,31	0,000
		16	-0,006	-0,004	365,35	0,000
		17	0,013	0,020	365,53	0,000
		18	-0,009	-0,030	365,61	0,000
		19	0,013	0,025	365,77	0,000
		20	0,026	0,021	366,45	0,000
		21	0,012	-0,005	366,60	0,000
		22	0,030	0,035	367,54	0,000
		23	0,069	0,049	372,39	0,000
		24	0,060	0,007	376,04	0,000

TCELL Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,165	0,165	27,329	0,000
		2	0,112	0,087	39,826	0,000
		3	0,226	0,202	91,335	0,000
		4	0,119	0,053	105,50	0,000
		5	0,083	0,028	112,41	0,000
		6	0,022	-0,052	112,88	0,000
		7	0,011	-0,029	113,02	0,000
		8	0,035	0,011	114,23	0,000
		9	0,005	-0,001	114,25	0,000
		10	0,109	0,121	126,19	0,000
		11	0,090	0,066	134,37	0,000
		12	0,077	0,051	140,44	0,000
		13	0,046	-0,028	142,54	0,000
		14	0,075	0,018	148,24	0,000
		15	0,112	0,057	161,07	0,000
		16	0,178	0,153	193,34	0,000
		17	0,002	-0,064	193,35	0,000
		18	0,056	0,011	196,56	0,000
		19	0,148	0,078	219,06	0,000
		20	0,017	-0,040	219,37	0,000
		21	0,007	-0,033	219,42	0,000
		22	0,023	-0,022	219,98	0,000
		23	-0,010	-0,021	220,09	0,000
		24	0,042	0,042	221,92	0,000

EK 13 Devamı:

THYAO Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,143	0,143	20,382	0,000
		2	0,074	0,055	25,916	0,000
		3	0,059	0,042	29,397	0,000
		4	0,051	0,034	32,000	0,000
		5	0,141	0,127	51,969	0,000
		6	0,085	0,046	59,247	0,000
		7	0,049	0,015	61,667	0,000
		8	0,086	0,062	69,224	0,000
		9	0,053	0,020	72,081	0,000
		10	0,079	0,043	78,432	0,000
		11	0,036	-0,004	79,710	0,000
		12	0,022	-0,004	80,188	0,000
		13	0,027	-0,002	80,934	0,000
		14	0,085	0,064	88,288	0,000
		15	0,108	0,071	100,12	0,000
		16	0,061	0,019	103,97	0,000
		17	0,023	-0,008	104,49	0,000
		18	0,030	0,006	105,40	0,000
		19	0,063	0,034	109,49	0,000
		20	0,141	0,102	129,84	0,000
		21	0,038	-0,016	131,36	0,000
		22	0,077	0,047	137,38	0,000
		23	0,069	0,030	142,27	0,000
		24	0,055	0,011	145,39	0,000

TNSAS Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı

Sample: 1 1000

Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,215	0,215	46,377	0,000
		2	0,106	0,063	57,674	0,000
		3	0,149	0,120	79,984	0,000
		4	0,096	0,040	89,284	0,000
		5	0,111	0,072	101,79	0,000
		6	0,109	0,055	113,84	0,000
		7	0,098	0,046	123,44	0,000
		8	0,034	-0,025	124,61	0,000
		9	0,034	-0,002	125,76	0,000
		10	0,103	0,073	136,52	0,000
		11	0,059	0,009	139,99	0,000
		12	0,057	0,021	143,23	0,000
		13	0,052	0,008	145,95	0,000
		14	0,067	0,038	150,52	0,000
		15	0,053	0,011	153,35	0,000
		16	-0,002	-0,045	153,35	0,000
		17	0,046	0,024	155,55	0,000
		18	0,028	-0,001	156,37	0,000
		19	0,031	0,015	157,34	0,000
		20	0,103	0,077	168,10	0,000
		21	0,020	-0,029	168,49	0,000
		22	0,037	0,020	169,88	0,000
		23	0,065	0,033	174,15	0,000
		24	0,023	-0,019	174,67	0,000

EK 13 Devamı:

TSKB Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,180	0,180	32,589	0,000
		2	0,124	0,094	47,995	0,000
		3	0,090	0,055	56,085	0,000
		4	0,030	-0,005	57,008	0,000
		5	0,037	0,019	58,393	0,000
		6	-0,003	-0,020	58,403	0,000
		7	0,006	0,004	58,446	0,000
		8	0,034	0,033	59,634	0,000
		9	0,024	0,015	60,223	0,000
		10	0,083	0,073	67,242	0,000
		11	0,062	0,032	71,167	0,000
		12	0,013	-0,021	71,335	0,000
		13	0,041	0,022	73,051	0,000
		14	0,079	0,066	79,380	0,000
		15	0,007	-0,025	79,432	0,000
		16	0,029	0,014	80,268	0,000
		17	-0,014	-0,028	80,471	0,000
		18	0,017	0,016	80,774	0,000
		19	0,045	0,038	82,844	0,000
		20	-0,001	-0,017	82,844	0,000
		21	-0,010	-0,027	82,949	0,000
		22	-0,023	-0,025	83,491	0,000
		23	-0,023	-0,017	84,044	0,000
		24	0,019	0,019	84,415	0,000

TUPRS Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,136	0,136	18,471	0,000
		2	0,159	0,143	43,915	0,000
		3	0,120	0,085	58,320	0,000
		4	0,068	0,023	62,927	0,000
		5	0,157	0,124	87,650	0,000
		6	0,092	0,045	96,213	0,000
		7	0,080	0,024	102,73	0,000
		8	0,113	0,064	115,57	0,000
		9	0,118	0,074	129,57	0,000
		10	0,185	0,127	164,21	0,000
		11	0,063	-0,017	168,24	0,000
		12	0,103	0,036	179,00	0,000
		13	0,021	-0,047	179,45	0,000
		14	0,121	0,077	194,39	0,000
		15	0,084	0,014	201,53	0,000
		16	0,012	-0,050	201,67	0,000
		17	0,051	-0,006	204,31	0,000
		18	0,097	0,067	213,95	0,000
		19	0,049	-0,014	216,45	0,000
		20	0,053	-0,020	219,33	0,000
		21	0,005	-0,028	219,35	0,000
		22	0,030	-0,002	220,24	0,000
		23	0,031	0,001	221,21	0,000
		24	0,009	-0,039	221,30	0,000

EK 13 Devamı:

VESTL Getirilerinden Kurulan Ana Modelin Hata Kareleri Korelogramı
Sample: 1 1000
Included observations: 1000

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0,201	0,201	40,367	0,000
		2	0,149	0,113	62,599	0,000
		3	0,141	0,097	82,653	0,000
		4	0,026	-0,033	83,329	0,000
		5	0,073	0,049	88,743	0,000
		6	0,053	0,022	91,552	0,000
		7	0,098	0,080	101,27	0,000
		8	0,075	0,027	106,96	0,000
		9	0,044	0,003	108,92	0,000
		10	0,125	0,092	124,64	0,000
		11	0,175	0,136	155,64	0,000
		12	0,083	0,003	162,65	0,000
		13	0,053	-0,023	165,47	0,000
		14	0,163	0,126	192,45	0,000
		15	0,076	0,018	198,27	0,000
		16	0,053	-0,008	201,17	0,000
		17	0,081	0,018	207,83	0,000
		18	0,039	-0,008	209,41	0,000
		19	0,051	0,013	212,05	0,000
		20	0,062	0,029	216,02	0,000
		21	0,037	-0,031	217,46	0,000
		22	0,060	0,003	221,13	0,000
		23	0,026	-0,003	221,80	0,000
		24	0,056	0,021	225,01	0,000

EK 14: Menkul Kıymet Getiri Serileri Kullanılarak Farklı Gecikmelerde Kurulan GARCH(p,q) Modelleri

EREGL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri[§]

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1397	0,000629	0,139657**				-0,000053	-0,002059	0,027178	-4,40160	-4,38687
GARCH(0,2)	0,3349	4,99E-04***	0,143455***	0,191441***			-0,000598	-0,003612	0,027199	-4,43158	-4,41195
GARCH(1,1)	0,9673	2,65E-05**	0,108674***		0,858636***		-0,000056	-0,003068	0,027192	-4,49062	-4,47099
GARCH(1,2)	0,9701	2,44E-05**	0,12531***	-0,022125	0,866953***		-0,000036	-0,004057	0,027205	-4,48891	-4,46437
GARCH(2,1)	0,9625	3,08E-05**	0,133585***		0,571487	0,257468	-0,000037	-0,004058	0,027205	-4,48904	-4,46450
GARCH(2,2)	0,9513	4,00E-05	0,130245***	0,04267	0,213624	0,564781	-0,000057	-0,005088	0,027219	-4,48741	-4,45797

§ Bağımlı Değişken: EREGL
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

FORTS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri[§]

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,5330	0,000443***	0,53299***				-0,002705	-0,004717	0,027603	-4,47501	-4,46029
GARCH(0,2)	0,7652	0,000314***	0,480971***	0,284188***			-0,00774	-0,010775	0,027686	-4,52629	-4,50666
GARCH(1,1)	0,9960	2,06E-05**	0,182045***		0,813964***		-0,001799	-0,004816	0,027604	-4,61985	-4,60022
GARCH(1,2)	0,9992	1,88E-05**	0,247903***	-0,072965	0,824273***		-0,002234	-0,006263	0,027624	-4,61938	-4,59484
GARCH(2,1)	0,9973	2,36E-05*	0,214719***		0,628053	0,154574	-0,001975	-0,006003	0,027621	-4,61867	-4,59413
GARCH(2,2)	0,9994	1,23E-05	0,25791***	-0,143476	1,135602	-0,250591	-0,002474	-0,007517	0,027641	-4,61812	-4,58867

§ Bağımlı Değişken: FORTS
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 14 Devamı:

ISGYO Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1668	0,000656***	0,166761***				-0,000108	-0,002114	0,028546	-4,333056	-4,318332
GARCH(0,2)	0,2492	0,000592***	0,160413***	0,08875**			-0,00017	-0,003182	0,028561	-4,342456	-4,322825
GARCH(1,1)	0,9205	6,31E-05*	0,081566**		0,8389***		-0,000053	-0,003065	0,028559	-4,34886	-4,329229
GARCH(1,2)	0,9480	4,03E-05	0,137531**	-0,085986	0,896471***		-0,000083	-0,004104	0,028574	-4,354246	-4,329708
GARCH(2,1)	0,8854	9,00E-05*	0,120111***		0,076544	0,68876***	-0,000006	-0,004026	0,028573	-4,35358	-4,329041
GARCH(2,2)	0,9621	2,94E-05	0,139842**	-0,102266*	1,090481**	-0,165951	-0,000095	-0,005126	0,028588	-4,35277	-4,323324

§ Bağımlı Değişken: ISGYO
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

MIGRS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1859	0,000522***	0,185854**				-0,000433	-0,00244	0,02527	-4,553606	-4,538882
GARCH(0,2)	0,1899	0,00052***	0,184562**	0,005349			-0,000431	-0,003444	0,025283	-4,551642	-4,532011
GARCH(1,1)	0,9802	1,37E-05	0,044849**		0,935338***		-0,000095	-0,003107	0,025278	-4,567247	-4,547616
GARCH(1,2)	0,9863	9,25E-06	0,142467**	-0,112968*	0,956781***		-0,000026	-0,004046	0,02529	-4,574621	-4,550082
GARCH(2,1)	0,9657	2,34E-05	0,074267**		0,229727	0,661737**	-0,000013	-0,004033	0,02529	-4,569635	-4,545097
GARCH(2,2)	0,9830	1,14E-05	0,145888**	-0,111011	0,811956**	0,136152	-0,000037	-0,005067	0,025303	-4,572936	-4,543489

§ Bağımlı Değişken: MIGRS
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 14 Devamı:

PETKM Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1538	0,00076***	0,153847**				-0,000001	-0,002007	0,030062	-4,210555	-4,195832
GARCH(0,2)	0,3882	0,0006***	0,147564**	0,240613**			-0,000232	-0,003245	0,03008	-4,235293	-4,215662
GARCH(1,1)	0,9532	4,79E-05*	0,104316***		0,848891***		-0,000052	-0,003064	0,030078	-4,289184	-4,27E+00
GARCH(1,2)	0,9527	4,87E-05*	0,100036	0,006701	0,845963***		-0,000059	-0,004079	0,030093	-4,287211	-4,262673
GARCH(2,1)	0,9555	4,58E-05	0,100407*		0,904137	-0,04909	-0,000059	-0,00408	0,030093	-4,28721	-4,262671
GARCH(2,2)	0,9524	4,89E-05	0,100066	0,007188	0,840606	0,004587	-0,00006	-0,00509	0,030108	-4,285211	-4,255765

§ Bağımlı Değişken: PETKM
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

PTOFS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1972	0,000847***	0,197171				-0,000004	-0,00201	0,031699	-4,094426	-4,079703
GARCH(0,2)	0,2269	0,000809***	0,171211	0,055674			-0,000004	-0,003016	0,031715	-4,104581	-4,08495
GARCH(1,1)	0,9864	2,78E-05*	0,158123***		0,828272***		-0,000172	-0,003185	0,031718	-4,385974	-4,366343
GARCH(1,2)	0,9913	2,40E-05*	0,264828***	-0,116991	0,84348***		-0,000198	-0,004218	0,031734	-4,390632	-4,366094
GARCH(2,1)	0,9739	5,12E-05**	0,270405***		0,050267	0,65327***	-0,000128	-0,004149	0,031733	-4,406233	-4,381694
GARCH(2,2)	0,9718	5,33E-05*	0,252826***	0,027184	0,007	0,684782***	-0,000136	-0,005167	0,031749	-4,404858	-4,375412

§ Bağımlı Değişken: PTOFS
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 14 Devamı:

SKBNK Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,3209	0,000954***	0,320914***				-0,001311	-0,00332	0,038428	-3,849061	-3,834337
GARCH(0,2)	0,4344	0,000807***	0,311158***	0,123267**			-0,000189	-0,003201	0,038426	-3,883265	-3,863634
GARCH(1,1)	0,9383	0,000102***	0,167642***		0,770698***		-0,001107	-0,004123	0,038444	-3,913656	-3,894025
GARCH(1,2)	0,9589	6,02E-05*	0,263875***	-0,16944*	0,864495***		-0,001245	-0,00527	0,038466	-3,928232	-3,903693
GARCH(2,1)	0,9235	0,000124***	0,219397***		0,279287	0,424812**	-0,001597	-0,005623	0,038472	-3,922681	-3,898143
GARCH(2,2)	0,9843	2,31E-05	0,262066***	-0,224674***	1,268141***	-0,321221	-0,000862	-0,005896	0,038478	-3,929409	-3,899962

§ Bağımlı Değişken: SKBNK
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

TCELL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1619	0,000741***	0,16193**				-0,000165	-0,002171	0,029914	-4,220314	-4,205591
GARCH(0,2)	0,3451	0,000595***	0,123364**	0,221767**			-0,000533	-0,003547	0,029935	-4,252581	-4,23295
GARCH(1,1)	0,9296	6,44E-05**	0,122084***		0,807537***		-0,000097	-0,00311	0,029928	-4,293614	-4,273983
GARCH(1,2)	0,9300	6,41E-05*	0,122836**	-0,001205	0,80841***		-0,000098	-0,004119	0,029943	-4,291615	-4,267076
GARCH(2,1)	0,9294	6,46E-05*	0,122596**		0,801119	0,005734	-0,000098	-0,004119	0,029943	-4,291615	-4,267076
GARCH(2,2)	0,9999	-1,35E-08	0,129232***	-0,127964***	1,710334***	-0,711686***	-0,000228	-0,005259	0,02996	-4,298159	-4,268712

§ Bağımlı Değişken: TCELL
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 14 Devamı:

THYAO Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,2232	0,000667***	0,223218***				-0,000301	-0,002308	0,029236	-4,284916	-4,270193
GARCH(0,2)	0,2583	0,000637***	0,210023***	0,048311			-0,000575	-0,003589	0,029255	-4,287913	-4,268282
GARCH(1,1)	0,9869	1,09E-05	0,036819**		0,950069***		0	-0,003012	0,029246	-4,349719	-4,330088
GARCH(1,2)	0,9863	1,11E-05	0,099646	-0,067246	0,953863***		-0,000021	-0,004042	0,029261	-4,351428	-4,326889
GARCH(2,1)	0,9762	1,98E-05	0,0661**		0,162525	0,747598***	-0,000003	-0,004023	0,029261	-4,352763	-4,328224
GARCH(2,2)	0,9824	1,43E-05	0,099529*	-0,056974	0,685111*	0,254745	-0,000005	-0,005035	0,029276	-4,350238	-4,320791

§ Bağımlı Değişken: THYAO
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

TNSAS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,2720	0,000512***	0,271976***				-0,000472	-0,002479	0,02645	-4,506132	-4,491408
GARCH(0,2)	0,4441	0,000412***	0,252085***	0,192045**			-0,000702	-0,003716	0,026466	-4,535566	-4,515935
GARCH(1,1)	0,9982	1,14E-05*	0,145721***		0,852471***		-0,000133	-0,003146	0,026459	-4,656013	-4,636382
GARCH(1,2)	0,9986	1,14E-05	0,141665***	0,00599	0,850898***		-0,000136	-0,004156	0,026472	-4,65403	-4,629491
GARCH(2,1)	0,9956	1,55E-05	0,194384***		0,356497	0,444747**	-0,00008	-0,0041	0,026471	-4,654975	-4,630436
GARCH(2,2)	1,0004	4,03E-06	0,121687***	-0,066837	1,53431***	-0,588768	-0,000144	-0,005174	0,026485	-4,652995	-4,623548

§ Bağımlı Değişken: TNSAS
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 14 Devamı:

TSKB Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri[§]											
Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	**C**	**ARCH(1)**	**ARCH(2)**	**GARCH(1)**	**GARCH(2)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
GARCH(0,1)	0,1679	0,000809***	0,167949***				0	-0,002006	0,031299	-4,12805	-4,113327
GARCH(0,2)	0,3765	0,000632***	0,187823***	0,18867***			-0,000456	-0,00347	0,031322	-4,16289	-4,143259
GARCH(1,1)	0,8448	0,000162**	0,186302***		0,658525***		-0,000011	-0,003023	0,031315	-4,176625	-4,156994
GARCH(1,2)	0,6979	0,000312***	0,176539***	0,11123	0,410145***		-0,000249	-0,00427	0,031334	-4,175834	-4,151295
GARCH(2,1)	0,8369	0,00017***	0,184773***		0,721638**	-0,069463	-0,000033	-0,004053	0,031331	-4,174817	-4,150279
GARCH(2,2)	0,6649	0,000347***	0,17126***	0,09849	0,630632**	-0,23552*	-0,000465	-0,005498	0,031353	-4,174425	-4,144979
[§] Bağımlı Değişken: TSKB Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt) Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans					***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı						

TUPRS Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri[§]											
Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	**C**	**ARCH(1)**	**ARCH(2)**	**GARCH(1)**	**GARCH(2)**	**R-Kare**	**Düzeltilmiş R-Kare**	**Regresyon Denkleminin Std. Hatası**	**Akaike Bilgi Kriteri**	**Schwarz Kriteri**
GARCH(0,1)	0,1613	0,000611***	0,161339***				-0,000012	-0,002018	0,026998	-4,411455	-4,396732
GARCH(0,2)	0,3420	0,000486***	0,163517***	0,178471***			-0,000211	-0,003223	0,027014	-4,445122	-4,425491
GARCH(1,1)	0,9696	2,45E-05**	0,108265***		0,861374***		-0,000008	-0,003021	0,027012	-4,510007	-4,490376
GARCH(1,2)	0,9699	2,43E-05	0,111002	-0,003436	0,862318		-0,000008	-0,004028	0,027025	-4,508014	-4,483476
GARCH(2,1)	0,9691	2,50E-05*	0,110471**		0,836594*	0,021993	-0,000008	-0,004029	0,027025	-4,508013	-4,483474
GARCH(2,2)	0,9489	4,12E-05	0,119339***	0,063128	0,145627	0,620847	-0,000008	-0,005038	0,027039	-4,506269	-4,476822
[§] Bağımlı Değişken: TUPRS Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt) Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans					***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı **:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı *:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı						

EK 14 Devamı:

VESTL Kodlu Menkul Kıymet Getiri Serisinden Kurulan GARCH Modelleri§

Model	$\sum_{i=1}^{q} a_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j$	C	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1)	GARCH(2)	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Regresyon Denkleminin Std. Hatası	Akaike Bilgi Kriteri	Schwarz Kriteri
GARCH(0,1)	0,1796	0,000523***	0,179589***				-0,000162	-0,002169	0,025342	-4,553234	-4,53851
GARCH(0,2)	0,3076	0,000443***	0,176071***	0,131482***			-0,000346	-0,003359	0,025357	-4,578183	-4,558552
GARCH(1,1)	0,9969	3,36E-06	0,059387***		0,937489***		-0,000018	-0,00303	0,025353	-4,691384	-4,671753
GARCH(1,2)	0,9971	2,84E-06	0,106276**	-0,055447	0,946265***		-0,000074	-0,004094	0,025366	-4,692315	-4,667776
GARCH(2,1)	0,9954	5,09E-06	0,099127***		0,104131	0,79218***	-0,000038	-0,004058	0,025366	-4,696053	-4,671514
GARCH(2,2)	0,9954	5,12E-06	0,098182***	0,001731	0,099075	0,796446***	-0,000039	-0,005069	0,025378	-4,694058	-4,664612

§ Bağımlı Değişken: VESTL
Yöntem: Maksimum Olabilirlik - ARCH (Marquardt)
Bollerslev-Wooldrige robust standart hatalar & kovaryans

***: 0,01 anlamlılık düzeyi için anlamlı
**:0,05 anlamlılık düzeyi için anlamlı
*:0,1 anlamlılık düzeyi için anlamlı

EK 15: En İyi Olduğu Belirlenen ve Gerektiğinde Bir Sonraki En İyi GARCH Modelinin Hatalarına Yapılan ARCH LM Testi[**]

EREGL				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,554776	Probability	0,456548
	Obs*R-squared	0,55558	Probability	0,456047

FORTS				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,026962	Probability	0,869607
	Obs*R-squared	0,027015	Probability	0,869446

ISGYO				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	12,51975	Probability	0,000421
	Obs*R-squared	12,38928	Probability	0,000432
GARCH(0,2)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	1,599933	Probability	0,206208
	Obs*R-squared	1,600574	Probability	0,205822

MIGRS				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	3,362746	Probability	0,066985
	Obs*R-squared	3,358165	Probability	0,066873

PETKIM				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,008511	Probability	0,926515
	Obs*R-squared	0,008528	Probability	0,926424

PTOFS				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,349896	Probability	0,554306
	Obs*R-squared	0,350475	Probability	0,553844

[**] Test Denklemi;
Bağımlı Değişken: STD_HATA^2
Yöntem: En Küçük Kareler
White Değişen Varyans-Tutarlı Standart Hatalar & Kovaryans

EK 15 Devamı:

SKBNK				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	7,528952	Probability	0,006181
	Obs*R-squared	7,487513	Probability	0,006213
GARCH(0,2)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,427768	Probability	0,513237
	Obs*R-squared	0,428442	Probability	0,512754
TCELL				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,000227	Probability	0,987971
	Obs*R-squared	0,000228	Probability	0,987956

THYAO				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,08432	Probability	0,771587
	Obs*R-squared	0,084482	Probability	0,771313

TNSAS				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,488789	Probability	0,484631
	Obs*R-squared	0,48953	Probability	0,484137

TSKB				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,101839	Probability	0,749701
	Obs*R-squared	0,102033	Probability	0,749404

TUPRS				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	0,017917	Probability	0,893545
	Obs*R-squared	0,017953	Probability	0,893412

VESTL				
GARCH(1,1)	ARCH Test:	1 dönemlik gecikme ile		
	F-statistic	2,487645	Probability	0,11506
	Obs*R-squared	2,486432	Probability	0,114832

EK 16: Optimal Portföyün Tahmin Dönemlerinde ARIMA(p,d,q) ve GARCH(p,q) Modelleriyle Tahmin Edilen ve Gerçekleşen Standart Sapmalar Kullanılarak Oransal Olarak ve Yapılan Toplam Portföy Yatırım Tutarı Üzerinden Parasal Olarak Hesaplanan RMD'leri

Gün	**Tarih**	**Optimal Portföyün RMD'leri (Oransal) (1-α=%95)**			**Optimal Portföyün RMD'leri (YTL) (1-α=%95)**		
		Gerçek Değeri	**ARIMA(p,d,q) Tahmini**	**GARCH(p,q) Tahmini**	**Gerçek Değeri**	**ARIMA(p,d,q) Tahmini**	**GARCH(p,q) Tahmini**
1.	09.05.2006	0,03279869	0,03279846	0,02950341	3.279,87	3.279,85	2.950,34
2.	10.05.2006	0,03280106	0,03278227	0,02967356	3.280,11	3.278,23	2.967,36
3.	11.05.2006	0,03278476	0,03276593	0,02982021	3.278,48	3.276,59	2.982,02
4.	12.05.2006	0,03281722	0,03274961	0,02993857	3.281,72	3.274,96	2.993,86
5.	15.05.2006	0,03294846	0,03273331	0,03005230	3.294,85	3.273,33	3.005,23
6.	16.05.2006	0,03294157	0,03271705	0,03015239	3.294,16	3.271,70	3.015,24
7.	17.05.2006	0,03294847	0,03270081	0,03025159	3.294,85	3.270,08	3.025,16
8.	18.05.2006	0,03294929	0,03268458	0,03034455	3.294,93	3.268,46	3.034,45
9.	22.05.2006	0,03355738	0,03266838	0,03043487	3.355,74	3.266,84	3.043,49
10.	23.05.2006	0,03357769	0,03265222	0,03052015	3.357,77	3.265,22	3.052,02
11.	24.05.2006	0,03361150	0,03263607	0,03060529	3.361,15	3.263,61	3.060,53
12.	25.05.2006	0,03360540	0,03261994	0,03068409	3.360,54	3.261,99	3.068,41
13.	26.05.2006	0,03365946	0,03260384	0,03076237	3.365,95	3.260,38	3.076,24
14.	29.05.2006	0,03364774	0,03258776	0,03083714	3.364,77	3.258,78	3.083,71
15.	30.05.2006	0,03365977	0,03257171	0,03090826	3.365,98	3.257,17	3.090,83
16.	31.05.2006	0,03364394	0,03255568	0,03097999	3.364,39	3.255,57	3.098,00
17.	01.06.2006	0,03362751	0,03253967	0,03104758	3.362,75	3.253,97	3.104,76
18.	02.06.2006	0,03365051	0,03252369	0,03111375	3.365,05	3.252,37	3.111,37
19.	05.06.2006	0,03369475	0,03250773	0,03117981	3.369,47	3.250,77	3.117,98
20.	06.06.2006	0,03369128	0,03249180	0,03124160	3.369,13	3.249,18	3.124,16
21.	07.06.2006	0,03368338	0,03247588	0,03130373	3.368,34	3.247,59	3.130,37
22.	08.06.2006	0,03370684	0,03245999	0,03136383	3.370,68	3.246,00	3.136,38
23.	09.06.2006	0,03371195	0,03244413	0,03142127	3.371,19	3.244,41	3.142,13
24.	12.06.2006	0,03370386	0,03242828	0,03147768	3.370,39	3.242,83	3.147,77
25.	13.06.2006	0,03382127	0,03241246	0,03153504	3.382,13	3.241,25	3.153,50
26.	14.06.2006	0,03380789	0,03239667	0,03159064	3.380,79	3.239,67	3.159,06
27.	15.06.2006	0,03387831	0,03238089	0,03164421	3.387,83	3.238,09	3.164,42
28.	16.06.2006	0,03386609	0,03236514	0,03169463	3.386,61	3.236,51	3.169,46
29.	19.06.2006	0,03385187	0,03234941	0,03174645	3.385,19	3.234,94	3.174,65
30.	20.06.2006	0,03383924	0,03233371	0,03179653	3.383,92	3.233,37	3.179,65
31.	21.06.2006	0,03385973	0,03231803	0,03184495	3.385,97	3.231,80	3.184,50
32.	22.06.2006	0,03384628	0,03230236	0,03189218	3.384,63	3.230,24	3.189,22
33.	23.06.2006	0,03395157	0,03228673	0,03193919	3.395,16	3.228,67	3.193,92
34.	26.06.2006	0,03405180	0,03227111	0,03198839	3.405,18	3.227,11	3.198,84
35.	27.06.2006	0,03405532	0,03225552	0,03203472	3.405,53	3.225,55	3.203,47
36.	28.06.2006	0,03404262	0,03223995	0,03207898	3.404,26	3.224,00	3.207,90

EK 16 Devamı:

37.	29.06.2006	0,03405245	0,03222440	0,03212118	3.405,25	3.222,44	3.212,12
38.	30.06.2006	0,03413989	0,03220888	0,03216518	3.413,99	3.220,89	3.216,52
39.	03.07.2006	0,03412445	0,03219338	0,03220723	3.412,45	3.219,34	3.220,72
40.	04.07.2006	0,03413832	0,03217790	0,03224993	3.413,83	3.217,79	3.224,99
41.	05.07.2006	0,03419777	0,03216244	0,03229004	3.419,78	3.216,24	3.229,00
42.	06.07.2006	0,03419795	0,03214700	0,03233067	3.419,79	3.214,70	3.233,07
43.	07.07.2006	0,03418423	0,03213159	0,03237206	3.418,42	3.213,16	3.237,21
44.	10.07.2006	0,03416841	0,03211620	0,03241147	3.416,84	3.211,62	3.241,15
45.	11.07.2006	0,03415485	0,03210083	0,03244882	3.415,49	3.210,08	3.244,88
46.	12.07.2006	0,03414024	0,03208548	0,03248759	3.414,02	3.208,55	3.248,76
47.	13.07.2006	0,03416031	0,03207016	0,03252398	3.416,03	3.207,02	3.252,40
48.	14.07.2006	0,03415107	0,03205485	0,03256121	3.415,11	3.205,49	3.256,12
49.	17.07.2006	0,03419024	0,03203957	0,03259784	3.419,02	3.203,96	3.259,78
50.	18.07.2006	0,03420857	0,03202431	0,03263614	3.420,86	3.202,43	3.263,61
51.	19.07.2006	0,03419270	0,03200907	0,03267100	3.419,27	3.200,91	3.267,10
52.	20.07.2006	0,03428232	0,03199386	0,03270517	3.428,23	3.199,39	3.270,52
53.	21.07.2006	0,03426807	0,03197866	0,03273761	3.426,81	3.197,87	3.273,76
54.	24.07.2006	0,03425903	0,03196349	0,03277608	3.425,90	3.196,35	3.277,61
55.	25.07.2006	0,03424930	0,03194834	0,03280654	3.424,93	3.194,83	3.280,65
56.	26.07.2006	0,03425145	0,03193321	0,03284117	3.425,15	3.193,32	3.284,12
57.	27.07.2006	0,03424828	0,03191810	0,03287338	3.424,83	3.191,81	3.287,34
58.	28.07.2006	0,03425053	0,03190301	0,03290633	3.425,05	3.190,30	3.290,63
59.	31.07.2006	0,03423464	0,03188795	0,03293716	3.423,46	3.188,79	3.293,72
60.	01.08.2006	0,03422385	0,03187290	0,03296877	3.422,38	3.187,29	3.296,88
61.	02.08.2006	0,03420773	0,03185788	0,03300214	3.420,77	3.185,79	3.300,21