TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN YÖNETİMİ: RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA

Samet EVCİ

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2014

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN YÖNETİMİ: RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA

Samet EVCİ

Danışman: Doç. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2014

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR
(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL

Üye: Doç. Dr. Songül KAKİLLİ ACARAVCI

Üye: Doç. Dr. Mehmet ÖZMEN

Üye: Doç. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU

ONAY
Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
…/…/2014

Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN YÖNETİMİ: RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA

Samet EVCİ

Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR
Kasım 2014, 266 sayfa

Bu çalışmanın amacı, emtia piyasasında piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile öngörülecek VaR değerleri için uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi ve bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarısının geriye dönük testler ile ortaya konulmasıdır. Çalışmada Ocak 2003-Kasım 2013 dönemlerine ait altın, gümüş, bakır, alüminyum, brent ve Batı Teksas (WTI) petrol, doğal gaz, buğday ve soya emtialarına ilişkin günlük getiri serileri kullanılmıştır. VaR değerleri normal, student-t ve GED dağılımına dayanan simetrik ve asimetrik genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modelli Varyans-Kovaryans yöntemi ile hesaplanmıştır. Analiz sonuçları, metal ürünleri içerisinde altın ve gümüş için student-t dağılımına dayalı modellerin daha doğru VaR öngörülerinde bulunduğunu, bakır serilerinde normal dağılıma, alüminyum serilerinde ise normal ve GED dağılımına dayalı modellerin daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Enerji ürünlerinde normal dağılıma dayalı modeller daha iyi performans gösterirken, student-t ve GED dağılıma dayanan modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimindedirler. Tarımsal ürünlerde ise metal ürünlerinde olduğu gibi student-t ve GED dağılımları daha güvenilir VaR öngörülerinde bulunmaktadır. Ayrıca emtia piyasasında asimetrik etkiyi dikkate alan modellerin performansı simetrik modellere göre daha yüksektir. Bu durum olumlu ve olumsuz haberlerin emtia fiyatları üzerindeki etkisinin aynı olmadığını ve öngörüde bulunurken bu özelliğin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Riske maruz değer, piyasa riski, emtia piyasası, GARCH modelleri

ABSTRACT

MARKET RISK MANAGEMENT IN COMMODITY MARKET: AN APPLICATION WITH THE VALUE AT RISK METHOD

Samet EVCİ

Ph. D. Thesis, Business Department
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR
November 2014, 266 pages

Aim of this study is to determine the appropriate distribution and models for VaR forecasted by the Variance-Covariance Approach used for quantifying market risk in commodity markets, and also to assess of the models' success in forecasting market risk by backtesting. In this study the series of daily returns on gold, silver, copper, aluminum, Brent and West Texas Intermediate (WTI) oil, natural gas, wheat and soybean are used for the period January 2003-November 2013. VaR is calculated by the Variance-Covariance method with the symmetric and asymmetric generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (GARCH) models based on normal distribution, student-t distribution and generalized error distribution (GED). Analysis results related with metal commodities suggest that the models based on student-t distribution are more succesful and have more accurate predictions of VaR for gold and silver, while the models based on normal distribution for copper, and the models based on both normal and GED distributions for aluminium seem more successful. For energy commodities, normal distribution models indicate better performance, whereas models based on student-t and GED distributions tend to overestimate the real market risk. For agricultural commodities, like in the case of metals, student-t and GED distributions seem to make more reliable predictions. Furthermore, the performance of asymmetric GARCH models appears to be better than symmetric models in commodity markets. This finding shows that positive and negative information do not influence commodity prices similarly. This feature should be taken into account during predictions.

Keywords: Value at risk (VaR), market risk, commodity markets, GARCH models

ÖNSÖZ

Riske maruz değer (VaR) yöntemi, piyasa riskine maruz kalan tüm kurumlar tarafından piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. VaR yöntemi ile piyasa riskinin ölçülmesinde fiyatlardaki oynaklığın tahmini, buna ilişkin uygun modelin ve dağılımın belirlenmesi yöntemin en önemli aşamalarını oluşturmakta ve literatürde yer alan çalışmalar da bu konu üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu çalışma ile emtia piyasasında normal, student-t ve GED dağılımı varsayımına dayanan modeller kullanılarak, piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile öngörülecek VaR değerleri için uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi ve bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarısının geriye dönük testler ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, metal ürünleri içerisinde altın ve gümüş için student-t dağılımına dayalı modellerin daha başarılı ve daha doğru VaR öngörülerinde bulunduğunu; bakır serilerinde normal dağılıma, alüminyum serilerinde ise normal ve GED dağılımına dayalı modellerin daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Enerji ürünlerinde normal dağılıma dayalı modeller daha iyi performans gösterirken, student-t ve GED dağılıma dayanan modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimindedirler. Tarımsal ürünlerde ise metal ürünlerinde olduğu gibi student-t ve GED dağılımları daha güvenilir VaR öngörülerinde bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışma, her emtia grubunda öne çıkan ürünleri dikkate alarak emtia piyasasında volatilitenin öngörülmesi için uygun dağılım ve uygun modelin belirlenmesine olanak sağlamakta, piyasa riskinin doğru tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Böylece yatırımcı, maruz kaldığı piyasa riski nedeniyle gereksinim duyduğu minumum sermaye miktarını doğru belirleyebilecek ve kendisi için en uygun yatırım kararını verebilecektir. Çalışmanın bu yönü ile emtia yatırımcısına katkı sağlaması beklenmektedir.

Tez çalışmama değerli katkı ve önerilerinden dolayı danışmanım Doç. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR'a, Tez İzleme Komitesinin diğer üyeleri Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt ÖNAL'a ve Doç. Dr. Mehmet ÖZMEN'e ve jüri üyeleri Doç. Dr. Songül Kakilli ACARAVCI ve Doç. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Samet EVCİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ..... **iii**
ABSTRACT ..... **iv**
ÖNSÖZ ..... **v**
KISALTMALAR ..... **xiv**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xvii**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xviii**
EKLER LİSTESİ ..... **xxi**

BÖLÜM I

GİRİŞ

Giriş 1

BÖLÜM II

EMTİA PİYASASI

2.1. Emtia Piyasası ve Genel Özellikleri 4
2.2. Emtia Piyasası Ürünleri 5
2.2.1. Tarımsal Ürünler 5
2.2.1.1. Pamuk 6
2.2.1.1.1. Pamuk Üretimi 6
2.2.1.1.2. Pamuk Tüketimi 8
2.2.1.1.3. Pamuk Fiyatı 10
2.2.1.2. Buğday 12
2.2.1.2.1. Buğday Üretimi 13
2.2.1.2.2. Buğday Tüketimi 15
2.2.1.2.3. Buğday Fiyatı 17
2.2.1.3. Mısır 19

2.2.1.3.1. Mısır Üretimi 20
2.2.1.3.2. Mısır Tüketimi 23
2.2.1.3.3. Mısır Fiyatı 24
2.2.1.4. Kahve 25
2.2.1.4.1. Kahve Üretimi 26
2.2.1.4.2. Kahve Tüketimi 27
2.2.1.4.3. Kahve Fiyatı 29
2.2.1.4. Soya 30
2.2.1.4.1. Soya Üretimi 30
2.2.1.4.2. Soya Tüketimi 32
2.2.1.4.3. Soya Fiyatı 33
2.2.2. Canlı Hayvan ve Et 35
2.2.2.1. Sığır, Dana ve Domuz Eti Üretimi 35
2.2.2.2. Sığır, Dana ve Domuz Eti Tüketimi 38
2.2.2.3. Sığır, Dana ve Domuz Eti Fiyatı 40
2.2.3. Metaller 41
2.2.3.1. Altın 41
2.2.3.1.1. Altın Üretimi 42
2.2.3.1.2. Altın Tüketimi 44
2.2.3.1.3. Altın Fiyatı 48
2.2.3.2. Gümüş 50
2.2.3.2.1. Gümüş Üretimi 51
2.2.3.2.2. Gümüş Tüketimi 52
2.2.3.2.3. Gümüş Fiyatı 53
2.2.3.3. Alüminyum 54
2.2.3.3.1. Alüminyum Üretimi 54
2.2.3.3.2. Alüminyum Tüketimi 56
2.2.3.3.3. Alüminyum Fiyatı 57
2.2.3.4. Bakır 58
2.2.3.4.1. Bakır Üretimi 59
2.2.3.4.2. Bakır Tüketimi 60
2.2.3.4.3. Bakır Fiyatı 61

2.2.4. Enerji Ürünleri 62
2.2.4.1. Petrol 62
2.2.4.1.1. Petrol Üretimi 63
2.2.4.1.2. Petrol Tüketimi 65
2.2.4.1.3. Petrol Fiyatları 67
2.2.4.2. Doğal Gaz 69
2.2.4.2.1. Doğal Gaz Üretimi 70
2.2.4.2.2. Doğal Gaz Tüketimi 72
2.2.4.2.3. Doğal Gaz Fiyatı 74
2.3. Dünyada ve Türkiye'de Emtia Piyasası 75
2.3.1. Dünya Emtia Piyasası 75
2.3.2. Türkiye'de Emtia Piyasası 77

BÖLÜM III

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN YÖNETİMİ

3.1. Risk Ölçüm Yöntemlerinin Tarihsel Gelişimi 81
3.2. Emtia Piyasasında Risk Kaynakları 84
3.3. Emtia Piyasasında Piyasa Riskinin Ölçülmesi 87
3.3.1. Riske Maruz Değer (VaR) Kavramı 87
3.3.2. Riske Maruz Değerin Hesaplanması 89
3.3.3. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri 91
3.3.3.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi 91
3.3.3.2. Tarihi Simülasyon Yöntemi 93
3.3.3.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi 94
3.3.4. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması 96
3.3.5. Riske Maruz Değer Hesaplarının Doğruluğunu Test Eden Yöntemler 99
3.3.5.1. Geriye Dönük Test 99
3.3.5.2. Stres Testi 100
3.4. Emtia Piyasasında Piyasa Riskinden Korunma Yöntemleri 102
3.4.1. Vadeli İşlem (Futures) Sözleşmeleri 103
3.4.2. Forward Sözleşmeleri 107

3.4.3. Opsiyon Sözleşmeleri 108
3.4.4. Swap Sözleşmeleri 110

BÖLÜM IV

EMTİA PİYASASINDA RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE PİYASA RİSKİNİ ÖLÇEN ÇALIŞMALAR

4.1. Enerji Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 113
4.2. Metal Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 129
4.3. Tarım Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 140

BÖLÜM V

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜLMESİ

5.1. Araştırma Verileri ve Yöntemi 145
5.1.1. Araştırma Verileri 145
5.1.2. Araştırma Yöntemi 149
5.1.2.1. Volatilitenin Tahmininde Kullanılan Modeller 149
5.1.2.1.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli 150
5.1.2.1.2. Normal Dağılım Gösteren Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modelleri 151
5.1.2.1.2.1. Simetrik GARCH Modelleri 152
5.1.2.1.2.1.1. GARCH Modeli 152
5.1.2.1.2.1.2. Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH-M) Modeli... 153
5.1.2.1.2.2. Asimetrik GARCH Modelleri 153
5.1.2.1.2.2.1. Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) Modeli 154

5.1.2.1.2.2.2. GJR-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GJR-GARCH) Modeli 155
5.1.2.1.3. Student-t Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (t-GARCH) 156
5.1.2.1.4. Genelleştirilmiş Hata Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GED-GARCH)..... 157
5.1.2.2. VaR Hesaplama Yöntemleri 157
5.1.2.3. Geriye Dönük Testler..... 159
5.1.2.3.1. Kupiec testi..... 159
5.1.2.3.2. Christoffersen Testi 159
5.2. Araştırma Bulguları 160
5.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler 160
5.2.2. Serilere İlişkin Durağanlık Analizi 162
5.2.3. Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Ortalama ve Koşullu Varyans Modellerinin Belirlenmesi 163
5.2.3.1. BİST Altın İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 165
5.2.3.1.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 165
5.2.3.1.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 166
5.2.3.1.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 167
5.2.3.2. Londra Altın İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 169
5.2.3.2.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 169
5.2.3.2.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 171
5.2.3.2.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 172
5.2.3.3. Gümüş İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 174

5.2.3.3.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 174
5.2.3.3.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 175
5.2.3.3.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 176
5.2.3.4. Bakır İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 178
5.2.3.4.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 178
5.2.3.4.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 180
5.2.3.4.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 181
5.2.3.5. Alüminyum İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 182
5.2.3.5.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 183
5.2.3.5.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 184
5.2.3.5.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 185
5.2.3.6. Brent Petrol İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 186
5.2.3.6.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 186
5.2.3.6.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 187
5.2.3.6.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 188
5.2.3.7. WTI Petol İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 190
5.2.3.7.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 190
5.2.3.7.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi..... 191

5.2.3.7.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 193
5.2.3.8. Doğalgaz İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 195
5.2.3.8.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 195
5.2.3.8.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 196
5.2.3.2.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 197
5.2.3.9. Buğday İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 198
5.2.3.9.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 199
5.2.3.9.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 200
5.2.3.9.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 201
5.2.3.10. Soya İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi 203
5.2.3.10.1. Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 203
5.2.3.10.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 204
5.2.3.10.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi 205
5.2.4. VaR Öngörülerinin Değerlendirilmesi 206
5.2.5. Geriye Dönük Test Sonuçları 213

BÖLÜM VI

SONUÇ

Sonuç 219

KAYNAKÇA **223**
EKLER **237**
ÖZGEÇMİŞ **266**

KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
ADF : Augemented Dickey Fuller
AIC : Akaike Bilgi Kriteri
API : Amerikan Petrol Enstitüsü
AR : Otoregresif Model
ARCH : Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARMA : Otoregresif Hareketli Ortalama
BDDK : Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu
BIGARCH : İki Değişkenli Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
BİST : Borsa İstanbul
BTU : İngiliz Isı Birimi
CAViaR : Conditional Autoregressive Value at Risk
CBOT : Chicago Board Of Trade (Chicago Ticaret Odası)
CF-VaR : Cornish-Fisher expansion Value at Risk
CME : Chicago Ticaret Borsası (Chicago Merchantile Exchange)
COB : California-Oregon Border
DCE : Dalian Ticaret Borsası
DGCX : Dubai Altın ve Emtia Borsası
DME : Dubai Ticaret Borsası
EGARCH : Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
EIA : Enerji Bilgi İdaresi (U.S. Energy Information Administration)
ES : Üssel Düzleştirme
EWMA : Üstsel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama
FOB : Free on Board (Güvertede teslim)
GARCH : Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GARCH-FHS: Filtreli Tarihi Simülasyona Dayalı Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GARCH-HT : Kalın Kuyruk Dağılımlı Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
GARCH-M : Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

GED : Genelleştirilmiş Hata Dağılımı

GED-GARCH: Genelleştirilmiş Hata Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

HM : Tarihi Ortalama

HSAF : Otoregresif Hareketli Ortalama Modellemesine Dayalı Tarihi Simülasyon

ICE : Intercontinental Borsası

ICSG : Uluslararası Bakır Çalışma Grubu

IGC : Uluslararası Tahıl Konseyi (International Grains Council)

IPE : International Petroleum Exchange

İAB : İstanbul Altın Borsası

LME : Londra Metal Borsası

LPG : Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

LR : Olabilirlik Oranı

LS : Doğrusal Regresyon Modeli

MA : Hareketli Ortalama

MGARCH : Çok Değişkenli Otoregresif Koşullu DeğişenVaryans

MCEI : Hindistan Emtia Borsası

NGL : Doğal gaz sıvısı

NYHCGR : New York Harbor Conventional Gasoline Regular

NYMEX : New York Ticaret Borsası

OPEC : Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü

PGARCH : Kuvvet Otoregresif Koşullu DeğişenVaryans

PP : Phillips Peron

RW : Rastsal Yürüyüş

SGT : Asimetrik Genelleştirilmiş T Dağılımı

SHFE : Şanghay Vadeli İşlem Borsası

SIC : Schwartz Bilgi Kriteri

SS : Durum Uzay Modeli

SVFM : Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli

TCMB : Türkiye Cumhuriyeti Merlez Bankası

TGARCH : Eşik Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

t-GARCH : Student-t Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli

TOBB : Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği

TOCOM : Tokyo Ticaret Borsası

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

USD : US Dollar (ABD Doları)

USDA : ABD Tarım Bakanlığı

VaR : Riske Maruz Değer

VAR : Vektör Otoregresif Model

VİOP : Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası

VOB : Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası

WTI : Batı Teksas Petrolü (West Texas Intermadiate)

ZCE : Zhengzhou Ticaret Borsası

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Dünya Altın Tüketimi (2012, ton) 45

Tablo 2. Dünya Gümüş Tüketimi (2012, ton) 52

Tablo 3. Dünya Emtia Borsaları 76

Tablo 4. İstanbul Altın Borsası Kıymetli Madenler Piyasası Verileri (2012) 78

Tablo 5. VOB Dayanak Varlık Bazında İşlem Hacmi (TL-2012) 79

Tablo 6. VOB Emtialara Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmelerinin İşlem Hacmi ve Miktarı (2012) 80

Tablo 7. Yöntemler Arasındaki Farklar 97

Tablo 8. Enerji Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 141

Tablo 9. Metal Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 143

Tablo 10. Tarım Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar 144

Tablo 11. Çalışmaya Konu Olan Veri Seti 166

Tablo 12. Emtia Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler 161

Tablo 13. Emtia Getiri Serilerine İlişkin Birim Kök Test Sonuçları 162

Tablo 14. Emtia Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 164

Tablo 15. Basel Komitesine Göre Aşım Sayılarına İlişkin Bölgeler 208

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Emtia ürünleri 5

Şekil 2. Ülkelere göre dünya pamuk üretimi (1000 balya) 7

Şekil 3. Dünya pamuk üretimi (1000 balya) 8

Şekil 4. Ülkelere göre dünya pamuk tüketimi (1000 balya) 9

Şekil 5. Dünya pamuk tüketimi (1000 balya) 10

Şekil 6. Cotlook A endeksi (1-3/32'') 11

Şekil 7. Ülkelere göre dünya buğday üretimi (1000 ton) 14

Şekil 8. Dünya buğday üretimi (1000 ton) 15

Şekil 9. Ülkelere göre dünya buğday tüketimi (1000 ton) 16

Şekil 10. Dünya buğday tüketimi (1000 ton) 17

Şekil 11. Dünya buğday fiyatları (Usd/Ton) 18

Şekil 12. Ülkelere Göre Dünya Mısır Üretimi (1000 ton) 21

Şekil 13. Dünya mısır üretimi (1000 ton) 22

Şekil 14: Ülkelere göre dünya mısır tüketimi (1000 ton) 23

Şekil 15. Dünya mısır tüketimi (1000 ton) 24

Şekil 16. Dünya mısır fiyatı (Us No:2, Sarı Mısır, ABD FOB) 25

Şekil 17. Ülkelere göre dünya kahve üretimi (1000 paket, 60 kğ/paket) 26

Şekil 18. Dünya kahve üretimi (1000 paket, 60 kğ/paket) 27

Şekil 19. Ülkelere göre dünya kahve tüketimi (1000 paket, 60 kğ/paket) 28

Şekil 20. Dünya kahve tüketimi (1000 paket, 60 kğ/paket) 28

Şekil 21. Dünya kahve fiyatı (cent/kğ) 29

Şekil 22. Ülkelere göre dünya soya üretimi (1000 ton) 31

Şekil 23. Dünya soya üretimi (1000 ton)..... 32

Şekil 24. Ülkelere göre dünya soya tüketimi (1000 ton)..... 32

Şekil 25. Dünya soya tüketimi(1000 ton)..... 33

Şekil 26. Dünya soya fiyatı ($/ton)..... 34

Şekil 27. Ülkelere göre dünya sığır ve dana eti üretimi (1000 ton)..... 36

Şekil 28. Ülkelere göre dünya domuz eti üretimi (1000 ton)..... 37

Şekil 29. Dünya dana ve sığır eti üretimi ile domuz eti üretimi (1000 ton)..... 37

Şekil 30. Ülkelere göre dünya sığır ve dana eti tüketimi (1000 ton)..... 38

Şekil 31. Ülkelere göre dünya domuz eti tüketimi (1000 ton)..... 39

Şekil 32. Dünya sığır ve dana eti tüketimi ile domuz eti tüketimi (1000 ton)..... 39

Şekil 33. Dünya sığır ve domuz et fiyatı..... 41

Şekil 34. Ülkelere göre dünya altın üretimi (2012, ton)..... 43

Şekil 35. Dünya altın üretimi (ton)..... 44

Şekil 36. Dünya altın talep dağılımı (2005-2012 ortalaması)..... 45

Şekil 37. Ülkelere göre altın tüketimi (2012, ton)..... 47

Şekil 38. Dünya altın tüketimi (ton)..... 48

Şekil 39. Dünya altın fiyatı (Usd/Ons)..... 50

Şekil 40. Ülkelere göre gümüş madeni üretimi (2012, ton)..... 51

Şekil 41. Dünya gümüş madeni üretimi (ton)..... 52

Şekil 42. Dünya gümüş tüketimi (ton)..... 53

Şekil 43. Dünya gümüş fiyatı (cent/ons)..... 54

Şekil 44. Ülkelere göre birincil alüminyum üretimi (2012/1000 ton)..... 55

Şekil 45. Dünya birincil alüminyum üretimi (1000 ton)..... 56

Şekil 46. Alüminyumun kullanım alanlarına göre dağılımı..... 57

Şekil 47. Bölgelere göre alüminyumun tüketim miktarı (2012, 1000 ton)..... 57

Şekil 48. Dünya alüminyum fiyatı (Londra Metal Borsası, $/ton)..... 58

Şekil 49. Ülkelere göre bakır maden üretimi (2012, 1000 ton)..... 59

Şekil.50. Dünya bakır maden üretimi (1000 ton)..... 60

Şekil 51. Dünya bakır maden tüketimi (1000 ton)..... 61

Şekil 52. Dünya bakır fiyatı (LME, $/ton)..... 62

Şekil 53. Bölgelere göre petrol üretimi (2012 yılı, 1000 varil, günlük)..... 64

Şekil 54. Ülkelere göre petrol üretimi (2012 yılı, günlük)..... 64

Şekil 55. Dünya petrol üretimi (1000 varil, günlük)..... 65

Şekil 56. Ülkelere göre petrol tüketimi (2012 yılı, 1000 varil, günlük)..... 66

Şekil 57. Bölgelere göre petrol tüketimi (2012 yılı, 1000 varil, günlük)..... 66

Şekil 58. Dünya petrol tüketimi (1000 varil, günlük)..... 67

Şekil 59. WTI ve Brent petrol fiyatları ($/varil)..... 68

Şekil 60. Bölgelere göre doğal gaz üretimi (2012 yılı, milyar m^3)..... 70

Şekil 61. Ülkelere göre doğal gaz üretimi (2012 yılı, milyar m^3)..... 71

Şekil 62. Dünya doğal gaz üretimi (milyar m^3)..... 71

Şekil 63. Bölgelere göre doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)..... 72

Şekil 64. Ülkelere göre doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)..... 73

Şekil 65. Dünya doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)..... 73

Şekil 66. ABD Henry Hub doğalgaz fiyatı (Usd/milyon(m) Btu)..... 75

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek A. Emtia Serilerine İlişkin Zaman Yolu Grafiği 237

Ek B. BİST Altın Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 238

Ek C. BİST Altın Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 239

Ek Ç. Londra Altın Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 240

Ek D. LondraAltın Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 241

Ek E. Gümüş Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 242

Ek F. Gümüş Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 243

Ek G. Bakır Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 244

Ek H. Bakır Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 245

Ek I. Alüminyum Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 246

Ek İ. Alüminyum Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 247

Ek J. Brent Petrol Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 248

Ek K. Brent Petrol Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 249

Ek L. WTI Petrol Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 250

Ek M. WTI Petrol Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 251

Ek N. Doğal Gaz Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 252

Ek O. Doğal Gaz Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 253

Ek P. Buğday Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 254

Ek R. Buğday Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 255

Ek S. Soya Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları 256

Ek Ş. Soya Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri 257

Ek T. Emtia Serilerine İlişkin Student-t ve GED Model Parametreleri ve Kritik Tablo Değerleri 258

Ek U. Emtia Serilerine İlişkin Öngörülen VaR Değerleri için Temel İstatistikler..... 260

Ek Ü. Emtia Serilerine İlişkin Geriye Dönük Test Sonuçları 263

BÖLÜM I

GİRİŞ

Global ekonomik gelişmeler arzı sınırlı olan emtialara olan talebi artırırken, emtiaların fiyatlarındaki oynaklığı da artırmaktadır. Bu durum gerek emtia yatırımcısının gerekse emtiaları üreten, işleyen, girdi olarak kullanan işletmelerin doğrudan ve dolaylı maliyetlerinin ve fiyatlardaki dalgalanmadan kaynaklanan piyasa riskinin yükselmesine neden olmaktadır. Emtia piyasasındaki fiyat hareketlerini doğru şekilde tahmin edebilen ve piyasa riskini etkin şekilde yönetebilen yatırımcılar ve işletmeler, bu piyasaya ne zaman yatırım yapacaklarına ya da doğru zamanda uygun miktarda alım yapacaklarına ilişkin kararı daha iyi verebilecekleri gibi maruz kaldıkları piyasa riski nedeniyle bulundurmaları gereken asgari sermaye miktarını da belirleyebileceklerdir. Bu kararı verebilmeleri için de yatırım süresince maruz kaldıkları piyasa riskini bilmeleri gerekmektedir. Bu noktada finansal ve finansal olmayan kuruluşlar tarafında yaygın olarak kullanılan ve uluslararası denetim ve gözetim otoriteleri tarafından piyasa riskinin ölçümünde kullanılması önerilen riske maruz değer (VaR) yöntemi ön plana çıkmaktadır.

VaR yöntemi, 1994 yılında JP Morgan tarafından geliştirilen VaR temelli RiskMetrics yöntemi ile kabul görmüş ve piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yöntem, belli bir dönemde belli bir olasılıkla bir varlığın ya da portföyün değerinde oluşabilecek maksimum kaybı göstermektedir. Yöntemin, piyasa riskini toplam olarak ortaya koyması ve Basel Komitesi tarafından piyasa riskinin ölçülmesinde tavsiye edilmesi kurumsal çapta risk yönetim tekniği olarak yaygın kullanım alanı bulmasında etkili olmuştur. Bu bağlamda VaR yöntemi piyasa riskine maruz kalan finansal ve finansal olmayan kurumlar tarafından portföylerinde yer alacak varlık seçimi, riskten korunma yöntemlerinin belirlenmesi, yatırımcıların potansiyel kayıpları nedeniyle gereksinim duyacakları sermaye miktarının hesaplanması ve portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesi gibi risk yönetimi ile ilgili birçok alanda kullanılabilmektedir. Ülkemizde de Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu (BDDK) tarafından 2001 yılında çıkarılan yönetmelik ile VaR yönteminin kullanılmasına yönelik gerekli düzenlemeler yapılmış ve 2006 yılında çıkarılan tebliğ ile piyasa riskinin hesaplanmasında kullanılacak risk ölçüm modellerine

ilişkin standartlar, risk ölçüm modellerinin değerlendirilmesi ve piyasa riskinin hesaplanmasında kullanılacak riske maruz değer yöntemine ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir.

VaR yöntemi ile emtia piyasa riskinin ölçülmesinde emtia fiyatlarındaki oynaklığın tahmini, buna ilişkin uygun modelin ve dağılımın belirlenmesi yöntemin en önemli aşamalarını oluşturmakta ve literatürde yer alan çalışmalarda bu konu üzerine yoğunlaşmaktadır. Finansal zaman serilerinde görülen aşırı basıklık, volatilite kümelenmesi ve kaldıraç etkisi oynaklığın öngörülmesinde değişen varyansı esas alan modellerin hesaplamalarda kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada emtia fiyatlarındaki oynaklığı modellemek için simetrik ve asimetrik genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) modelleri kullanılmaktadır. GARCH modellerine dayalı VaR hesaplamalarında model kalıntılarının normal dağıldığı varsayımı yapılmakta ve VaR öngörülerinde bulunulmaktadır. Fakat emtia getiri serilerine ilişkin model kalıntıları normal dağılıma göre genellikle aşırı basık ve kalın kuyruklu bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle çalışmada VaR öngörülerinin, model kalıntılarının dağılımına tepkilerini ölçmek için literatürde yaygın olarak kullanılan normal dağılım, emtia getiri serilerindeki aşırı basıklığı ve kalın kuyruğu dikkate alan student-t ile genelleştirilmiş hata dağılımı (GED) varsayımı altında modeller oluşturulmuştur. Bu kapsamda bu çalışma ile normal, student-t ve GED dağılımı varsayımına dayanan modeller kullanılarak, piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile öngörülecek VaR değerleri için uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi ve bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarısının geriye dönük testler ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma, her emtia grubunda öne çıkan ürünleri dikkate alarak emtia piyasasında volatilitenin öngörülmesi için uygun dağılım ve uygun modelin belirlenmesine olanak sağlamakta, asimetrik etkiyi dikkate alan değişen varyans modelleri kullanılarak emtia piyasasında asimetrik etkinin var olup olmadığını ortaya koymakta, VaR öngörüleri için emtia piyasasına yönelik en uygun dağılımın ve en uygun modelin belirlenmesine olanak sağlayarak, piyasa riskinin doğru tahmin edilmesine yardımcı olmakta ve ürün bazında yatırımcının maruz kaldığı piyasa riskini hesaplayarak, hangi emtiaların daha fazla piyasa riski içerdiğini ortaya koymaktadır. Böylece yatırımcı maruz kalınan piyasa riski nedeniyle

gereksinim duyulan minumum sermaye miktarını belirleyebilecek ve kendisi için en uygun yatırım kararını alabilecektir.

Literatürde emtia piyasasını konu alan çalışmalar bulunmakla birlikte, çalışmada Borsa İstanbul (BİST) kıymetli madenler ve kıymetli taşlar piyasasında işlem gören altın serisine yer verilmesi, piyasa riskinin farklı dağılıma dayalı varsayımlar altında hesaplanması, ayrıca örneklem döneminin 2008 finansal krizinden sonraki dönemi de kapsayacak şekilde geniş tutulması çalışmayı diğer çalışmalardan ayırmaktadır.

Çalışmanın takip eden bölümlerinde ilk olarak, emtia piyasası hakkında genel bilgiler verilerek, emtia piyasası ürün bazında sınıflandırılmış ve üretim, tüketim, fiyat alt başlıkları ile incelenmiştir. Ayrıca ülkemizde ve dünyada emtia piyasasının genel görünümüne ilişkin bilgiler verilmiştir. Diğer bölümde risk kavramı, risk ölçüm yöntemlerinin tarihsel gelişimi ve riskin kaynakları açıklanmış; ardından piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan riske maruz değer yöntemine değinilerek, riskten korunma yöntemleri açıklanmıştır. Dördüncü bölümde literatürde yer alan emtia piyasasında riske maruz değer yöntemi ile piyasa riskini ölçen çalışmalara yer verilmiştir. İzleyen bölümde emtia piyasasında VaR yöntemi ile piyasa riskini doğru tahmin edebilen en uygun dağılım ve modeller belirlenmeye çalışılmıştır. Son bölümde ise çalışmaya ilişkin sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

BÖLÜM II

EMTİA PİYASASI

Çalışmanın bu bölümünde, emtia piyasası hakkında genel bilgiler verilerek, emtia piyasası ürün bazında sınıflandırılmış ve üretim, tüketim, fiyat alt başlıkları ile incelenmiştir. Ayrıca ülkemizde ve dünyada emtia piyasasının genel görünümüne ilişkin bilgiler verilmiştir.

2.1. Emtia Piyasası ve Genel Özellikleri

Emtia piyasası, serbest piyasada alınıp satılan ürünlerin üretiminde kullanılan girdileri almak ve satmak için bir araya gelen alıcı ve satıcıların karşılaştığı yerdir. Finansal piyasalarda olduğu gibi emtia piyasalarının temel öğelerini, bu piyasada yatırım yapan piyasa katılımcıları ve yatırım araçları oluşturmaktadır. Emtia piyasası katılımcıları arasında firmalar, yatırım fonları, spekülatörler, traderlar, küçük yatırımcılar yer almaktadır. Bu piyasaya, emtiaların doğrudan satın alınmasıyla yatırım yapılabileceği gibi bu ürünleri üreten işletmelerin hisse senetlerinin satın alınmasıyla ya da bu emtialar üzerine yazılmış vadeli işlem sözleşmelerinin borsalardan satın alınması yoluyla yatırım yapılabilir.

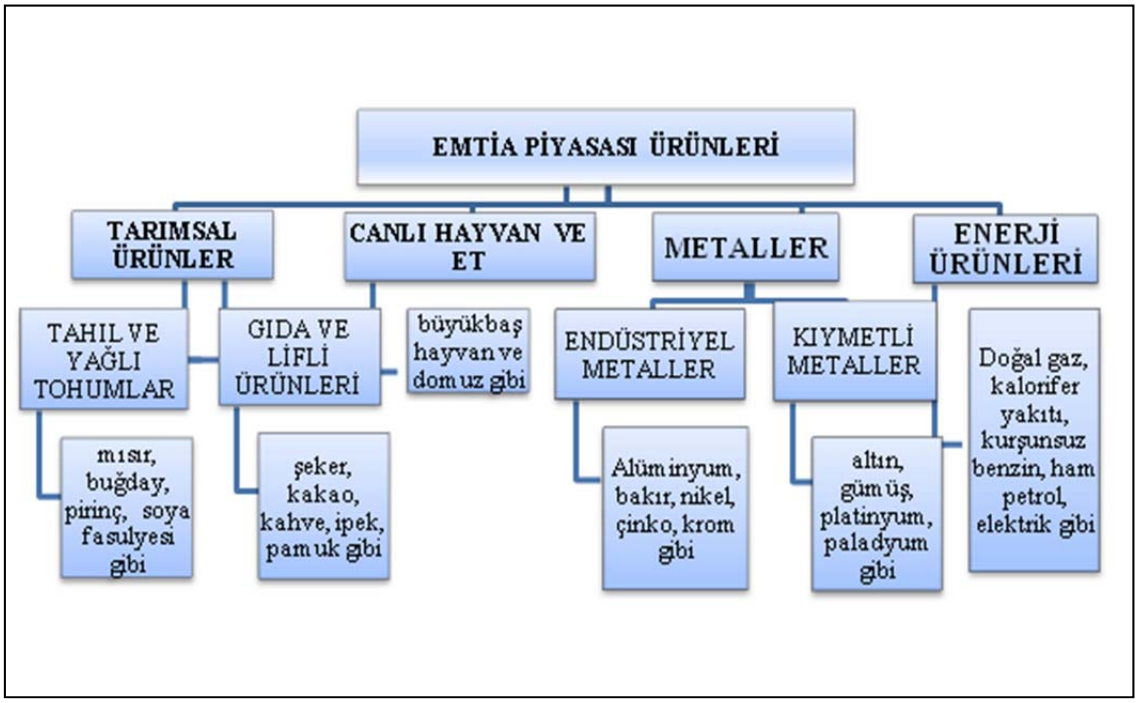
Emtia piyasaları, bünyesinde yer alan ürünler açısından finansal piyasalardan ayrılmaktadır. Bu piyasada işlem gören emtialar gerçek varlıklardır yani öncelikli olarak yatırım malı olmayıp tüketim malıdır. Bu ürünler içsel bir değere sahip olup, endüstriyel üretim ve tüketimde kullanılarak fayda sağlamaktadırlar. Ayrıca emtialara belirli dönemlerde ulaşılabilir olması nedeniyle arzı da sınırlı olmaktadır. Örneğin tahıl gibi gıda ürünleri sınırlama olmaksızın üretilebilmekle birlikte yıllık hasatları sınırlıdır. Bunun yanı sıra belli malların arzı mevsimsel bileşim gösterir. Metaller tüm yıl boyunca çıkartılabilirken, soya fasulyesi gibi tarımsal ürünlerin üretimi hasat dönemine bağlıdır (Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 6).

Emtiaların bir diğer özelliği bazı emtiaların depolanabilir ve yenilenebilir olmasıdır. Depolanabilir olmaları emtiaların fiyatlandırılmasında belirleyici bir rol oynar. Bir emtianın toplam değerine göre depolama maliyeti düşük ve çabuk bozulan bir ürün değilse söz konusu emtianın yüksek dereceli depolama özelliğine sahip olduğu belirtilir. Alüminyum ve bakır gibi endüstriyel metaller bu tür emtialardandır. Bunun

yanı sıra gümüş, altın, alüminyum, petrol gibi emtialar yenilenememektedir. Yenilenemeyen emtiaların arzı, üreticinin yeterli miktarda ve yeterli kalitede madeni bulma ve çıkarma yeteneğine bağlıdır (Fabozzi, 2008, s. 594).

2.2. Emtia Piyasası Ürünleri

Bu piyasada alınıp satılan ürünler çok geniş bir yelpazede toplanmış olup, bu ürünleri Şekil 1'de olduğu gibi sınıflandırmak mümkündür.



Şekil 1. Emtia ürünleri

Kaynak: Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 6

2.2.1. Tarımsal Ürünler

Tarımsal ürünler, tahıl ve yağlı tohumlar ile gıda ve lifli ürünlerden oluşmaktadır. Tahıl ve yağlı tohumlar içerisinde mısır, buğday, soya, pirinç gibi ürünler yer alırken; gıda ve lifli ürünler arasında, şeker, kakao, kahve, ipek, pamuk gibi ürünler yer almaktadır. Bu ürünlerden öne çıkanlar üretim, tüketim ve fiyat açısından incelenmiştir.

2.2.1.1. Pamuk

Tekstil ve konfeksiyon ürünlerinin temel hammaddesi olan pamuk, dünya nüfusunun hızla artması, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojik gelişmelerle birlikte sanayi, tarım ve ticaret alanında stratejik bir öneme sahip olmuştur. Bu durum dünya genelinde pamuk üretim ve tüketimini arttırarak, 2012/13 dönemi itibariyle toplam pamuk üretiminin 116,8 milyon balya, tüketiminin ise 106,5 milyon balya olarak gerçekleşmesini sağlamıştır.

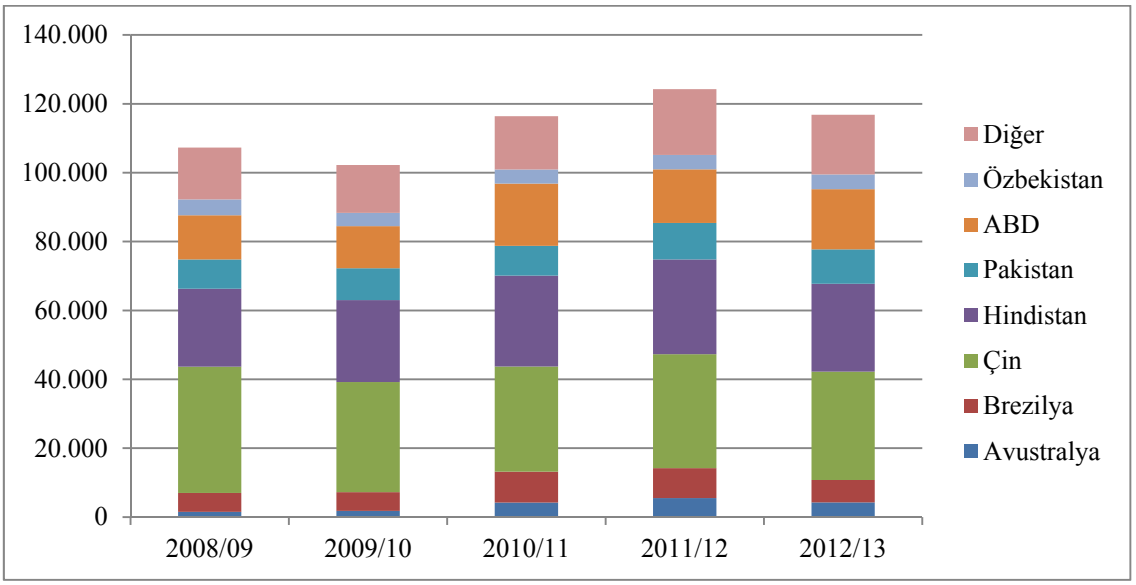
Pamuk, lif uzunluğu bakımından uzun ve kısa olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Uzun lifli pamuklar genellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Mısır, Peru ve Sudan'da yetişmekte olup, yaygın olarak dikiş ipliği, dantel ipliği, yüksek kaliteli kumaş üretiminde kullanılmaktadır. Kısa lifli pamukların kullanımı ise oldukça zordur. Pamuk, tekstil ürünlerinin yanı sıra halat takımı, otomobil lastiği ve plastik takviyesinde de hammadde olarak işlem görmektedir (Christian, 2006, s. 189).

Şeker ve tropikal ürünler gibi ılık iklimde yetişen pamuğun ekim dönemi, güney kesimlerde kış sonlarında, kuzey kesimlerde ise yaz başlarında olmakta ve yetişme dönemini 200 günde tamamlamaktadır. Ekim zamanından 8–11 hafta sonra çiçek açan pamuk kozaları, koyu kırmızı renkten beyaz renge dönüşüp, yeşil kozalarından ayrıldıktan sonra toplanmakta ve fabrikalara işlenmek üzere gönderilmektedir (Spurga, 2006, s. 114).

2.2.1.1.1. Pamuk Üretimi

Dünya pamuk üretiminin yaklaşık %85'i Çin, Hindistan, ABD, Pakistan, Özbekistan, Brezilya ve Avustralya tarafından karşılanmaktadır. ABD Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından yayımlanan ve Şekil 2'de yer alan pamuk üretim rakamlarına göre toplam üretim miktarı 2012/13 döneminde yaklaşık 116,8 milyon balyadır ve toplam üretimin %60'ı Çin, Hindistan ve ABD tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünya pamuk üretiminde en büyük paya sahip olan Çin, 2012/13 döneminde 31,5 milyon balya üretim gerçekleştirmiş olup, 2008/09 dönemindeki üretim düzeyine halen ulaşamamıştır. Üretim düzeyindeki düşüşte, Çin'in ihracatında önemli bir paya sahip olan tekstil ürünlerine yönelik zayıf talep ve fabrikaların pamuk kullanımlarındaki azalış etkili olmuştur ("Global Market Research Commodities: Agri Updates", 2012, s. 4). Çin'in aksine Hindistan 2012/13 döneminde üretim düzeyini 2008/09 dönemine göre yaklaşık

%12 oranında arttırarak 25,5 milyon balya üretim gerçekleştirmiştir. ABD ise üretimini 2008/09 dönemine göre %37 oranında arttırarak 17,4 milyon balya üretim gerçekleştirmiştir. Ülkemizde ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2012/13 döneminde 858.400 ton üretim gerçekleştirilmiştir.

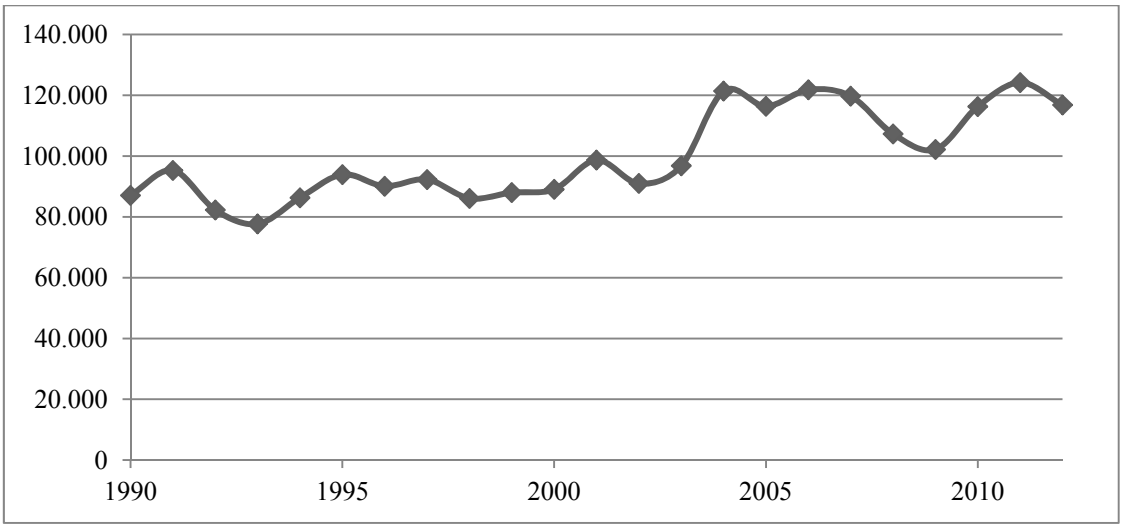


Şekil 2. Ülkelere göre dünya pamuk üretimi (1000 balya)

Kaynak: http://www.thefarmsite.com/reports/contents/cwmdec12.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Genel olarak global pamuk üretiminde 2000'li yıllara kadar çok fazla değişim gözlemlenmemekle birlikte, 2002 yılında 91 milyon balya olan üretim %35 oranında artarak 2006 yılında 121,8 milyon balya düzeyine ulaşmıştır. Fakat global finansal krizin yarattığı ekonomik daralmanın etkisiyle üretim 2006 yılından itibaren düşme eğilimine girmiştir. 2009 yılından itibaren tekrar toparlanan pamuk üretimi 2011 yılında son dört yılın en yüksek üretim düzeyine ulaşmış ve 124,2 milyon balya pamuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimdeki bu artış da özellikle pamuk fiyatlarındaki yükseliş etkili olmuştur. 2012 yılında üretim bir önceki yıla göre %6 oranında azalmış ve 116,8 milyon balya düzeyine gerilemiştir. Üretimdeki gerilemede, güney yarımkürede yer alan pamuk üretici ülkeler ile Hindistan ve Çin'in üretimlerindeki azalma etkili olmuştur. 2013 yılında ise üretimin 115,5 milyon balya olması beklenmektedir. Nispi olarak düşük dünya pamuk fiyatlarının, pamuk üretiminde kullanılan ekim alanlarının daha karlı alternatif ürünlerde kullanılmasına neden olacağı ve bu durumun pamuk üretimini azaltacağı düşünülmektedir. Dünya pamuk üretiminin %44'ünü karşılayan ABD, Çin ve

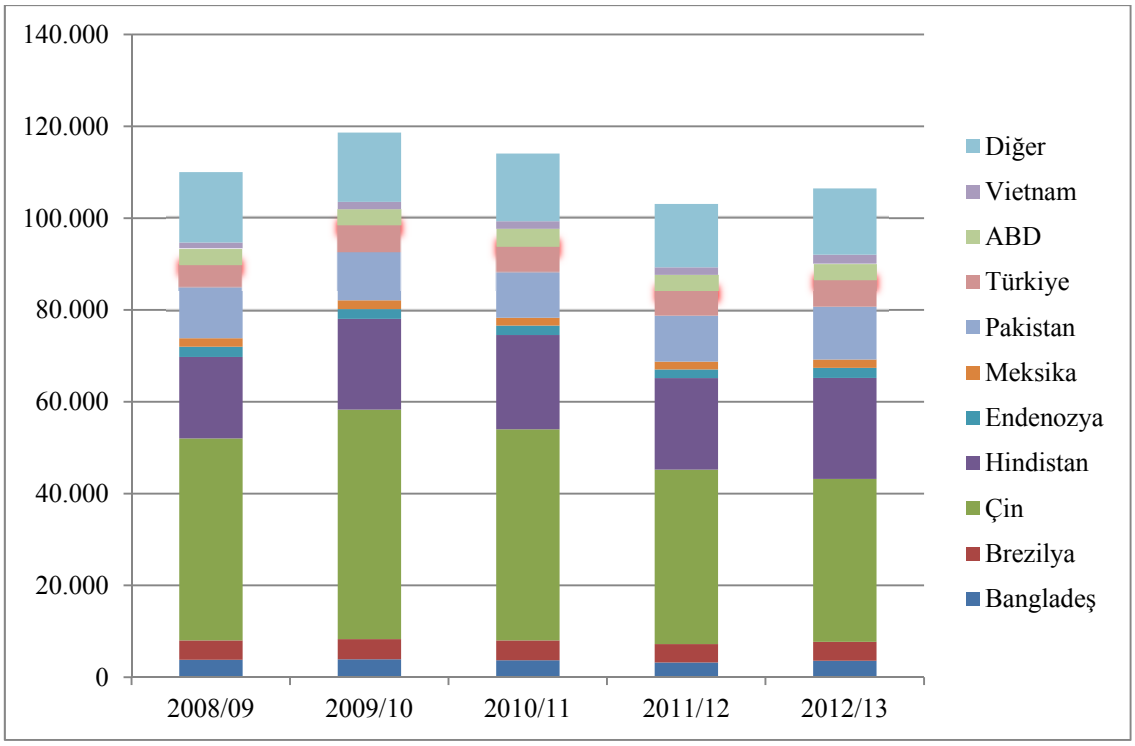
Avustralya'da üretimin azalması beklenirken; Brezilya, Hindistan ve Pakistan' da ise üretim artışı öngörülmektedir ("The World and USA Cotton Outlook", 2013, s. 2-10)



Şekil 3. Dünya pamuk üretimi (1000 balya)
Kaynak:http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1282 (Erişim tarihi: 12.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.1.2. Pamuk Tüketimi

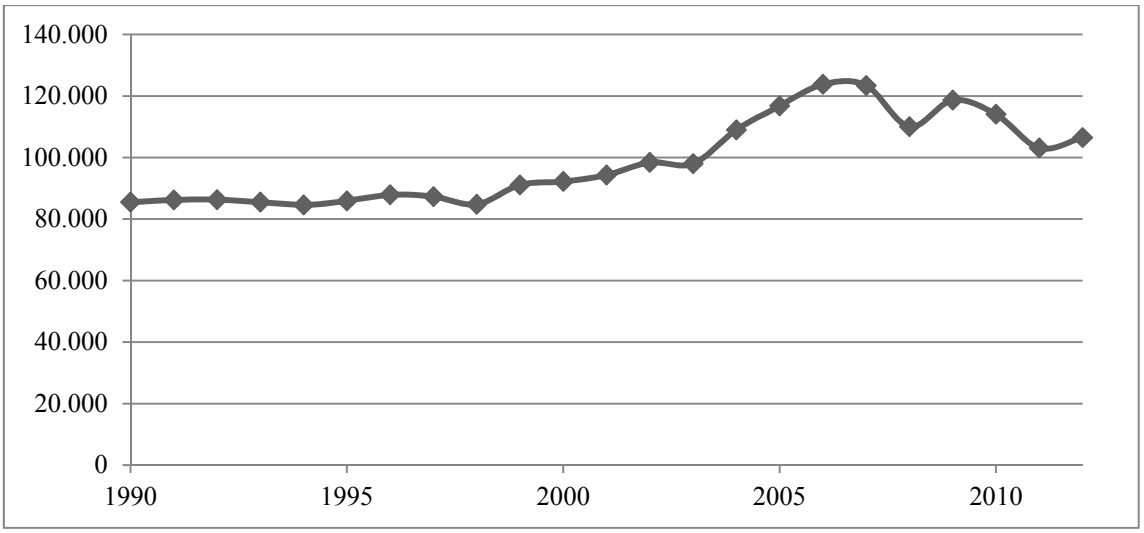
Dünya sanayisinde yaygın bir kullanım alanına sahip olan pamuk, en fazla Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve ABD tarafından tüketilmektedir. Bu ülkelerin pamuk tüketim miktarı toplam dünya tüketiminin yarısından fazladır. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 4'de yer alan global pamuk tüketim rakamlarına göre toplam tüketim miktarı 2012/13döneminde yaklaşık 106,5 milyon balyadır ve Çin, yaklaşık %40 pay ile en fazla pamuk tüketen ülkedir. Fakat son üç dönemde Çin'in tüketim miktarında bir azalma görülmüş ve 2012/13 döneminde tüketim miktarı 35,5 milyon balya olarak gerçekleşmiştir. Çin'den sonra en fazla tüketim miktarına sahip ülke olan Hindistan ise son üç dönemde tüketim miktarını arttırarak, 2012/13 döneminde 22 milyon balya tüketim gerçekleştirmiştir. Türkiye ise pamuk tüketimi bakımından Dünya'da dördüncü sırada yer almaktadır. 2008/09 döneminde 4,9 milyon balya olan tüketimi, 2012/13 döneminde 6 milyon balya olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Ülkelere göre dünya pamuk tüketimi (1000 balya)

Kaynak: http://www.thefarmsite.com/reports/contents/cwmdec12.pdf (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 5'de görüldüğü gibi pamuk tüketimi 1998 yılına kadar yatay bir seyir izlemiştir. 1998 yılından sonra ise global finansal krizin etkisinin hissedilmeye başladığı 2007 yılına kadar bir artış gözlemlenmiştir. Finansal krizin etkisiyle yavaşlayan global ekonomik büyüme pamuk tüketiminin de azalmasına öncülük etmiş ve 2008 yılında pamuk tüketiminde %12 oranında bir düşüş gerçekleşmiştir. Pamuk tüketiminde finansal kriz öncesi tüketim düzeyine halen ulaşılamamakla birlikte, 2012 yılında bir önceki yıla göre %3 oranında artış gerçekleşerek 106,4 milyon balya tüketim gerçekleşmiştir. Göreceli olarak dünya ekonomisindeki büyüme tekstil ürünlerine olan talebi arttırırken, pamuk fiyatlarındaki düşüş ve volatilideki azalmada pamuk tüketiminin artmasını desteklemiştir. 2013 yılında ise pamuk tüketiminin, dünya milli gelirindeki artışa bağlı olarak bir önceki yıla göre %2,6 oranında artarak 109 milyon balya olması beklenmektedir. Bu tüketim düzeyi, artan dünya nüfusuna ve gelirine rağmen, 2006 ve 2007 yıllarında gerçekleştirilen en yüksek tüketim düzeyinin %12 oranında altındadır ("The World and USA Cotton Outlook", 2013, s.2-10).



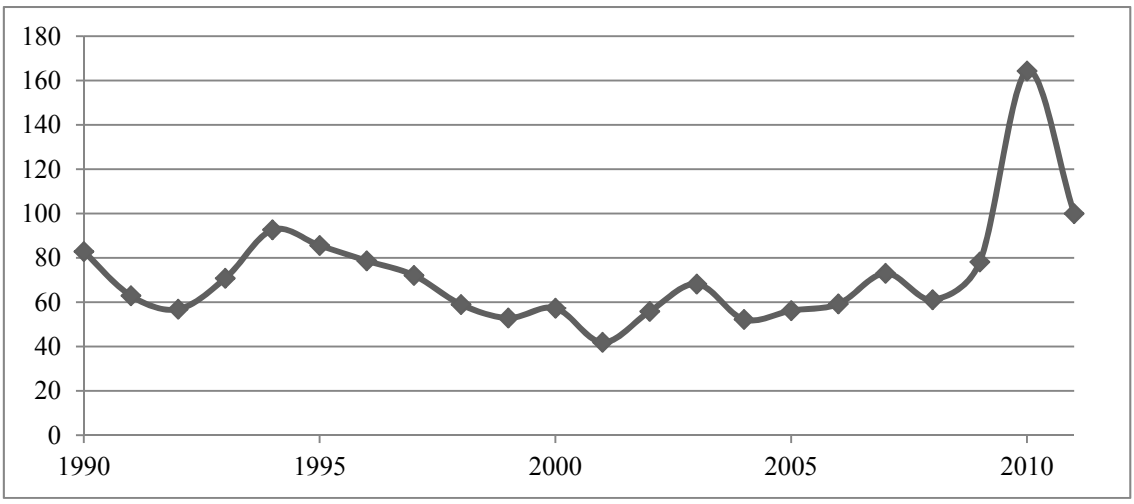
Şekil 5. Dünya pamuk tüketimi (1000 balya)
Kaynak:http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1282 (Erişim tarihi: 12.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.1.3. Pamuk Fiyatı

Pamuk üreticileri ve imalatçıları, pamukla doğrudan ve dolaylı ilişkili kişiler gerek gelecek dönem üretim ve tüketim stratejilerinin belirleyebilmek gerekse sektörün çizeceği yönü öngörebilmek için global pamuk fiyatlarındaki değişimi yakından takip etmektedir. Bu açıdan pamuk fiyatlarında değişime neden olan faktörlerin bilinmesi önem arz etmektedir. Birçok mal ve hizmette olduğu gibi pamuk fiyatları, pamuk arz ve talebindeki değişime bağlı olarak belirlenmektedir. Pamuk arzındaki değişime neden olan en önemli faktörlerden biri, dünya pamuk üretimini elinde bulunduran ülkelerin üretim miktarları ile stoklarıdır. Pamuğun yanı sıra alternatif ürünler olan yün, tiftik, sentetik iplik gibi dokuma sanayine yönelik diğer liflerin üretim miktar ve fiyatları da pamuk arzının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (“2012 Yılı Pamuk Raporu”, 2013, s. 6). Bununla birlikte pamuk üretiminde söz sahibi ülkelerin üreticilerine sağladıkları destekler ve piyasanın işleyişini bozan diğer ülke politikaları pamuk arzı ve dolayısıyla pamuk fiyatları üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca hava koşulları da pamuk üretimi, fiyatları ve kısa dönemde getiriler üzerinde etkilidir (“Cotton Price Distortions”, 2002, s. 6). Pamuk talebi ise pamuklu ürünleri kullananların sayısına, pamuk talep edenlerin gelir düzeyine, sentetik elyaf gibi ikame ürünlerin fiyatına,

pamuğu girdi olarak kullanan sektörlerdeki canlılığa bağlı olarak değişmektedir (Lowenstein, 1952, s. 44).

Dünya pamuk fiyatlarının belirlenmesinde Cotlook A, Cotlook B ve Memphis endeksleri baz teşkil etmekte olup, Cotlook endeks fiyatları dünya fiyatları olarak kabul edilmektedir. Cotlook endeksleri, Cotlook firması tarafından A ve B olmak üzere iki endeks olarak yayımlanmaktadır. A endeksi, ABD, Meksika, Brezilya, Paraguay, Türkiye, Suriye, Yunanistan, İspanya, Özbekistan, Pakistan, Hindistan, Çin, Tanzanya, Frank Afrikası ve Avustralya'da üretilen ve orta elyaf uzunluğundaki pamuğun ticaretini yapan tüccarlardan alınmış en ucuz beş teklif fiyatın aritmetik ortalamasını yansıtır. B Endeksi ise ABD, Brezilya, Arjantin, Türkiye, Yunanistan, Özbekistan, Pakistan, Hindistan ve Çin'de üretilmiş ve orta elyaftan kısa pamuklar için aynı yöntemle hesaplanmaktadır (Çalışkan, 2007, s. 77). Endeksler oluşturulurken 2003 yılına kadar Kuzey Avrupa teslim fiyatları dikkate alınırken, 2003 yılından itibaren pamuk ticaretinin Uzakdoğu merkezli yapılması ile birlikte Cotlook A endeksinin hesaplanmasında Uzakdoğu teslim fiyatları kullanılmaya başlanmıştır. Fakat 1 Ağustos 2008 tarihine kadar Kuzey Avrupa teslim fiyatlarını esas alan Cotlook A ve B endeksleri yayımlanmaya devam edilmiştir (http://www.cotlook.com/index, Erişim tarihi: 03.02.2013).



Şekil 6. Cotlook A endeksi (1-3/32'')

Kaynak: http://www.cotlook.com/index.php?action=more_indices (Erişim tarihi: 03.02.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 6'da yer alan Cotlook A Endeksi incelendiğinde son 20 yılda pamuk fiyatlarının 40 cent/libre ile 164 cent/libre arasında değişim gösterdiği görülmektedir.

Özellikle 1994/95 sezonundan sonra pamuk fiyatları hızlı bir düşüş trendine girmiştir. Fiyatlardaki hızlı gerilemenin ardında verim artışına paralel olarak artan pamuk üretimine karşılık, pamuk tüketiminin aynı oranda artmaması ve dünya stoklarında yaşanan artışlar olduğu ifade edilmektedir ("2012 Yılı Pamuk Raporu", 2013, s. 17). 2001/02 sezonunda pamuk fiyatları rekor seviyede düşerek 41 cent/libreye ulaşmıştır. Daha sonraki sezonlarda ise pamuk fiyatları dalgalı bir seyir izleyerek, yükselme eğilimine girmiştir. 2007 yılında pamuk fiyatları 2001 yılına göre %75 oranında artarak 73 cent/libreye ulaşmıştır. 2008 yılında ise yaşanan dünya tarım ve gıda ürünlerindeki yükselmeden pamuk fiyatları da bir ölçüde etkilenmiş ve A endeksi 2008 Mart ayında 80.18 cent/libreye ulaşmıştır. Bu fiyat artışı kısa sürmüş ve küresel ekonomik krizle beraber fiyatlar gerilemiştir (http://www.mkatextile.com/dunya-ve-turkiye-pamuk-fiyatlari.php, Erişim tarihi: 04.03.2013). 2010/11 sezonunda ise pamuk fiyatları tarihi zirvelerine çıkmıştır. Dünya pamuk fiyatlarında görülen bu artış, pamuk üretim miktarının tüketimden daha yüksek oranda düşmesi nedeniyle 2008 ve 2009 yıllarında dünya pamuk stoklarında görülen gerilemeye, istatistiki verilerde geçen sezonlardan devreden pamuk stoklarının gerçek olmadığı yönündeki görüşlere, Hindistan'ın pamuk ihracatına uygulamış olduğu kısıtlamaya, pamuk türev piyasalarına ilginin artmasına ve diğer emtia fiyatlarındaki genel artış trendine bağlanmaktadır ("2012 Yılı Pamuk Raporu, 2013", s. 17).

2.2.1.2. Buğday

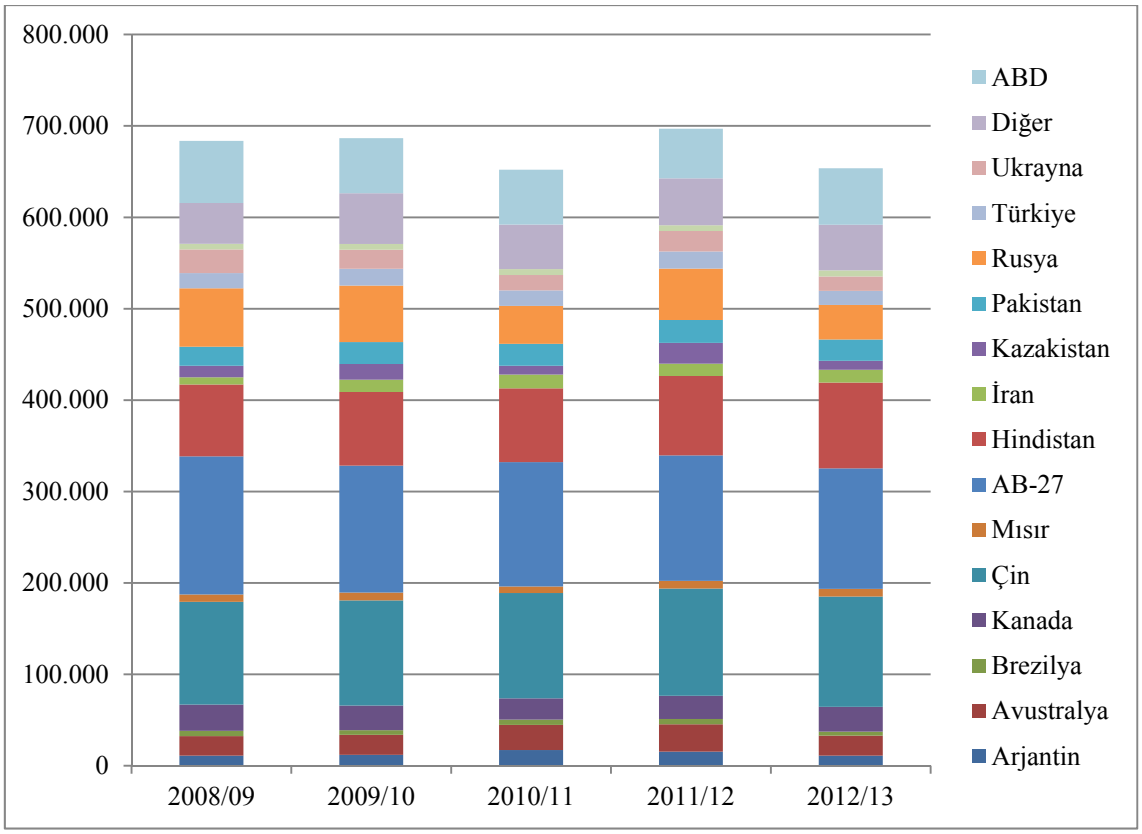
İlk kez tarih öncesi dönemde Güney Batı Asya'da yetiştirilen buğday, insanoğlunun tarih boyunca temel besin kaynağı olmuş ve bu nedenle mısırdan sonra dünyanın en çok üretilen tahıl ürünü haline gelmiştir. USDA tarafından yayımlanan verilere göre 2012/13 döneminde dünyada 215,8 milyon hektar alanda buğday ekimi gerçekleşmiş ve 653,6 milyon ton üretim yapılmıştır. Aynı dönemde gerçekleştirilen tüketim ise 673,4 milyon tondur.

Buğday, sert kış buğdayı, yumuşak kırmızı kış buğdayı, beyaz buğday, sert ilkbahar buğdayı ve durum buğdayı olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Sert kış buğdayı yüksek protein değerine sahiptir ve genellikle ekmek ve kaliteli ekmek unu için kullanılmaktadır. Yumuşak kırmızı kış buğdayı ise daha düşük protein değerine sahip olup, kek ve kurabiye yapımında kullanılmaktadır. Beyaz buğday yumuşak kırmızı kış

buğdayı ile benzer protein değerine ve kullanım alanına sahiptir. Sert ilkbahar buğdayı en yüksek protein değerine sahip buğday olup kaliteli ekmeklerde kullanılmaktadır. Durum buğdayı ise makarna ve irmik yapımında kullanılmaktadır (Spurga, 2006, s. 130). Kış buğdayları sonbaharda ekilip yaz döneminde hasat edilirken, ilkbahar buğdayları ilkbahar döneminde ekilmekte ve sonbaharda hasat edilmektedir (Christian, 2006, s. 208). Buğdayın toplam tarlada kaldığı süre yazlık çeşitlerde 100-130 gün, kışlık çeşitlerde ise 180-250 gün arasında değişmektedir (Müjdeci, Sarıyev, & Polat, 2005, s. 278).

2.2.1.2.1. Buğday Üretimi

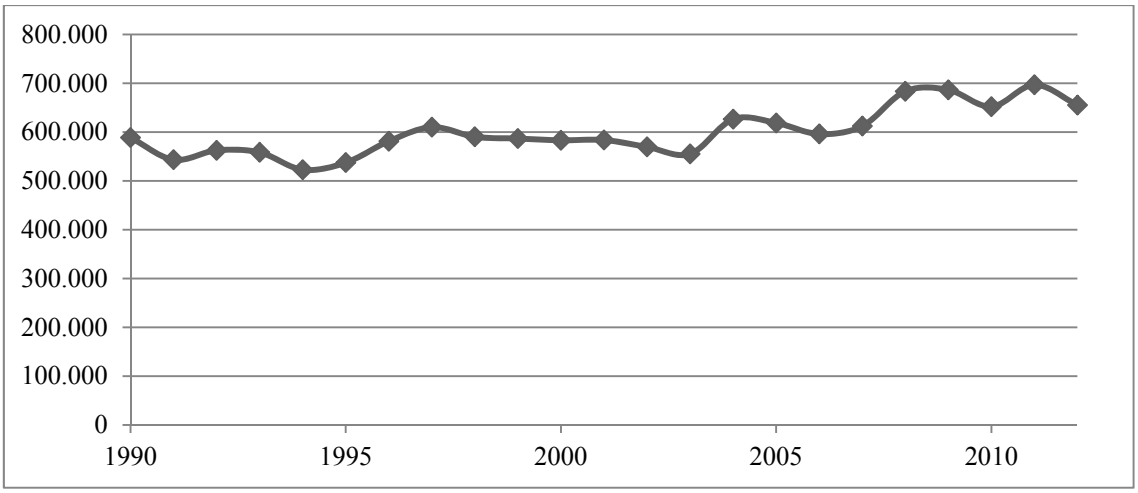
Dünya buğday üretiminin yaklaşık %42'si Çin, Hindistan ve ABD tarafından karşılanmaktadır. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 7'de yer alan buğday üretim rakamlarına göre toplam üretim miktarı 2012/13 döneminde yaklaşık 653,6 milyon tondur. Dünya buğday üretiminde en büyük paya sahip olan Çin, 2012/13 döneminde 120,6 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir. Son üç dönemde Çin'in üretim miktarında çok fazla değişim görülmemekle birlikte 2012/13 döneminde üretim 2008/09 dönemine göre %7 oranında artmıştır. Buğday üretiminde ikinci sırada yer alan Hindistan 2012/13 sezonunda 93,9 milyon ton üretim gerçekleştirirken, üçüncü sırada yer alan ABD ise 61,7 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir. Ülkemiz 2012/13 döneminde 15,5 milyon ton üretim gerçekleştirerek 11. sırada yer almaktadır.



Şekil 7. Ülkelere göre dünya buğday üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 10.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Son 23 yılın global buğday üretim verilerinin yer aldığı Şekil 8'de görüldüğü üzere; 1997 yılında üretim miktarı o dönemin en yüksek seviyesine ulaşmış ve 610,2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 1997 yılından itibaren buğday üretimi düşüş eğilimine girmiş ve 2003 yılında 555,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu yıldan itibaren buğday üretimi dalgalı bir seyir izlemiş ve 2011 yılında üretim zirve yaparak yaklaşık 697 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2012 yılında ise üretim bir önceki yıla göre %6 oranında azalmıştır. Üretim azalışında büyük ölçüde Doğu Avrupa ve Orta Asya'da yaşanan şiddetli kuraklık ve güney yarımkürede yer alan ülkelerin üretimlerindeki azalış etkili olmuştur ("Food Outlook: Global Market Analysis", Kasım 2012, s. 1)

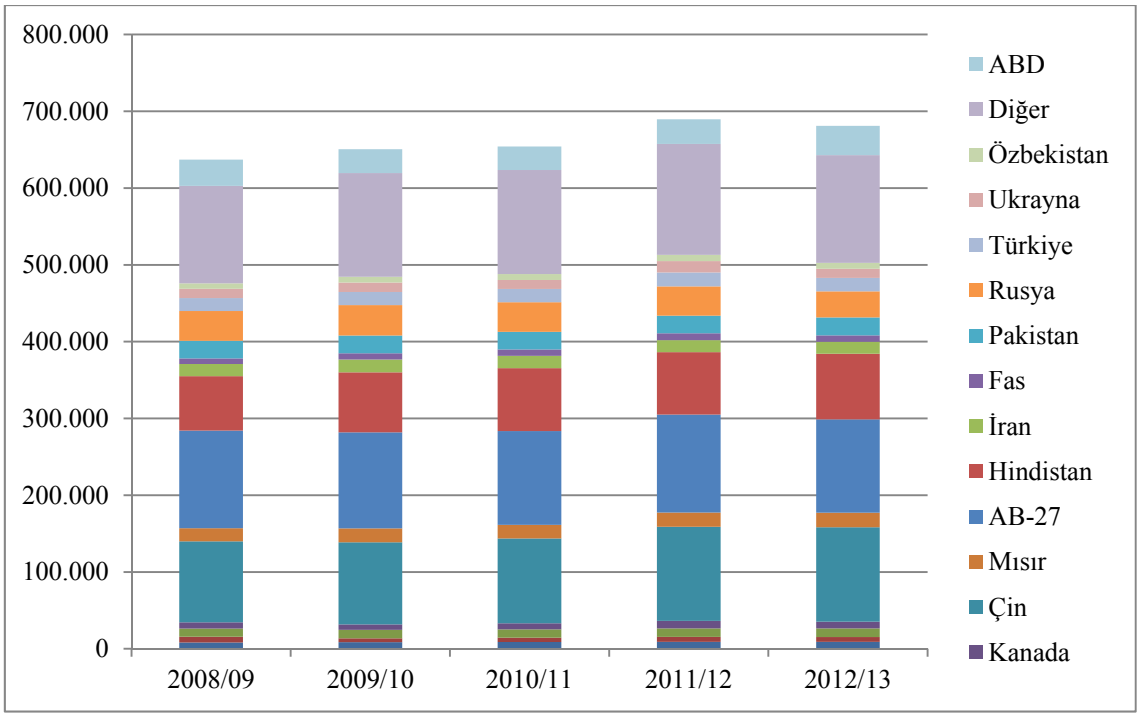


Şekil 8. Dünya buğday üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi:10.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.2.2. Buğday Tüketimi

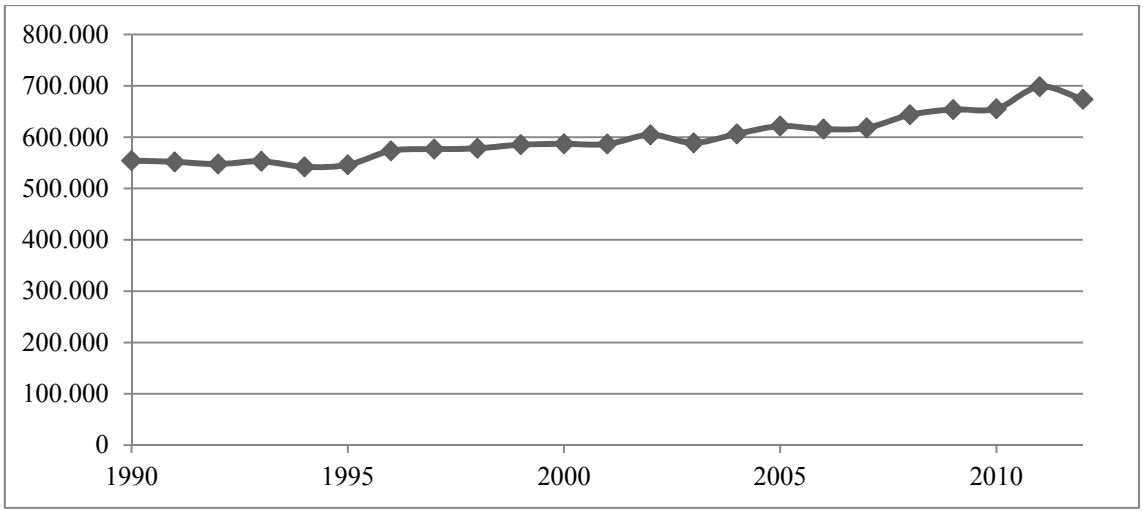
Temel besin kaynağı olan buğday, en fazla Çin, Hindistan, ABD, Rusya ve AB tarafından tüketilmektedir. Bu ülkelerin buğday tüketim miktarı, toplam dünya tüketiminin %60'ına karşılık gelmektedir. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 9'da yer alan global buğday tüketim rakamlarına göre toplam tüketim miktarı 2012/13 sezonunda yaklaşık 673,4 milyon tondur ve Çin, yaklaşık %18 pay ile en fazla buğday tüketen ülkedir. Çin'in tüketim miktarı son dört dönemde ortalama %2 oranında artarak, 2012/13 sezonunda 123 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Çin'den sonra en fazla tüketim miktarına sahip ülke olan Hindistan, 2008/09 dönemine göre tüketim miktarını %20 oranında arttırarak, 2012/13 döneminde 85 milyon ton tüketim gerçekleştirmiştir. Hindistan'ı takip eden ABD ve Rusya'nın tüketim miktarları sırasıyla 38,1 milyon ton ile 34 milyon tondur. Türkiye ise buğday tüketimi bakımından Dünya'da sekizinci sırada yer almaktadır. 2008/09 döneminde 16,9 milyon ton olan tüketimi, 2012/13 döneminde 17,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 9. Ülkelere göre dünya buğday tüketimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 10.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 10'da görüldüğü üzere son 23 yılda buğday tüketim miktarlarında çok sert değişimler görülmemiştir. 2002 yılına kadar global tüketim miktarı 550–600 milyon ton bandında seyretmiş, 2004 yılından itibaren 600 milyon ton bandının üzerine çıkmıştır. 2003 ve 2004 yıllarında ABD ve Avrupa da yaşanan düşük karbonhidratlı diet çılgınlığı buğday tüketiminde sınırlı bir azalışa neden olsa da 2011 yılında global tüketim miktarı en yüksek düzeye ulaşarak, 698,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya nüfusundaki artış ve bazı bölge ülkelerinde görülen gelir artışları buğday tüketimindeki yükselişte etkili olmuştur (Spurga, 2006, s. 210).



Şekil 10. Dünya buğday tüketimi (1000 ton)

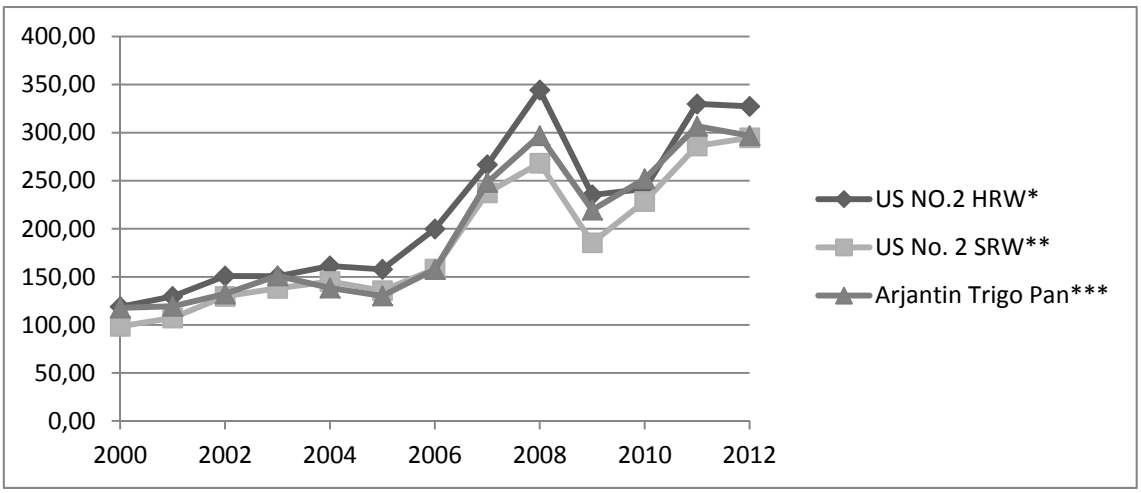
Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 10.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.2.3. Buğday Fiyatı

Dünyada en çok üretilen tahıl ürünü olan buğday, birçok ülkede gerek beslenme gerekse buğdaya dayalı sanayi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Buğday, un, makarna, ekmek, bisküvi, kek gibi gıda maddeleri ile biyoyakıtlarının temel hammaddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kapsamda, buğday fiyatlarındaki değişim birçok sektörü etkilemekte olup değişime neden olan faktörlerin bilinmesi önem arz etmektedir. Diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi buğday fiyatları, üretim ve tüketimdeki değişmelere, stok düzeyine, hava koşullarına, ülkelerin gelir ve refah düzeylerindeki değişime, nüfus artış hızına, biyoyakıtların kullanımına, ticareti ve tarımı destekleme politikalarına, makroekonomik faktörlere, üretimde kullanılan girdilerin ve ikame ürünlerin fiyatlarına bağlı olarak değişmektedir.

Buğday fiyatlarındaki değişimin en önemli belirleyicilerinden biri stoklardaki değişimdir. Dönem sonu stokları arz ve talepteki değişime neden olan faktörlerin etkisini özetleyerek, emtia da gözlemlenen fiyat hareketlerinin faydalı bir göstergesi olmaktadır. Yıllık buğday fiyatları dönem sonu stokları ile negatif bir korelasyona sahiptir. Düşük stoklar fiyatları yükseltirken, yüksek stoklar fiyatları aşağı çekmektedir (Westcott & Hoffman, 1999, s. 1). Ülkelerin izledikleri tarım destekleme politikaları da buğday fiyatları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Global buğday piyasası ABD, Kanada, Avusturya gibi birkaç ihracatçı ülke üzerinde yoğunlaşmış oligopolistik bir

yapıda olup, bu ülkeler uyguladıkları politikalar aracılığıyla buğday fiyatlarını etkilemektedirler (Sekhar, 2003, s. 92). Bunun yanı sıra üretimde kullanılan girdilerin ve ikame ürünlerin fiyatlarındaki değişim de buğday fiyatlarının dalgalanmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda, özellikle petrol ve gübre fiyatlarındaki değişim önemli bir rol oynamaktadır. Tarımda makineleşme, navlun maliyetleri ve petrole bağlı olarak yürütülen gübre üretimi buğday fiyatlarını petrol fiyatlarındaki değişime bağımlı kılmaktadır. Bu nedenle petrol fiyatlarındaki değişim ile buğday fiyatlarındaki değişim arasında pozitif bir ilişki olduğu kabul edilir. Buğday insanlar için besin kaynağı olmakla birlikte kümes ve besi hayvanları için de yem olarak kullanılmaktadır. Buğdayın yem olarak kullanımı buğdayın kalitesine ve buğday ile diğer yemlik tahıllar arasındaki ilişkiye bağlıdır. Yemlik buğdayın ikamesi olarak mısırın kullanılması, mısır fiyatlarındaki değişim buğdaya olan talebi etkileyerek, mısır fiyatlarının buğday fiyatlarına yön vermesini sağlamaktadır (Maitre d'Hôtel, Cotty, & Jayne, 2012, s. 3). Bunun yanı sıra petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlara alternatif olarak düşünülen biyoyakıtların kullanımın yaygınlaşması buğday fiyatları üzerinde etkisini göstermektedir. Biyoyakıtların üretiminde mısır, buğday, arpa gibi tahıllar kullanılmakta olup, bu yakıtların yaygınlaşması ile birlikte tahıl ürünlerine olan talep artmakta ve fiyatlar yükselmektedir.



Şekil 11. Dünya buğday fiyatları (Usd/Ton)

Not. *Sert Kırmızı Kışlık Buğday, ABD FOB (free on board) Körfez, **Yumuşak Kırmızı Kışlık Buğday, ABD FOB Körfez, ***Arjantin Tipi, FOB.

Kaynak: http://www.fao.org/giews/pricetool/ (Erişim tarihi: 12.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 11'de dünya buğday fiyatlarının izlenmesinde temel alınan ABD ve Arjantin'e ait buğday ihraç fiyatları yer almaktadır. 2000 yılında dünya buğday fiyatı 117$/ton düzeyinde iken 2012 yılında %150 oranında artarak yaklaşık 300$/ton düzeyine gelmiştir. 2006 üretim dönemiyle birlikte artmaya başlayan global buğday fiyatları 2008 yılında en yüksek düzeye ulaşmış, 2009 yılında düşme eğilimi göstermekle birlikte devam eden dönemlerde yeniden yükselmeye başlamıştır. Buğday fiyatlarındaki hızlı yükselişte buğday üretiminde en büyük paya sahip ABD, Rusya, Kazakistan, Kanada gibi ülkelerde yaşanan kuraklık etkili olmuştur. Bu bölgelerde artış gösteren sıcaklıklar gelecek dönemlerde de buğday üretiminin azalacağı ve buğday fiyatlarının yüksek seyredeceği beklentisini artırmaktadır.

2.2.1.3. Mısır

Anavatanı Amerika kıtası olan mısır, gerek insan beslenmesinde, gerek hayvan yeminde ve gerekse sanayinin birçok alanında hammadde olarak yaygın bir şekilde kullanılmakta ve bu nedenle dünya genelinde en fazla üretilen tahıl ürünü olmaktadır. Dünyada ekim yapılan alan bakımından buğdaydan sonra ikinci sırada yer alan mısır, üretim miktarı bakımından ise ilk sırada yer alır. USDA tarafından yayımlanan verilere göre 2012/13 döneminde dünyada 175 milyon hektar alanda mısır ekimi gerçekleşmiş ve 855,9 milyon ton üretim yapılmıştır. Aynı dönemde gerçekleştirilen tüketim ise 862,5 milyon tondur.

Mısır, tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşaklarında yetişebildiği için dünyanın hemen hemen tüm ülkelerinde az çok mısır tarımı yapılabilmektedir. Bugün, Antarktika haricinde dünyanın her yerinde mısır yetişebilmektedir. Dünya üzerinde, 58^{o} kuzey ve 40^{o} güney enlemleri arasında kalan, deniz seviyesinden başlayarak rakımı 4000 m'ye kadar olan bölgelerde mısır tarımı yapılabilmektedir (Babaoğlu, 2005, s. 3). Tek yıllık bir bitki olan mısırın yetişme süresi 70–150 gün arasında değişir. Türüne ve yetiştirilen alana göre değişmekle birlikte çimlenme devresinde 10-13°C, yetişme devresinde 10-20 °C sıcaklık ister. Sıcaklığın bu değerlerin dışında seyretmesi bitkilerin gelişimini olumsuz etkiler ve verimin düşük olmasına yol açar (Şahin, 2001, s. 77). Mısırın ekim dönemi, güney kesimlerde ekim, kasım ayları iken hasat dönemleri Mart ayından başlayıp Mayıs ayına kadar devam etmektedir. Kuzey kesimlerde ise ekim zamanı,

Nisan ayının ortalarında başlayıp Haziran başına kadar devam ederken, hasat zamanı Ağustos ortalarından başlayıp Ekim sonuna kadar sürmektedir.

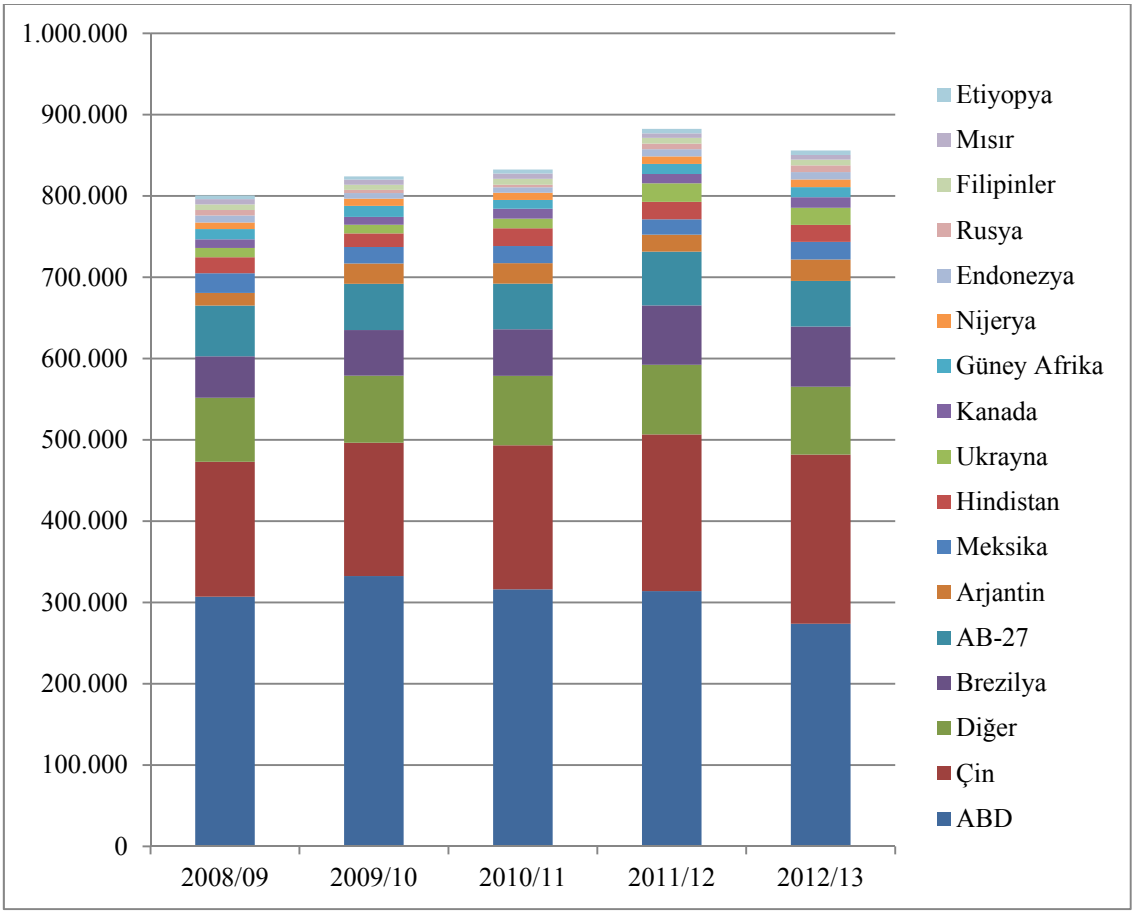
Dünya'da yetiştirilen mısır çeşitleri başlıca 7 grupta incelenir. Bunlar; at dişi mısır, sert mısır, cin mısır, şeker mısır, kavuzlu mısır, unlu mısır, ve mumlu mısırdır (Şahin, 2001, s. 76). At dişi mısır, dünyadaki mısır üretiminin %80'inden fazlasını oluşturmakta olup hayvan yemi, gıda üretimi ve endüstriyel ürünlerde en çok kullanılan mısır varyetesidir. Şeker mısır, közlenerek taze şekilde, dondurularak konserve şeklinde, turşu olarak veya çeşitli yemeklere ve salata garnitürlerine eklenerek tüketilmektedir. Cin mısır ise mısır varyeteleri arasında en sert ve en küçük taneleri içermekte olup patlamış mısır üretiminde kullanılmaktadır. Diğer mısır türlerinin ise fazla ekonomik değeri yoktur (Bilgiç, Sade ve Soylu, 2012, s. 7).

Mısırın buğdaydan daha kısa bir sürede yetişmesi, tek bir mısırdan elde edilen tohumun buğdaydan daha fazla olması, mısır tanelerinin enerji, yağ ve nişasta bakımından zengin olması, mısırın çok geniş alanda kullanılmasına neden olmaktadır. Hayvan yemi olarak, ezme, kabuk, kepek, karma yem ve silaj şeklinde kullanılırken; insan beslenmesinde, haşlama, konserve, kırma, kavurma, mısır patlağı, irmik, un, çerez, cips, yağ, glüten, nişasta, dekstrin ve şurup olarak doğrudan ya da pastacılık ürünleri, şekerleme, çikolata başta olmak üzere sayısız gıda maddesinin üretiminde dolaylı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca mısırın işlenmiş ürünleri, etanol üretiminde, temizlik malzemeleri, patlayıcı, ilaç, tekstil ve kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır (Bilgiç, Sade ve Soylu, 2012, s. 7). Tahmini olarak dünya mısır üretiminin %60'ı hayvan yemi, %20'si insan gıdası (doğrudan tüketim), %10'u işlenmiş gıda ve %10'u diğer tüketimler ile tohumluk olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde mısır insan gıdası olarak ön plana çıkarken gelişmiş ülkelerde hayvan yemi ve sanayi hammaddesi olarak kullanımı daha yüksektir (Özcan, 2009, s. 3).

2.2.1.3.1. Mısır Üretimi

Mısır, buğday gibi ılıman iklimlerde yetiştiği için hemen hemen dünyanın her yerinde üretilebilmektedir. Ancak dünyada en fazla mısır üretimi ABD, Çin, Brezilya, AB ve Arjantin'de gerçekleşmektedir. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 12'de yer alan dünya mısır üretim rakamlarına göre toplam üretim miktarı 2012/13 döneminde yaklaşık 855,9 milyon tondur. Bu üretim miktarının yaklaşık %30'u ABD tarafından

gerçekleştirilmektedir. 2012/13 döneminde ABD 273,8 milyon ton üretim gerçekleştirrmiştir. İkinci en büyük üretici konumunda yer alan Çin, aynı dönemde 208 milyon ton üretim gerçekleştirmiştir. Çin'i, Brezilya, AB ve Arjantin takip etmektedir. Ülkemizde ise 2012/13 döneminde 4,6 milyon ton mısır üretimi gerçekleşmiştir.

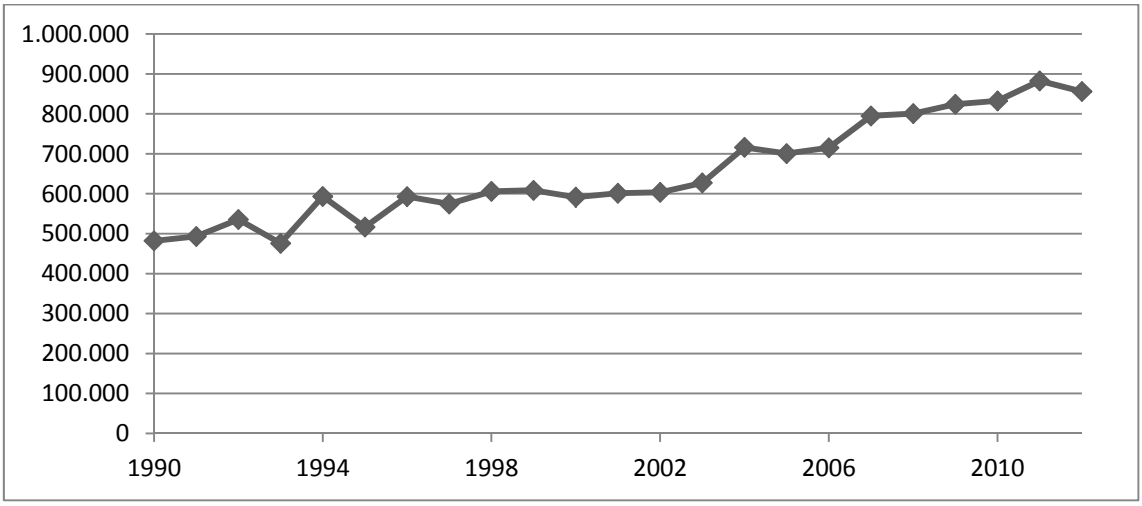


Şekil 12. Ülkelere Göre Dünya Mısır Üretimi *(*1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 16.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Son 23 yılın dünya mısır üretim miktarlarının yer aldığı Şekil 13'de görüldüğü üzere; 1996 yılına kadar dalgalı bir seyir izleyen mısır üretimi, bu yıldan 2002 yılına kadar yatay bir seyir izlemiş ve bu süre içerisinde üretim yaklaşık 600 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. 2002 yılından itibaren de üretim artış eğilimine girmiştir. Son on yıl içerisinde dünya mısır üretimi yaklaşık %40 artarak 603 milyon ton düzeyinden 855,9 milyon tona yükselmiştir. Dünya mısır üretimindeki bu değişim biyoetanol ve yem talebindeki artışa, kuraklık gibi iklimsel faktörlere, tarımsal ürün fiyatlarındaki yükselişe bağlı olarak ortaya çıkmıştır. 2006 yılında 715 milyon ton olan

mısır üretimi 2007 yılında bir önceki yıla göre 80 milyon ton artarak 795 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. En büyük mısır üreticisi ülke olan ABD'de etanol talebindeki yükselmeyle birlikte ekim alanlarının artması ve Güney Amerika'daki olumlu hava koşullarının yanı sıra artan yem talebinin bu artıştaki katkısı oldukça önemlidir. 2008 yılında da bu etkilerin devam etmesinin yanı sıra dünya piyasasında artan ithalat talebi ve yüksek uluslararası fiyatlardan yararlanmak amacıyla Güney Amerika'da ekim alanlarında görülen genişleme ile birlikte AB'deki üretim artışı da dünya mısır üretimini 800 milyon ton sınırına kadar yükseltmiştir. ABD'de %9'luk alan daralmasına karşın verimlilikteki artışa bağlı olarak üretimin yüksek seviyesini koruması da dünya üretimine katkı sağlamıştır. 2009 yılında bir önceki yıla göre yüksek oranda artış gerçekleşmemesine karşın üretim 824 milyon tona ulaşmıştır. Uygun seyreden hava koşulları ve ekim alanlarındaki artış verimi ve üretimi desteklerken, Brezilya ve Arjantin'de görülen kuraklığın yanı sıra ABD'de üreticilerin daha karlı olan soyaya yönelmesi üretim artışını sınırlandırıcı etki yapmıştır. 2010 yılında ABD, Çin, Brezilya Hindistan gibi ülkelerde görülen alan artışı ve bu ülkelerin birçoğunda uygun iklim koşulları nedeniyle artan verime bağlı olarak üretim 832,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Taştan, Çetin ve Gürer, 2012, s. 1). 2011 yılında da üretim artışı devam etmiş ve bir önceki yıla göre üretim 50 milyon ton artarak rekor düzeye ulaşmıştır. 2012 yılında ise özellikle ABD'nin üretimindeki düşüşe bağlı olarak dünya mısır üretimi azalarak 855,9 milyon ton düzeyine gerilemiştir.

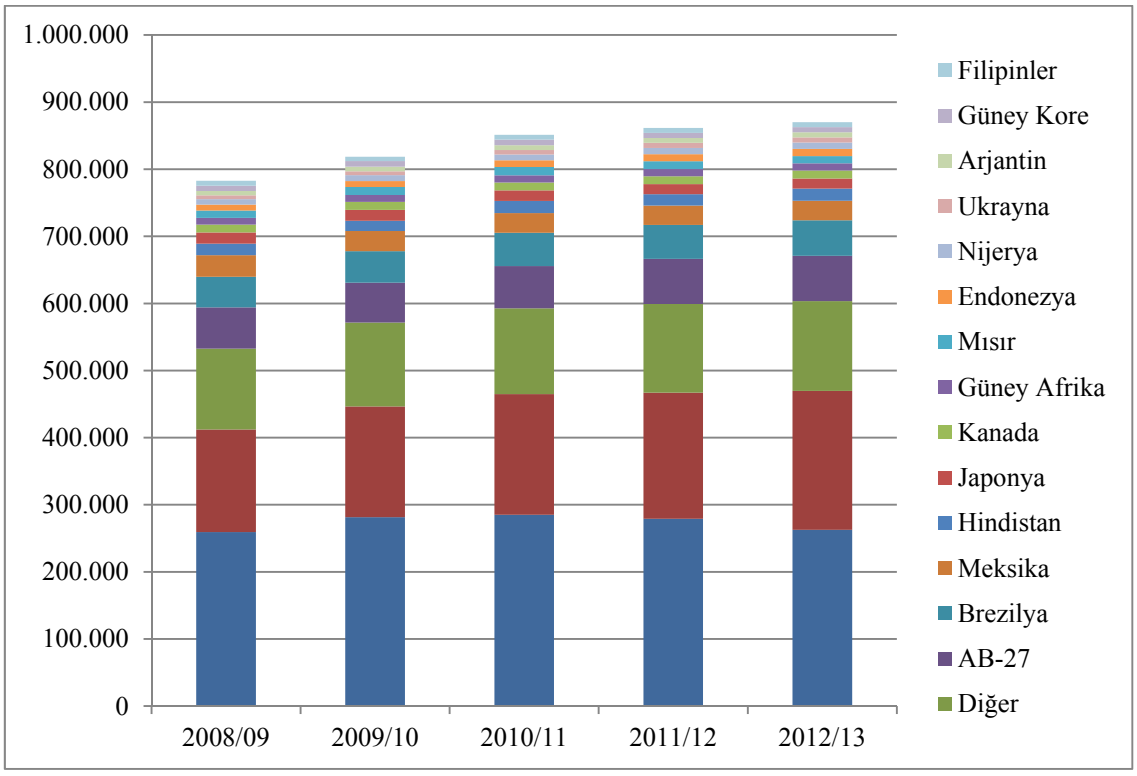


Şekil 13. Dünya mısır üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 16.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.3.2. Mısır Tüketimi

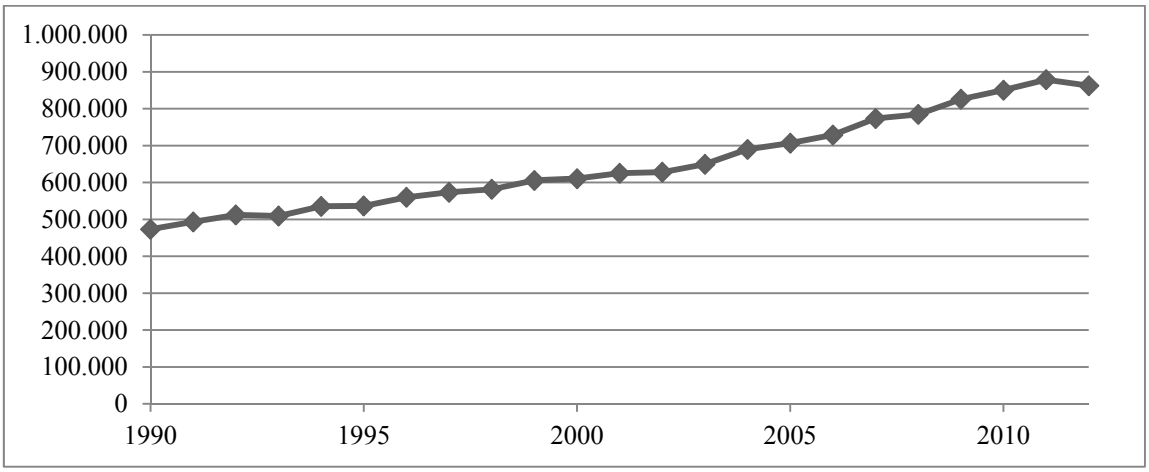
Mısır, en fazla ABD, Çin, AB, Brezilya ve Meksika tarafından tüketilmektedir. USDA yayımlanan ve Şekil 14'de yer alan dünya mısır tüketim rakamlarına göre toplam tüketim miktarı 2012/13 döneminde yaklaşık 862,5 milyon tondur. Bu tüketim miktarının yaklaşık %30'u ABD tarafından gerçekleştirilmektedir. 2012/13 döneminde ABD 262,5 milyon ton tüketim gerçekleştirmiş olup, bu tüketim miktarının %43'ü beslenme, tohum ve endüstriyel kullanım amaçlı iken %28'i hayvan yemi amaçlıdır. Dünya mısır tüketiminde %20 oranında paya sahip olan Çin, bu tüketiminin %15'i beslenme, tohum ve endüstriyel kullanım amaçlı iken %22'si hayvan yemi amaçlıdır. İkinci en büyük tüketici konumunda yer alan Çin, aynı dönemde 207 milyon ton tüketim gerçekleştirmiştir (O'Brien, 2011, s. 8). Mısır tüketiminde öne çıkan diğer ülkeler ise AB, Brezilya ve Meksika'dır. Ülkemizde mısır tüketimi ikame ürün fiyatlarına bağlı olarak 4,5 ile 5,2 milyon ton aralığında değişmektedir ve tüketim miktarının yaklaşık %70'i yem maddesi olarak kullanım amaçlıdır ("2012 yılı Hububat Sektör Raporu", 2013, s. 30)



Şekil 14: Ülkelere göre dünya mısır tüketimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi:16.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Son 23 yılın dünya mısır tüketim verilerinin yer aldığı Şekil 15'de görüldüğü üzere; 1990 yılından 2012 yılına kadar mısır tüketimi sürekli artış göstermiştir. 1990 yılında 473,4 milyon ton olan mısır tüketimi son yirmi yıl içerisinde yaklaşık %80 oranında artarak 862,5 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. Tüketimdeki artışta mısırın hayvan yemi ve etanol üretiminde kullanılmasının payı büyüktür. 2012 yılında gerçekleştirilen 862,5 milyon ton dünya mısır tüketiminin 517,5 milyon tonu hayvan yemi üretimi amaçlıdır (http://www.fas.usda.gov/grain/Current/, Erişim tarihi:16.04.2013). Bunun yanı sıra petrole alternatif olarak düşünülen etanolun üretimi için mısır tüketimi de giderek artmaktadır. En büyük etanol üreticisi olan ABD'de, 1980'li yıllarda toplam mısır tüketiminin yaklaşık %1'i etanol üretim amaçlı iken 2012/13 döneminde bu oran %40 düzeyindedir ("Food Outlook: Global Market Analysis", Kasım 2012, s. 20).



Şekil 15. Dünya mısır tüketimi (1000 ton)

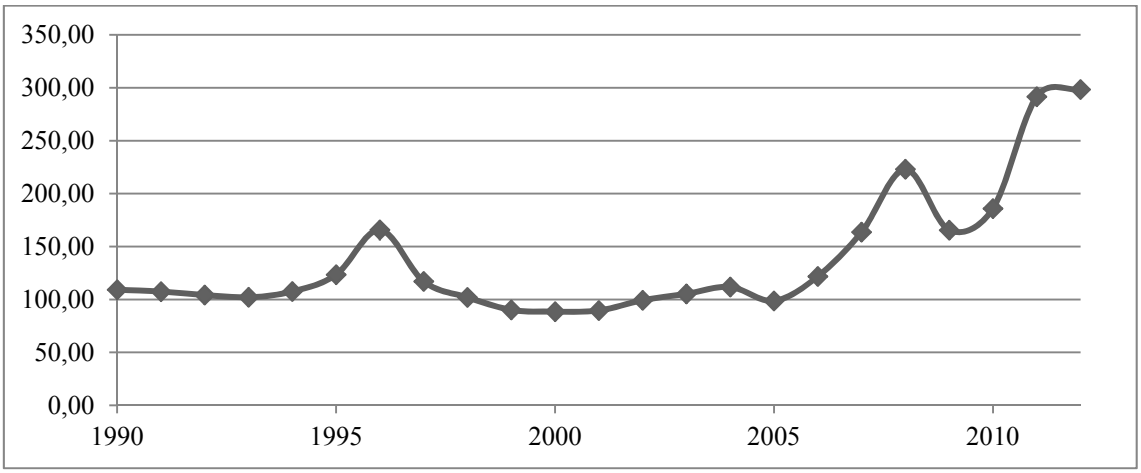
Kaynak: USDA, http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade (Erişim tarihi: 16.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.3.3. Mısır Fiyatı

Dünya mısır fiyatları son 10 yıllık dönem içerisinde önemli derecede değişim göstermiştir. Bu değişim, üretim ve tüketimdeki değişmelere, stok düzeyine, hava koşullarına bağlı olduğu gibi dünya ekonomisindeki gelişmelere, biyoyakıtlara olan talebe, üretimde kullanılan girdilerin ve ikame ürünlerin fiyatlarıyla da ilgilidir.

Şekil 16'da dünya mısır fiyatlarının izlenmesinde temel alınan ABD mısır ihraç fiyatları yer almaktadır. Dünya mısır fiyatları, 1996 yılı dışında, 1990-2005 yılları arasında ortalama 100$/ton düzeyinde seyretmiştir. Mısır fiyatları, 1995 yılında dünya

mısır üretiminin azalması ile birlikte yükselmiş ve 1996 yılında da bu yükseliş devam ederek, 165,81$/ton düzeyine ulaşmıştır. Üretimdeki artışla birlikte fiyatlar yeniden düşmeye başlamıştır. 2005 yılında 98,67$/ton seviyesinde olan fiyatlar %200 oranında artarak 2012 yılında 298,42$/ton seviyesine gelmiştir. Fiyatlardaki hızlı yükselişte etanol talebindeki artışa bağlı olarak ABD'nin mısır ihracatını azaltması, Rusya ve Ukrayna gibi ülkelerin tahıl ihracatına getirdiği kısıtlamalar ve petrol fiyatlarındaki yükselme etkili olmuştur **(**Taştan, Çetin ve Gürer, 2012, s. 5**)**.



Şekil 16. Dünya mısır fiyatı (Us No:2, Sarı Mısır, ABD FOB)
Kaynak: http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data (Erişim tarihi: 20.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.4. Kahve

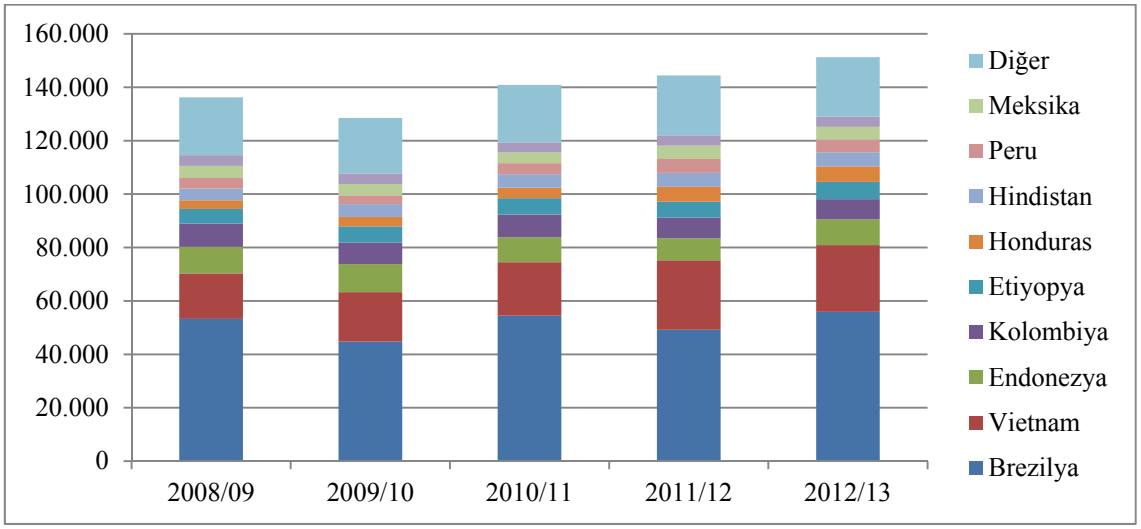
Anavatanı Etiyopya olan kahve, dünya genelinde en popüler içeceklerden biridir. Her gün yaklaşık 1,6 milyar fincan kahve tüketildiği tahmin edilmekte ve tüketimin büyük bir kısmı ise ABD'deki tüketiciler tarafından gerçekleştirilmektedir. USDA tarafından yayımlanan verilere göre 2012/13 üretim döneminde dünya genelinde 151,2 milyon paket üretim yapılmıştır. Aynı dönemde gerçekleştirilen tüketim ise 141,3 milyon pakettir.

Kahve bol yağış alan, ortalama sıcaklığı 20^{o}C olan, yengeç ve oğlak dönencesi arasında tropikal iklim bölgelerinde yetişmektedir. Kahve ağacı boyu 30 metreye kadar uzayabilen, daima yeşil kalan bir ağaç türü olup dikildikten yaklaşık 3–5 yıl sonra meyve vermeye başlamakta ve 20–25 yıl arasında değişen bir yaşam süresi bulunmaktadır (Spurga, 2006, s. 101)

Kahvenin Arabica ve Robusta olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Arabica, özellikle Brezilya ve Kolombiya'da yüksek rakımlı bölgelerde yetişmekte ve dünya kahve üretiminin %70'ini oluşturmaktadır. Robusta ise daha düşük rakımlı bölgelerde, ağırlıklı olarak Endonezya, Batı Afrika, Brezilya ve Vietnam'da yetişmekte ve Arabicaya göre daha yüksek kafein içermektedir. Arabica iklim koşullarındaki değişmelere ve hastalıklara karşı çok dirençli olmadığından dolayı yetiştirilmesi zor ve fiyatı yüksek bir kahve iken Robusta daha dayanıklı olduğu için yetiştirilmesi kolay ve fiyatı düşüktür. Fakat Arabica daha lezzetli ve tatlı olduğu için daha fazla tercih edilmektedir (Christian, 2006, s. 183).

2.2.1.4.1. Kahve Üretimi

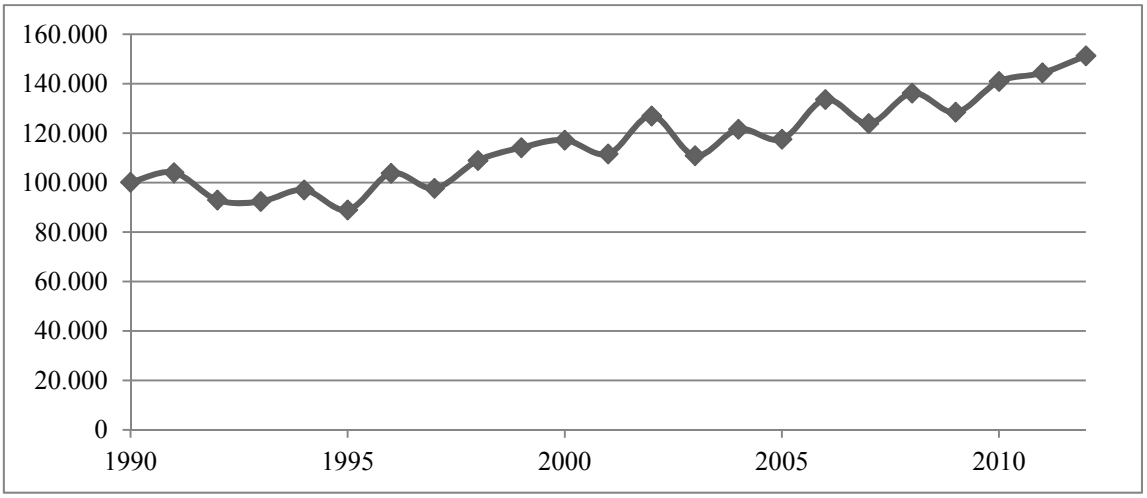
Daha sıcak iklime sahip bölgelerde, 50'den fazla ülkede yetişen kahve, dünyada en fazla Brezilya, Vietnam, Endonezya ve Kolombiya'da üretilmektedir. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 17'de yer alan kahve üretim rakamlarına göre toplam üretim miktarı 2012/13 döneminde yaklaşık 151,2 milyon pakettir. Dünya kahve üretiminde en büyük paya sahip olan Brezilya, 2012/13 döneminde 55,9 milyon paket üretim gerçekleştirerek, dünya üretiminin %37'sini karşılamıştır. Kahve üretiminde ikinci sırada yer alan Vietnam 2012/13 döneminde 25 milyon paket üretim gerçekleştirirken, üçüncü sırada yer alan Endonezya ise 9,7 milyon paket üretim gerçekleştirmiştir.



Şekil 17. Ülkelere göre dünya kahve üretimi (1000 paket, 60 kğ/paket)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

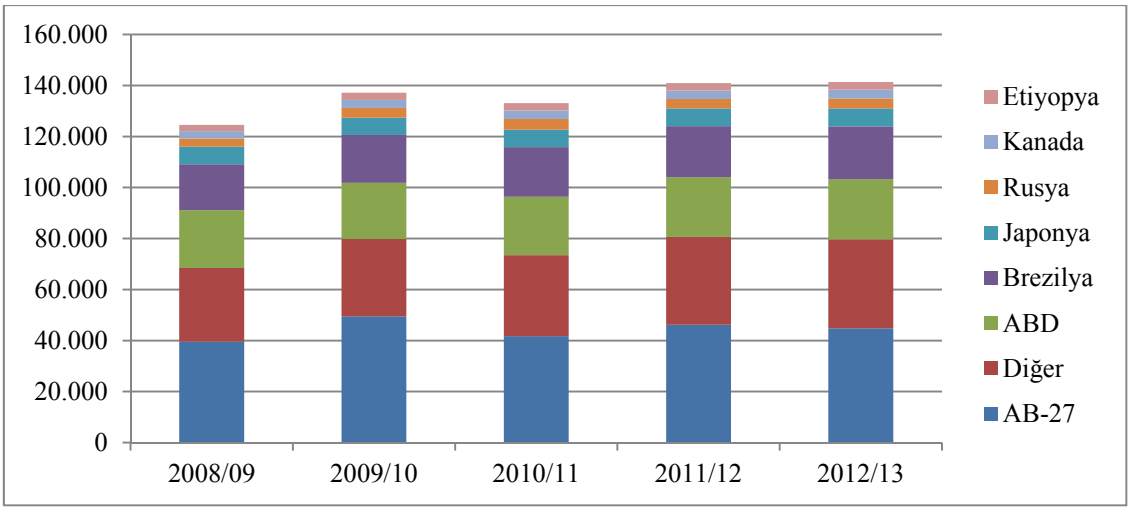
Kahvenin ekim zamanı ile hasat zamanı arasında geçen süre 3 ile 5 yıl arasında değiştiği için kahve üretimi, kahve fiyatlarındaki ve tüketimdeki değişikliklere hemen tepki verememektedir. Bunun yanı sıra iklim değişiklikleri de kahvenin kalitesini ve verimliliğini düşürmekte, kahve ağaçlarının zarar görmesine neden olarak üretimin azalmasına yol açmaktadır. 1990-2012 dönemleri arası dünya kahve üretim verilerinin yer aldığı Şekil 18'de kahve üretiminin artış ve azalışlar göstererek yükseldiği görülmektedir. 1990 yılında 100,1 milyon paket olan kahve üretimi, iklim değişiklikleri ve fiyatlardaki değişikliklere bağlı olarak son on yılda dalgalı bir seyir izlemiş ve 2012 yılında 151,2 milyon paket düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 18. Dünya kahve üretimi (1000 paket, 60 kğ/paket)
Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.4.2. Kahve Tüketimi

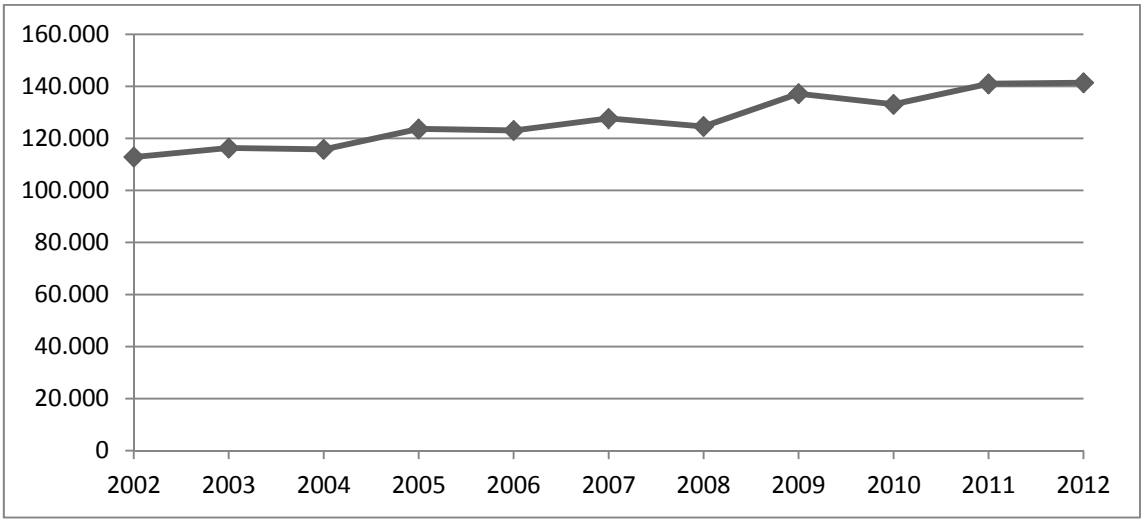
USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 19'da yer alan dünya kahve tüketim rakamlarına göre toplam tüketim miktarı 2012/13 döneminde 141,3 milyon pakettir. En fazla kahve tüketen ülkelerin başında AB, ABD ve Brezilya gelmektedir. AB ülkeleri 2012/13 döneminde 44,8 milyon paket kahve tüketirken, ABD ve Brezilya sırasıyla 23,6 ve 20,6 milyon paket kahve tüketmişlerdir. AB, ABD ve Brezilya'nın dünya kahve tüketimi içindeki payları %60'ı geçmektedir.



Şekil 19. Ülkelere göre dünya kahve tüketimi (1000 paket, 60 kğ/paket)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Son on yılın dünya kahve tüketim verilerinin yer aldığı Şekil 20'de görüldüğü üzere kahve tüketiminde, üretimde olduğu gibi birbirini izleyen sert artış ve azalışlar gözlenmemektedir. 2002 yılında 112,8 milyon paket olan kahve tüketimi, 2012 yılında %25 oranında artarak 141,3 milyon paket düzeyine yükselmiştir. Kahve tüketimindeki artışta, çay tüketiminin yaygın olduğu bazı Asya ve Avrupa ülkelerinde kahvenin giderek popüler olması ve bazı kahve üretici ülkelerin kahve taleplerindeki artışlar etkili olmuştur.



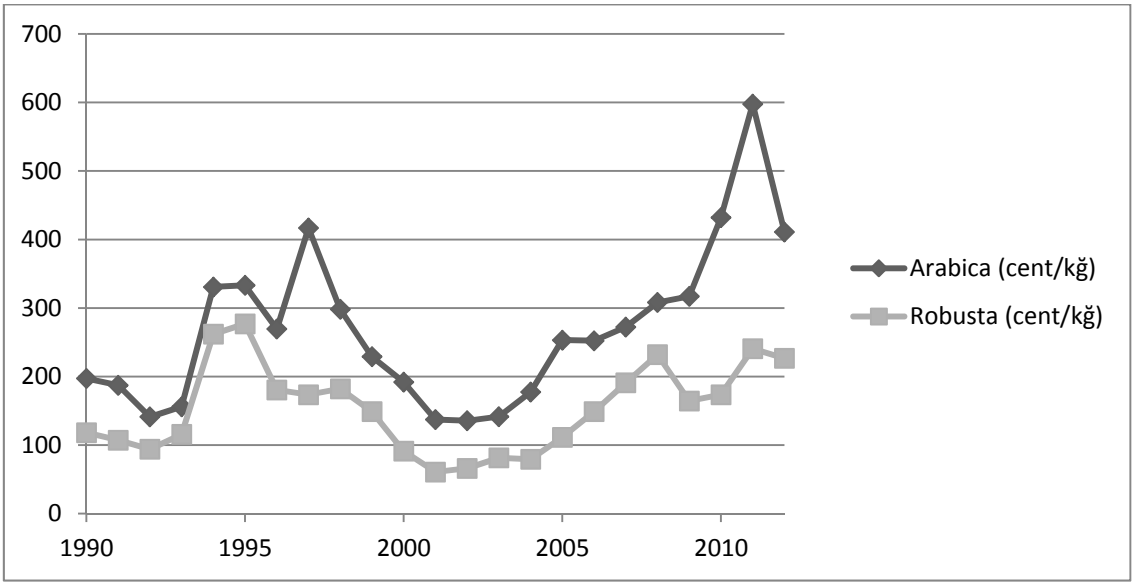
Şekil 20. Dünya kahve tüketimi (1000 paket, 60 kğ/paket)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.4.3. Kahve Fiyatı

Üretim miktarlarındaki değişimler kahve fiyatları üzerinde oldukça etkilidir. Kahvenin yetişmesi için uygun iklim koşullarına sahip bölgelerin sınırlı olması ve kahvenin ekimi ile ürünün alınması arasında oldukça uzun bir sürenin bulunması arzın dalgalanmasına neden olmakta ve bu durum kahve fiyatlarına yansımaktadır. Ayrıca kötü hava koşulları ve kahve ağacında görülen hastalıklar üretimde azalmalara yol açarak kahve fiyatlarını etkilemektedir. Bunun yanı sıra kahve talebindeki değişimler de kahve fiyatları üzerinde etkili olmaktadır. Kahveyi ikame eden ürünlerin az olması, kahve tüketiminin günlük hayatın bir parçası haline gelmesi kahve talebinin esnekliğini azaltmakta ve fiyatların yükselmesinde etkili olmaktadır.

Dünya kahve üreticileri ve tüketicilerini bir araya getiren, hükümetlerarası bir kuruluş olan Uluslararası Kahve Organizasyonu tarafından yayımlanan Arabica ve Robusta kahve gösterge fiyatları Şekil 21'de yer almaktadır. 1990 yılında 197,22cent/kğ olan Arabica kahvenin fiyatı 2012 yılında 411,1cent/kğ düzeyine yükselmiş, aynı dönemde Robusta kahvenin fiyatı ise 118,17cent/kğ düzeyinden 226,68cent/kğ düzeyine yükselmiştir. Son on yılda özellikle Arabica kahvenin fiyatı iki kat artmıştır. Bu artışta kötü hava koşullarının neden olduğu üretim azalışları ve Çin gibi gelişmekte olan ülkelerde artan kahve talebi etkili olmuştur.



Şekil 21. Dünya kahve fiyatı (cent/kğ)

Kaynak: http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data (Erişim tarihi: 25.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.4. Soya

Protein ve yağ bakımından zengin olan soya, gerek insan beslenmesi gerekse hayvan beslenmesi alanında vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Asya ülkelerinde uzun yıllardır kullanılan soyanın, insan sağlığı açısından faydalı olduğunun ispatlanması ve endüstriyel alanda kullanımının yaygınlaşması ile birlikte başta Brezilya ve ABD olmak üzere birçok ülkede üretilmeye ve tüketilmeye başlanmıştır. USDA tarafından yayımlanan verilere göre 2012/13 döneminde dünya genelinde 269,6 milyon ton soya üretimi yapılmış ve aynı dönemde gerçekleştirilen tüketim ise 259,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

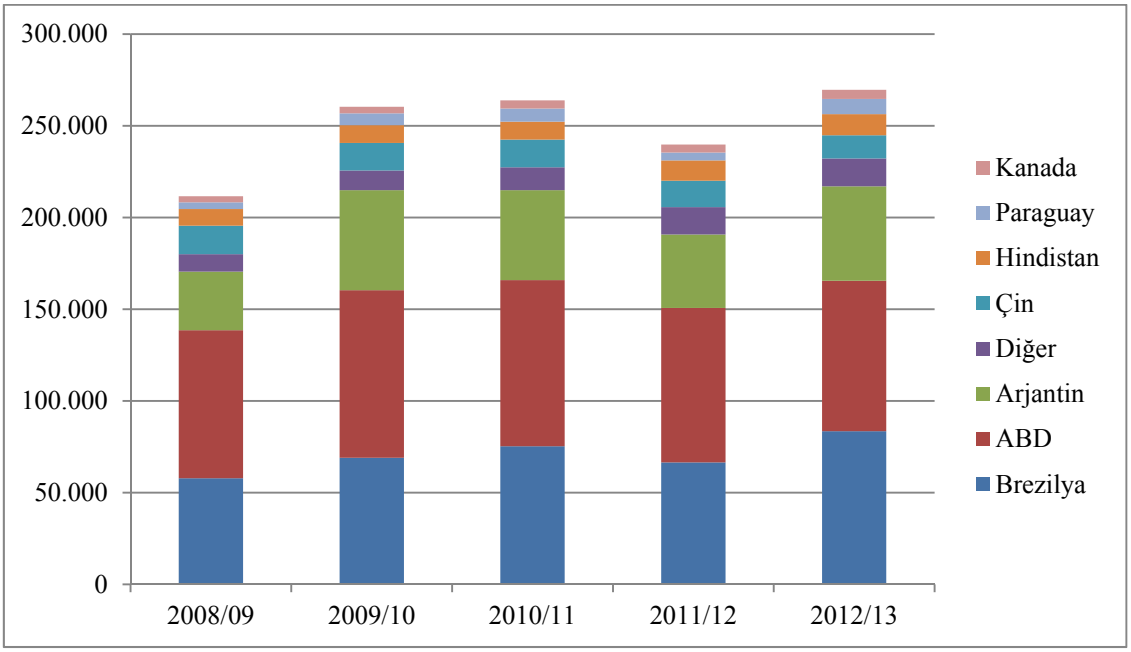
Sıcağı seven, tropik ve subtropik bölgelerde iyi gelişen, tohumuyla çoğaltılan soya, soğuk ılıman bölgelerin kısa gün bitkisidir. Soyanın yazlık bir baklagil olması sebebiyle ekimi bahar aylarında yapılmaktadır. Ana ürün olarak ekilecekse nisan ayı ortasından mayıs ayı ortalarına kadar ekim gerçekleşebilir. Soyanın hasadı diğer yağ tohumlarına göre daha kolay olup, ekim zamanından sonra 3-4 ay içerisinde hasat yapılabilmektedir (Öner, 2006, s. 11-16).

Soya, küspe ve bitkisel yağ elde edilmesinde hammadde olarak kullanılmakta, fakat doğrudan, işlenmemiş şekilde çok fazla tüketilmemektedir. Soyaların ezilmesiyle elde edilen soya yağı rafine edildikten sonra bitkisel yağlara, margarinlere ve salata soslarına eklenmektedir. Ayrıca alkol, yağlı boya ve vernikte de kullanılmaktadır. Soyanın yağı çıkartıldıktan sonra geri kalan kısmı ise soya küspesi olarak adlandırılmakta ve hayvan yemi olarak tüketilmektedir (Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 865). Bunun yanı sıra soya yağı endüstriyel alanlarda ve biyodizel üretiminde girdi olarak kullanılmaktadır.

2.2.1.4.1. Soya Üretimi

Soya üretiminde öne çıkan ülkeler Brezilya, ABD ve Arjantin'dir. Bu üç ülke dünya soya üretiminin yaklaşık %80'ini karşılamaktadır. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 22'de yer alan soya üretim rakamlarına göre toplam üretim miktarı 2012/13 döneminde 269,6 milyon tondur. Daha önceki dönemlerde ikinci sırada yer alan Brezilya, bir önceki döneme göre üretimini %25 oranında artırarak, 83,5 milyon ton üretimi ile ilk sırada yer almayı başarmıştır. Uzun yıllar soya üretiminde ilk sırada yer alan ABD ise aşırı kuraklık nedeniyle üretimi azalmış ve 82 milyon ton üretimi ile

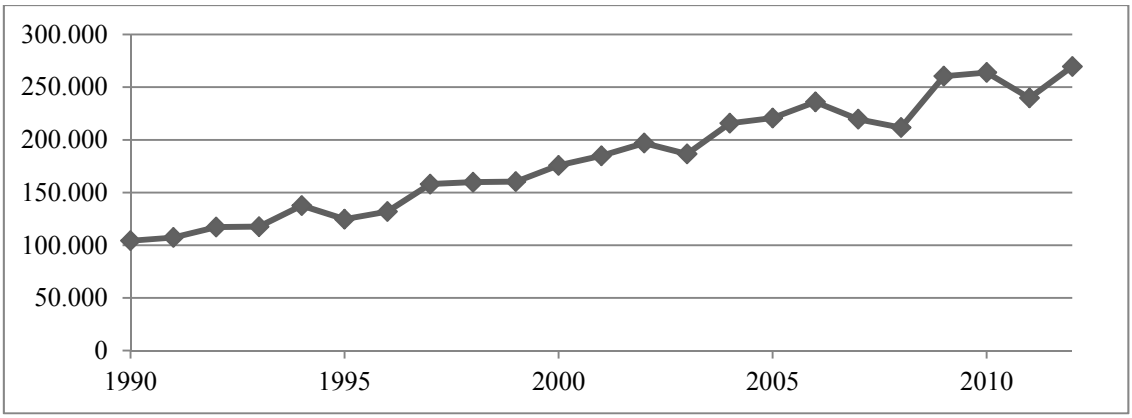
ikinci sırada yer almıştır. ABD'yi 51,5 milyon ton üretimi ile Arjantin takip etmektedir. Ülkemizde soya üretimi çok düşük seviyede olup, 2012/13 döneminde 75 bin ton üretim gerçekleşmiştir.



Şekil 22. Ülkelere göre dünya soya üretimi (1000 ton)

Kaynak: USDA, http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Dünya toplam soya üretiminin büyük bir kısmını karşılayan Brezilya, Arjantin ve ABD'de ekim ve hasat zamanlarının farklı dönemlerde gerçekleşmesi soya tedarikinde yıl boyunca sıkıntı yaşanmasını engellemektedir. Şekil 23'de yer alan dünya soya üretim miktarlarına göre üretim, 2007/08 dönemi dışında sürekli artma eğilimi içerisindedir. 1990 yılında 104,2 milyon ton olan soya üretimi, 2000 yılında yaklaşık %70 oranında artarak 175,76 milyon ton düzeyine yükselmiştir. 2012 yılında ise üretim yaklaşık %50 oranında artarak 269,6 milyon ton düzeyine ulaşmıştır.

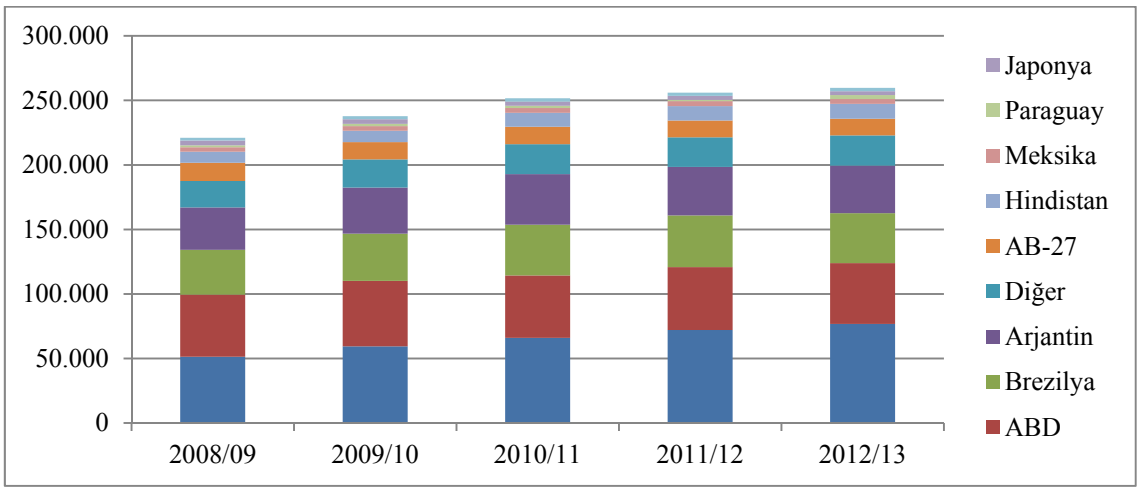


Şekil 23. Dünya soya üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.1.4.2. Soya Tüketimi

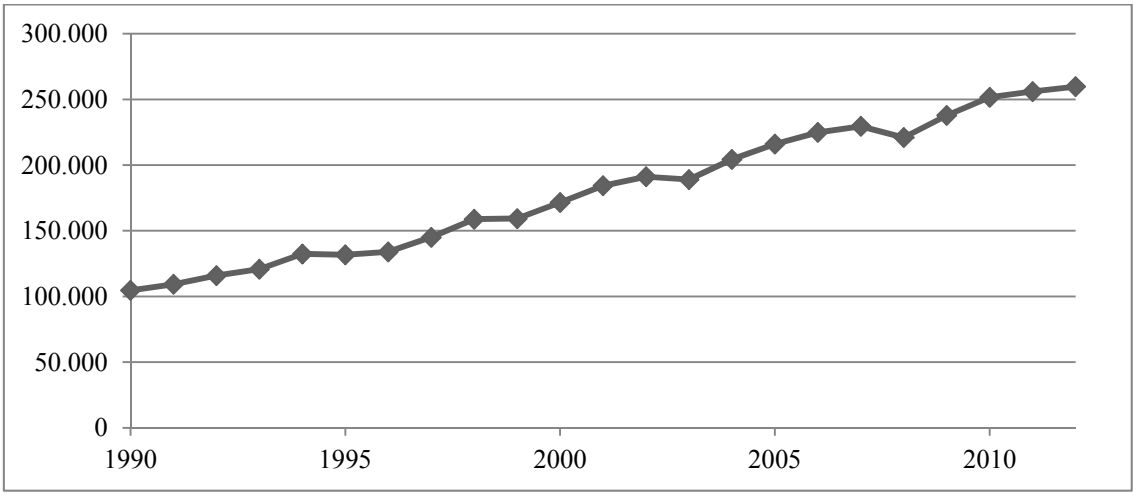
Soyanın tek parça olarak insan beslenmesi ve tohumluk amaçlı kullanımı çok düşük miktarda olup büyük çoğunluğu öğütüldükten sonra beslenme ve yağ amaçlı kullanılmaktadır. Dünya genelinde en fazla soya tüketen ülkeler, Çin, ABD, Brezilya ve Arjantin'dir. USDA tarafından yayımlanan ve Şekil 24'de yer alan soya tüketim rakamlarına göre toplam tüketim miktarı 2012/13 döneminde 259,7 milyon tondur. Çin, 76,8 milyon ton tüketimi ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada yer alan ABD ise 47 milyon ton soya tüketimi gerçekleştirmiştir. Brezilya ve Arjantin sırasıyla 38,7 ve 36,8 milyon ton soya tüketmişlerdir.



Şekil 24. Ülkelere göre dünya soya tüketimi (1000 ton)

Kaynak: USDA, http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 25'de görüldüğü üzere son 23 yıl içerisinde dünya soya tüketimi sürekli artış göstermiştir. 1990 yılında 104,6 milyon ton olan soya tüketimi, 2000 yılında yaklaşık %65 oranında artarak 171,5 milyon ton düzeyine yükselmiştir. 2012 yılında ise tüketim yaklaşık %60 oranında artarak 259,7 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. Bu artışın nedenlerinden biri dünya genelinde refah düzeyinin yükselmesiyle beslenme tarzının değişmesi ve et ürünlerinin daha fazla tüketilmesidir. Bu durum canlı hayvan talebini ve dolayısıyla hayvan yemi olarak kullanılan soya küspesine olan talebi arttırmaktadır. Bunun yanı sıra diğer yağlı tohumlarla karşılaştırıldığında en yüksek protein değerine sahip bitki olması, soyadan üretilen hayvan yeminin ve yağın endüstriyel alanda ve beslenmede tercih edilmesini sağlamaktadır (Dunsby, Eckstein, Gaspar, & Mulholland, 2008, s. 122).



Şekil 25. Dünya soya tüketimi(1000 ton*)*

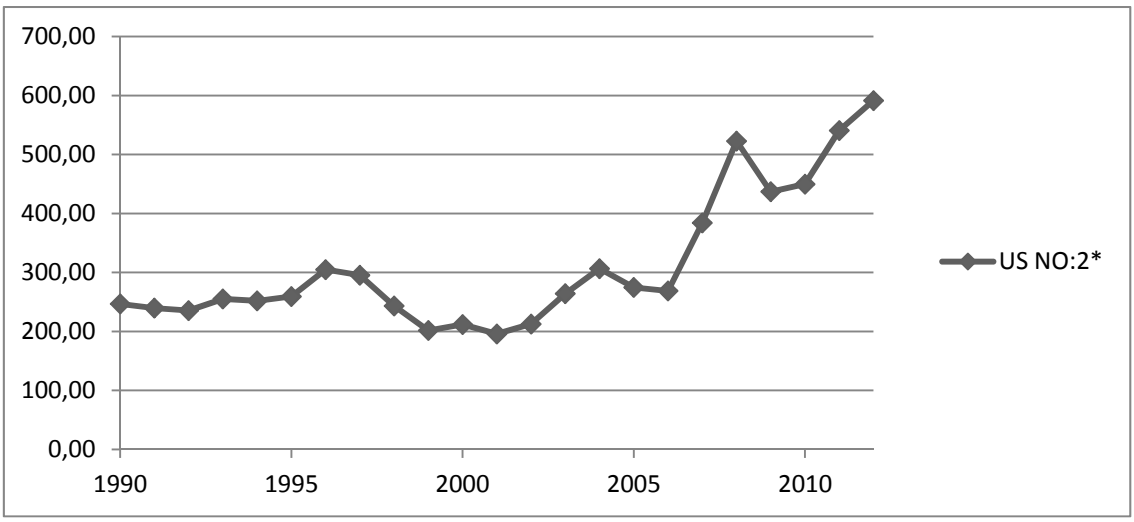
Kaynak: USDA, http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

1.2.1.4.3. Soya Fiyatı

Soya, ekim ve hasat dönemi arasında uzun bir zaman gerektirmeyen, yıllık olarak ekilen, üretici ülkelerin hasat zamanlarının farklı olduğu kısa gün bitkisidir. Bu nedenle soya üreticileri, talebe ve fiyat değişimlerine göre üretim kararlarını daha rahat verebilmektedirler. Şekil 23 ve Şekil 25'de görüldüğü üzere dünya soya üretim ve tüketim miktarları birbirlerine çok yakın düzeydedir. Bu durum, soya stok düzeyindeki değişimin soya fiyatlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamasına neden olmaktadır. Stok düzeyindeki artış soya fiyatlarını yükseltirken, azalış soya fiyatlarını

artırmaktadır. Bunun yanı sıra ABD ve AB ülkelerinin biyodizel üretimine ağırlık vermeleri ve bu yakıtın üretiminde soyanın kullanılması, biyodizel üretiminin soya fiyatları üzerinde belirleyici olmasını sağlamaktadır. Soyanın yan ürünleri olan soya küspesi ve soya yağını ikame eden ürünlerin fiyatlarındaki değişim de soya fiyatlarını etkilemektedir. Yaklaşık %40 oranında protein içerdiği için hayvan yemi olarak soyadan elde edilen küspenin mısır dışında ikamesi olmamasına rağmen, soya yağının, kanola yağı, ayçiçeği yağı, hurma yağı gibi güçlü rakipleri bulunmaktadır. Bu nedenle ikame ürünlerin fiyatlarındaki bir düşüş, soya küspesine ve özellikle soya yağına olan talebi azaltarak soya fiyatlarının düşmesinde etkili olabilmektedir.

Şekil 26'da gerek soya üretimi gerekse soya ihracatı açısından ilk sıralarda yer alan ABD'nin soya ihracat fiyatı yer almaktadır. 1990 yılında 246,75$/ton olan soya ihraç fiyatı, 2012 yılında iki kattan fazla artarak 591,42$/ton düzeyine yükselmiştir. 1990-2006 dönemleri arasında soya ihraç fiyatı 200$/ton ile 300$/ton arasında seyretmiş, 2007/08 döneminde yaşanan global krizin etkisiyle üretim ve stoklardaki azalışla birlikte fiyatlar yükselmeye başlamıştır. 2008 yılında 522,83$/ton düzeyine gelen soya fiyatları artan üretimle yeniden düşmüş, 2009 yılında 436,92$/ton seviyesine gerilemiştir. Talepteki artış ve stok düzeyindeki gerilemeyle birlikte fiyatlar yeniden yükselmiştir.



Şekil 26. Dünya soya fiyatı ($/ton)

Not.*CIF, Rotterdam

Kaynak: http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data (Erişim tarihi: 25.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.2. Canlı Hayvan ve Et

Canlı hayvan ve et ürünleri içerisinde büyükbaş hayvan, domuz gibi canlı hayvan ve hayvansal ürünler yer almaktadır. Bu ürünler arasında öne çıkan sığır ve dana eti ile domuz eti, üretim, tüketimi ve fiyat değişimleri açısından aşağıda incelenmiştir.

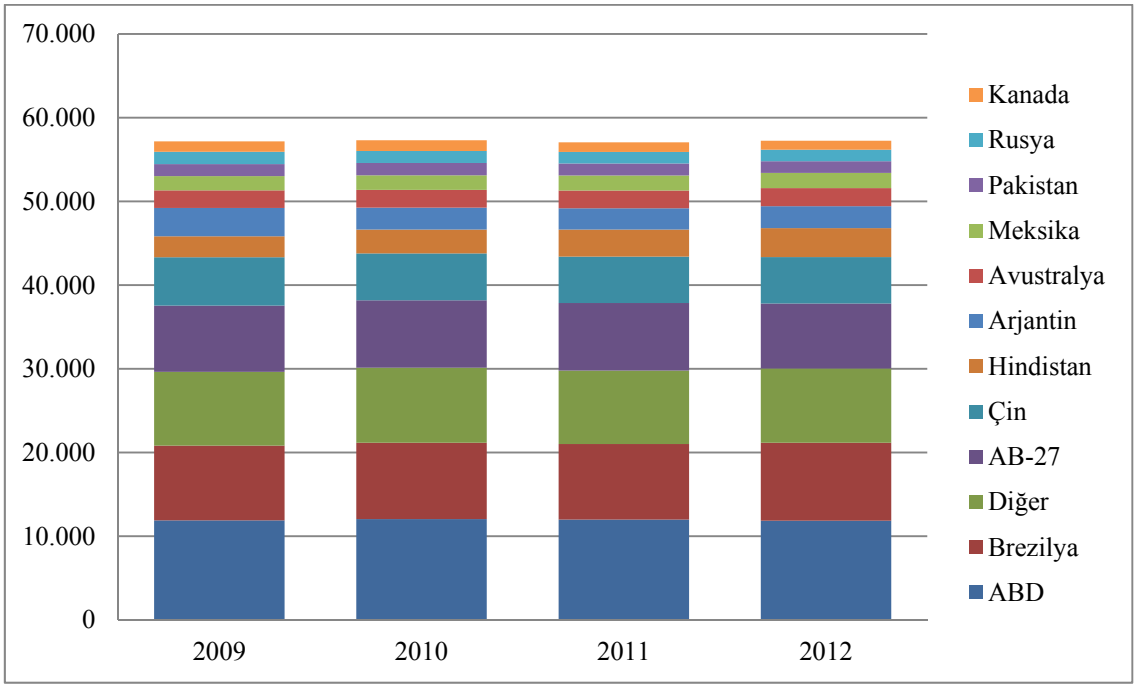
2.2.2.1. Sığır, Dana ve Domuz Eti Üretimi

Sığır üretim çevrimi gebelik ile başlamakta ve kesim ile son bulmaktadır. Bu üretim döngüsü yaklaşık 30 ayda tamamlanmakta olup; 9 ayı gebelik dönemi, 7-9 ayı bakım, 7-10 ayı merada otlama dönemi ve 5-6 ayı besi ünitesinde geçmektedir. Buzağı 500 pound(libre) ağırlığa ulaşınca sütten kesilmekte ve meraya otlamaya gönderilmektedir. 600-800 pound ağırlığa ulaşan buzağı, besi sığırı olmakta ve besi ünitesine gönderilecek duruma gelmektedir. Besi ünitesinde besi sığırları tahıl, protein ve yemlerden oluşan bir karışımla beslenmektedir. Besi sığırları 1100-1350 pound ağırlığa ulaşınca kesimhanelere satılmaktadır (Dunsby, Eckstein, Gaspar, & Mulholland, 2008, s. 141). Kesimhaneler tarafından sığır kesilmekte ve kullanılan her bir parçası ayrılmaktadır. Genellikle kesimhaneler sığır etini vakumlu paketlerde, kesime hazır şekilde perakendecilere göndermekte ve kesilen sığırdan et ve kadavra (yağ, kemik, kan, et bezi ve deri) satışından olmak üzere gelir sağlamaktadırlar (Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 880)

Domuz yetiştiriciliğinde üretim süreci sığır yetiştiriciliğine göre daha kısa sürmekte ve yaklaşık 6 ayda tamamlanmaktadır. Üretim süreci, doğumdan sütten kesilme dönemine, sütten kesilme döneminden besi dönemine ve besi döneminden kesilme dönemine olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Yavru domuzlar doğumdan iki-üç hafta sonra sütten kesilmekte ve her birinin ağırlığı 8 ile 12 pound arasında değişmektedir. Doğum-sütten kesilme evresinden sonra sütten kesilme-besi evresine geçilmektedir. Bu evrede domuzlar 40-55 pound ağırlığa ulaşıncaya kadar yaklaşık 6 hafta beslenmektedirler. Son evre olan besi-kesilme evresinde ise domuzlar satılmak için uygun ağırlık olan 250-290 pounda ulaşıncaya kadar yaklaşık 16 hafta kalmaktadır. Bazı yetiştiriciler, sütten kesilmiş yavru domuzları kesilecek ağırlığa gelinceye kadar yetiştirmek için satın alarak üretim sürecini iki aşamada tamamlayabilmektedir. Kesime uygun ağırlığa gelen domuzlar kesimhanelere satılmaktadır. Kesim yapıldıktan sonra

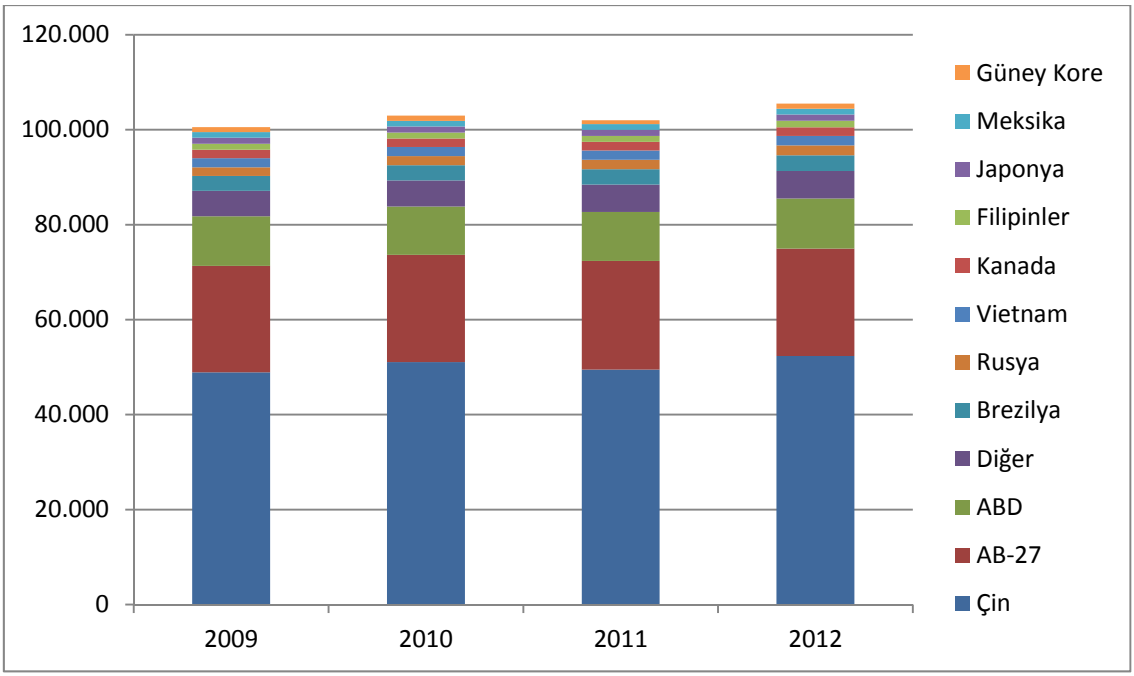
paketlenen domuz etleri perakendecilere gönderilmektedir (“Livestock and Meat Marketing Study Hog and Pork Industries Final Report”, 2007, s. 2).

Şekil 27 ve Şekil 28’de sırasıyla ülkeler bazında sığır ve dana eti üretimi ile domuz eti üretimleri gösterilmektedir. 2012 yılında dünya sığır ve dana eti üretimi yaklaşık 57,2 milyon ton iken domuz eti üretimi 105,5 milyon tondur. Sığır ve dana eti üretiminde ABD, Brezilya, AB ve Çin başı çekerken, domuz eti üretiminde Çin, AB, ABD ve Brezilya başı çekmektedir. ABD, 11,8 milyon ton sığır ve dana eti üretimi ile dünya üretiminin yaklaşık %20’sini karşılamaktadır. Sığır ve dana eti üretimi ile ilk sırada yer alan ABD, 10,5 milyon ton domuz eti üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır. Sığır ve dana eti üretiminde ABD’yi takip eden Brezilya 2012 yılında 9,3 milyon ton üretim gerçekleştirmiş ve dünya üretiminin yaklaşık %16’sını karşılamıştır. Aynı yılda Brezilya 3,3 milyon ton domuz eti üretmiştir. AB, 7,7 milyon ton sığır ve dana eti üretimi ile üçüncü sırada yer alırken, 22,6 milyon ton domuz üretimi ile ikinci sırada yer almakta ve dünya üretiminin %21’ini karşılamaktadır. 52,3 milyon ton domuz eti üretimi ile dünya domuz üretiminin yarısını karşılayan ve üretimde ilk sırada yer alan Çin, sığır eti üretiminde AB’den sonra gelmektedir. Ülkemizde ise TÜİK verilerine göre 2012 yılında 799.344 ton sığır eti üretilmiştir.



Şekil 27. Ülkelere göre dünya sığır ve dana eti üretimi (1000 ton)

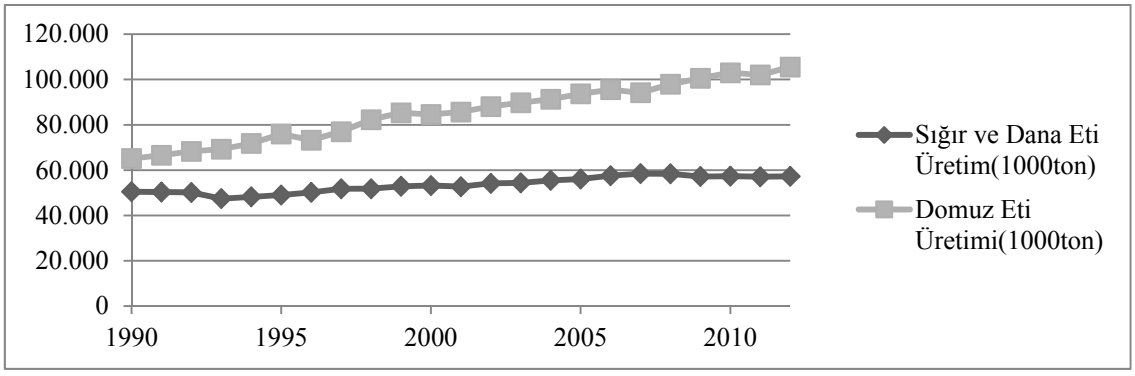
Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.



Şekil 28. Ülkelere göre dünya domuz eti üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Dünya sığır ve dana eti üretimi ile domuz eti üretiminin yer aldığı Şekil 29'da görüldüğü üzere, dana ve sığı eti üretimi 1990-2012 yılları arasında 50-60 milyon ton aralığında değişim gösterirken, domuz eti üretiminde hızlı bir artış gerçekleşmiştir. 1990 yılında 50,4 milyon ton düzeyinde olan sığır ve dana eti üretimi 2012 yılında %13 oranında artarak 57,2 milyon düzeyine yükselirken, domuz eti üretimi aynı dönemlerde yaklaşık %60 oranında artarak 65,1 milyon ton düzeyinden 105,5 milyon ton düzeyine ulaşmıştır.

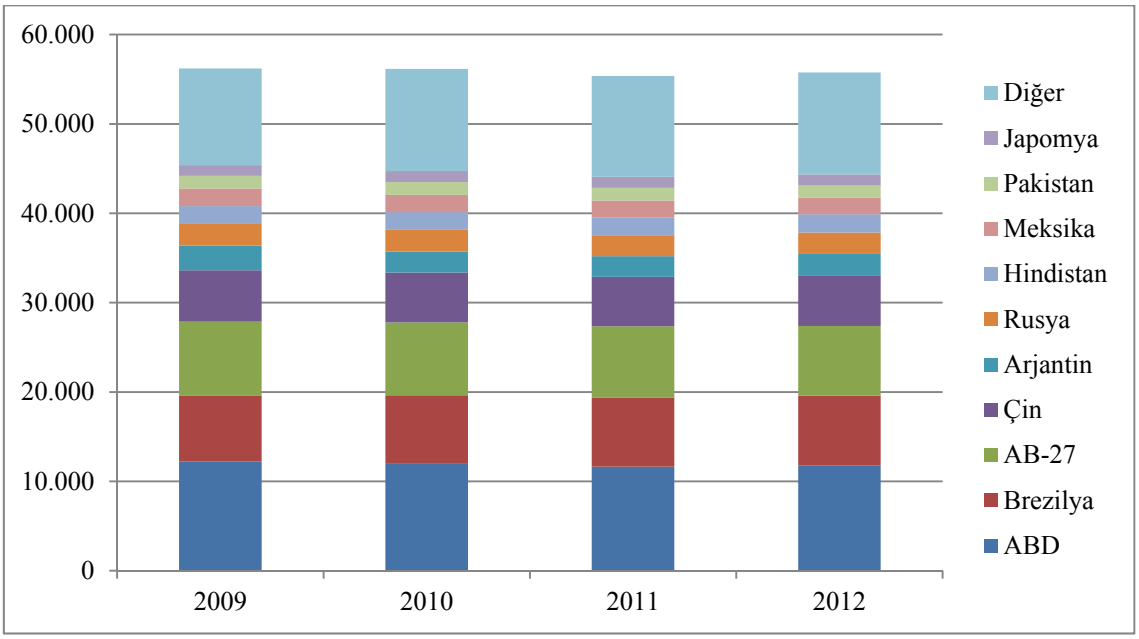


Şekil 29. Dünya sığır ve dana eti üretimi ile domuz eti üretimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

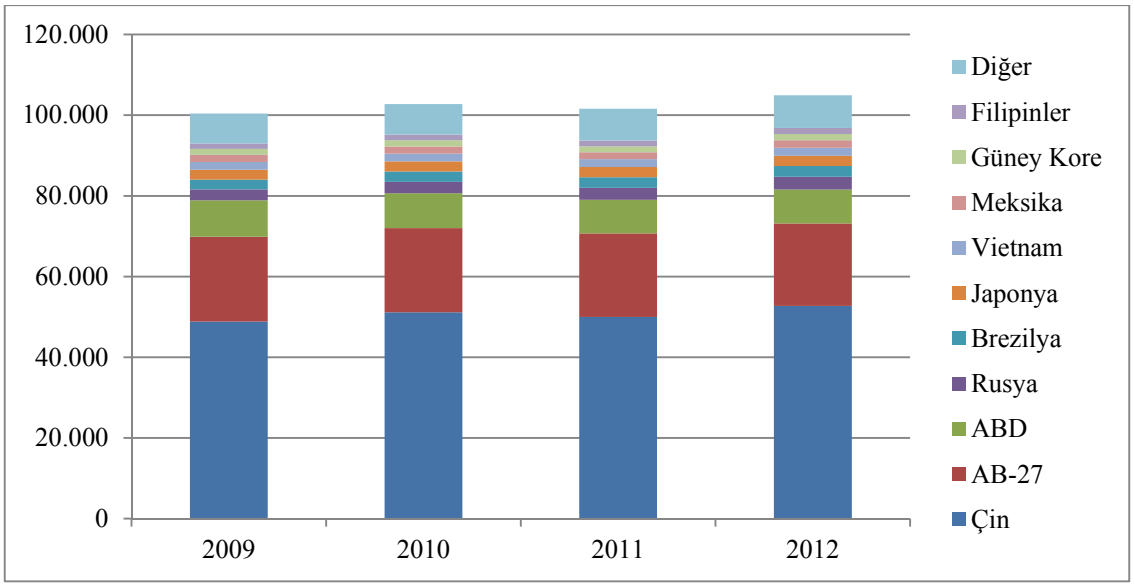
2.2.2.2. Sığır, Dana ve Domuz Eti Tüketimi

Şekil 30 ve Şekil 31'de görüldüğü üzere 2012 yılında dünya sığır ve dana eti tüketimi 55,7 milyon ton düzeyinde iken domuz eti tüketimi 104,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. ABD, Brezilya, AB ve Çin sığır ve dana eti tüketiminde ilk sıralarda yer alırken, domuz eti tüketiminde Çin, AB, ABD ve Rusya öne çıkmaktadır. Sığır ve dana eti tüketiminde ilk sırada yer alan ABD, dünya tüketiminin %21'ini gerçekleştirmektedir. Dünya domuz eti tüketiminde ise aldığı pay %8 düzeyindedir. Brezilya ve AB ülkelerinin sığır ve dana eti tüketimleri birbirlerine çok yakın olup sırasıyla 7,84 ve 7,8 milyon tondur. Domuz eti tüketiminde AB ülkeleri dünya tüketiminin %20'sini gerçekleştirirken, Brezilya %2 düzeylerinde kalmaktadır. Domuz eti üretiminde olduğu gibi tüketimde de başı çeken Çin, 52,7 milyon tüketimi ile dünya tüketiminin yarısını gerçekleştirmektedir. Çin'in sığır ve dana eti tüketimi ise 5,59 milyon tondur.



Şekil 30. Ülkelere göre dünya sığır ve dana eti tüketimi (1000 ton)

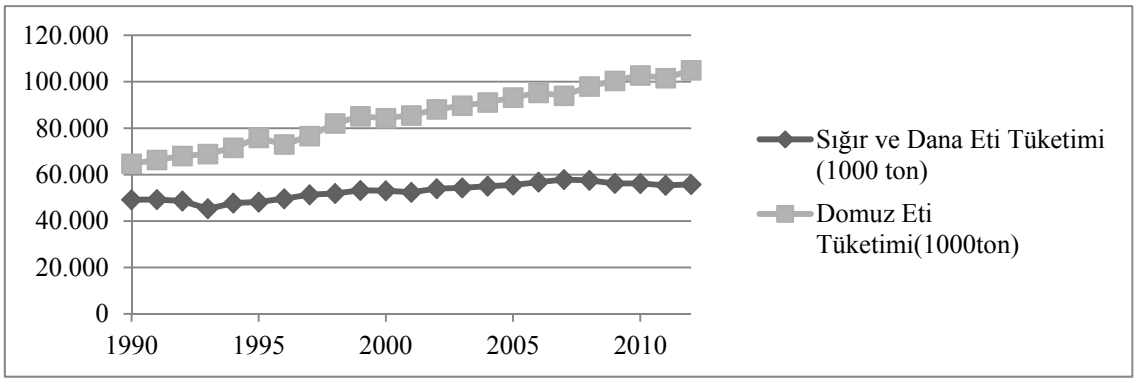
Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.



Şekil 31. Ülkelere göre dünya domuz eti tüketimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 32, dünya sığır ve dana eti tüketimi ile domuz eti tüketiminin 1990-2012 yılları arasındaki değişimini göstermektedir. Dünya domuz eti tüketimi 1990 yılında 64,7 milyon ton iken 2012 yılında yaklaşık %60 oranında artarak 104,9 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. Domuz eti tüketimindeki artış hızı sığır ve dana eti tüketiminde gözlenmemektedir. 1990 yılında 49,4 milyon ton olan tüketim, 1993 yılında salgın haline gelen deli dana hastalığından dolayı 45,3 milyon ton düzeyine gerilemiş, fakat izleyen yıllarda artış eğilimini devam ettirerek, 2012 yılında 1990 yılına göre %13 oranında artarak 55,7 milyon ton düzeyine ulaşmıştır.



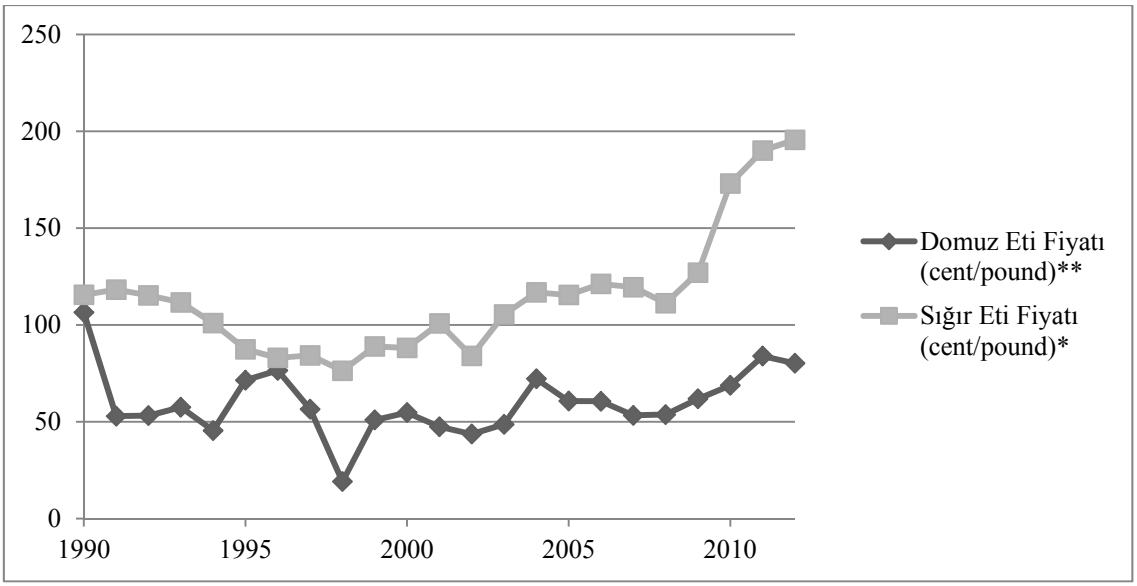
Şekil 32. Dünya sığır ve dana eti tüketimi ile domuz eti tüketimi (1000 ton)

Kaynak: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx (Erişim tarihi: 21.04.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.2.3. Sığır, Dana ve Domuz Eti Fiyatı

Domuz, sığır ve dana eti fiyatının belirlenmesinde temel faktör arz ve talepteki değişimler olmakla birlikte fiyatlardaki değişimin büyüklüğü tüketici talebine daha fazla duyarlıdır. Bu ürünlerin talebi, kendi ve ikame et ürünlerinin fiyatına, tüketicilerin gelir düzeylerine, sağlık durumlarına, kadınların işgücüne katılım oranına ve hayvanlardan sağlanan besinlerin güvenliğine bağlı olarak değişmektedir. Domuz ve sığır etinin talep esnekliklerine bağlı olarak bu ürünlerinin fiyatlarındaki artış talebi azaltırken, çapraz talep esnekliğine bağlı olarak ikame et ürünlerin fiyatlarındaki artış talebi arttırmaktadır. Ayrıca gelir düzeylerindeki yükseliş et ürünlerine olan talebi arttırmaktadır. Tüketicilerin sağlık problemleri de talebi ve dolayısıyla fiyatları etkilemektedir. Kalp rahatsızlığı, kolesterol gibi sağlık sorunları sığır eti tüketimini azaltırken, domuz ve tavuk eti tüketimini arttırmaktadır. Kadınların işgücüne katılımının artması ve buna bağlı olarak evde yemek hazırlanması için gereken sürenin azalması sığır etine olan talebi azaltırken, domuz etine olan talebi arttırmaktadır (Schroeder, Marsh, & Mintert, 2000, s. 23-26). Hayvansal besinlerin güvenliği et talebi üzerinde etkili olabilmektedir. 1993 yılında İngiltere'de ortaya çıkan ve salgın hale gelen deli dana hastalığı sığır ve dane etine olan talebin azalmasına neden olmuştur.

Şekil 33'de sığır ve domuz et fiyatları yer almaktadır. 1990 yılında sığır eti fiyatı 115,56cent/pound iken domuz et fiyatı 106,5cent/pound düzeyindedir. 1990 yılında birbirlerine yakın seyreden domuz ve sığır et fiyatları, 1991 yılında domuz et fiyatının 50cent/pound düzeyine kadar gerilemesiyle aralarındaki fark açılmıştır. 1993 yılından itibaren düşüş eğilimine giren sığır et fiyatları 1998 yılında 76,35cent/pound düzeyine kadar gerilemiştir. 1999 yılından itibaren artmaya başlayan sığır eti fiyatları on yıl içerisinde 127cent/pounda kadar yükselmiş ve bu yıldan itibaren de artış hızını yükselterek 2012 yılında 195,62cent/pound düzeyine ulaşmıştır. 1991-1994 dönemleri arasında yatay bir seyir izleyen domuz et fiyatları ise 1996 yılında yeniden yükselmiş ve 76,5 cent/pound düzeyine ulaşmıştır. Bu yükseliş kalıcı olmamış ve 1998 yılında tarihi dip seviyelerini görerek 19cent/pound düzeyine kadar gerilemiştir. 1998 yılından itibaren toparlanmaya başlayan domuz et fiyatları yaklaşık dört kat artarak 2004 yılında 72,18cent/pound düzeyine ulaşmıştır. 2004 yılından itibaren yeniden düşmeye başlayan domuz et fiyatları 2008 yılında 53,7cent/pound düzeyine kadar gerilemiş, bu yıldan sonra artarak 2012 yılında 80,22cent/pound düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 33. Dünya sığır ve domuz et fiyatı

Not. *Avustralya ve Yeni Zelanda, 85% yağsız, CIF U.S. ithal fiyatı, ** 51-52% yağsız, U.S. fiyatı

Kaynak: IMF, http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx (Erişim tarihi: 01.05.2013) verilerinden derlenmiştir

2.2.3. Metaller

Metaller, endüstriyel metaller ile kıymetli metallerden oluşmaktadır. Alüminyum, bakır, nikel, çinko gibi metaller endüstriyel metaller içerisinde yer alırken; altın, gümüş, platinyum, paladyum gibi metaller kıymetli metaller arasında yer almaktadır. Kıymetli metallerin en önemli özelliği kalıcı olmalarının yansıra paslanmaya ve oksitlenmeye karşı dayanıklı olmaları iken endüstriyel metallerin özelliği ise yumuşak, işlenmesinin kolay ve dış etkenlere karşı dirençli olmalarıdır.

Kıymetli metaller arasında öne çıkan altın ve gümüş ile endüstriyel metaller arasında yer alan alüminyum ve bakır üretim, tüketim ve fiyat değişimleri açısından aşağıda incelenmiştir.

2.2.3.1. Altın

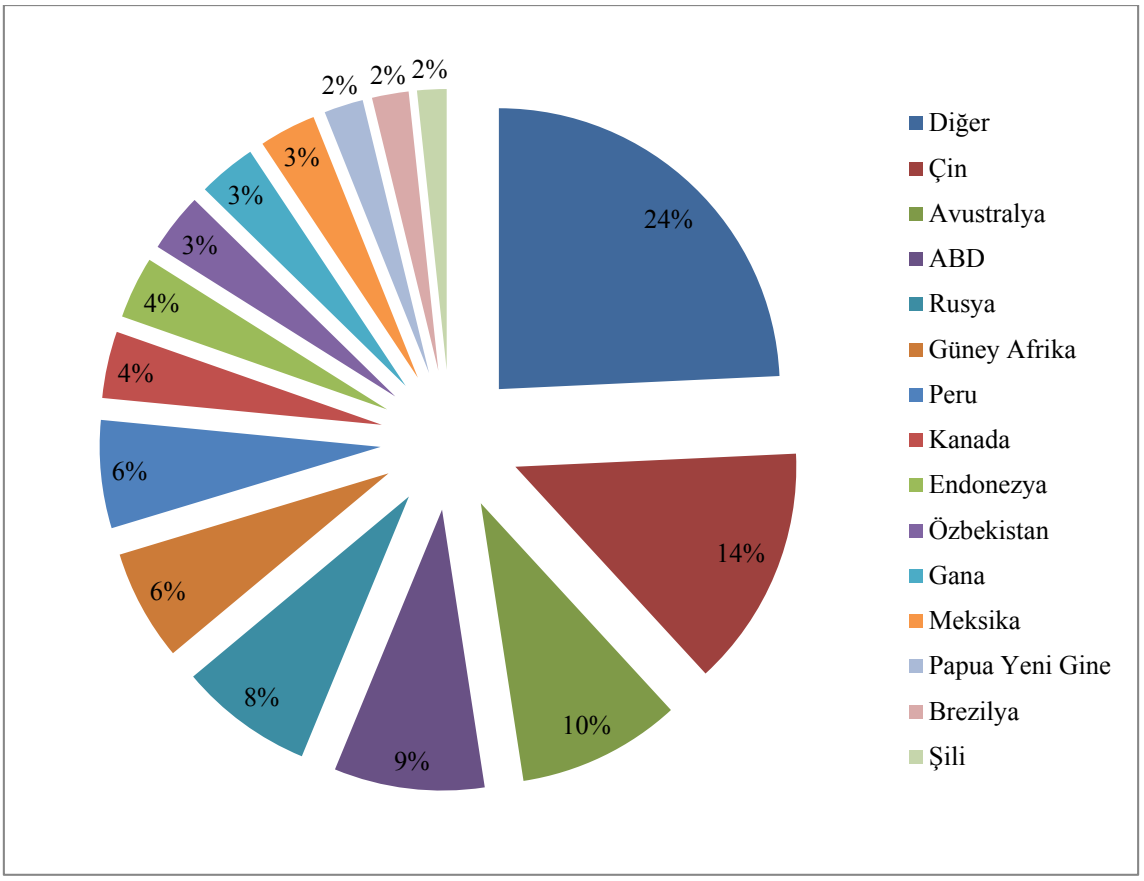
Gerek değişim aracı gerekse değer saklama aracı olarak uzun yıllardır finansal sektörde yer alan altın, özellikle kolay şekil alabilmesi, ısıya dayanıklı olması, paslanmaması, iletkenliğinin yüksek olması gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle endüstriyel alanda da yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

Altın, bakır, nikel, gümüş gibi metallerle alaşım halinde kullanılmaktadır. Altının bu metallerle oluşturduğu alaşımlar, altının sahip olduğu sarı renk dışında, yeşil, kırmızı ve beyaz altın diye adlandırılan renkler almasına neden olmaktadır. Alaşım içerisinde yer alan altının ayarına ve diğer metallerin oranına bağlı olarak altın, gümüş-bakır alaşımları yeşil, kırmızı ve sarı renk alırken; altın-nikel-bakır alışımı beyaz renk almaktadır. Alaşım içerisindeki altın metalinin alaşım ağırlığına oranı altının saflığını göstermektedir. Bu oran binde olarak ifade edilir ve ticari olarak kullanılan külçe altın en az 995 ya da daha yukarı saflıktadır. Saflık oranını göstermede kullanılan diğer bir sistem ise karat (ayar) sistemidir. Bu sistemde 24 ayar altın, 1000/1000 saflıkta kabul edilir (Yılmaz, 1997, s. 32).

Altın çoğu metallerde olduğu gibi troy ons cinsinden ölçülmekte ve ağırlıkladırılmaktadır. Bu birim, adını ortaçağlarda önemli bir ticaret merkezi olan Fransız kasabası Troy'dan almıştır ve 1 troy ons 31,10 grama denk gelmektedir. Ayrıca ülkemizde de olduğu gibi altın, gram veya kilogram cinsinden ağırlıklandırılabilmekte ve 1 kg 31,15 onsa eşit olmaktadır (Bouchentouf, 2007, s. 239).

2.2.3.1.1. Altın Üretimi

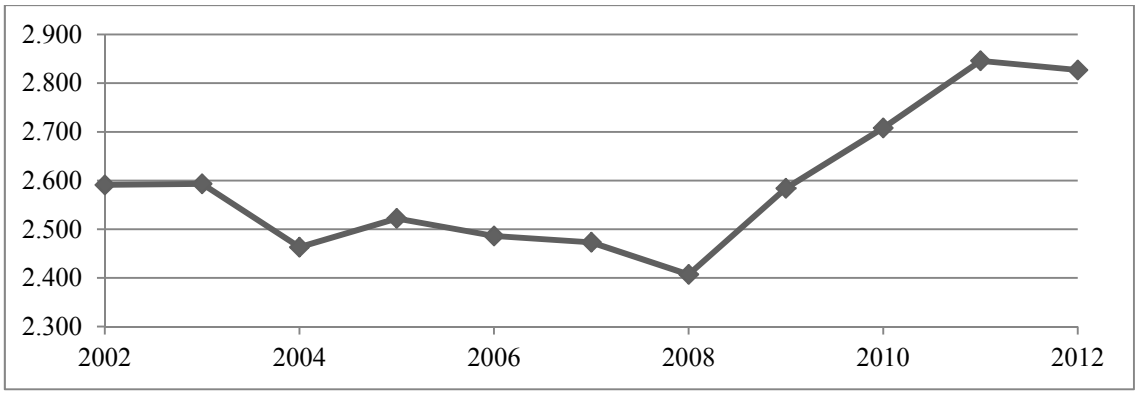
Fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle diğer metallerden ayrılan altının en önemli özelliği üretim hacminin sınırlı olmasıdır. Toplam altın arzının yaklaşık %65'i dünyanın belli bölgelerinde bulunan kısıtlı altın rezervine sahip maden yataklarından elde edilmektedir. Dünya Altın Konseyi tarafından yayımlanan rakamlara göre 2012 yılında toplam altın arzı 4407 ton olup, bu miktarın 2817 tonu maden yataklarında gerçekleştirilen üretim oluşturmaktadır. Şekil 34'de maden yataklarından elde edilen üretimin ülkelere göre dağılımı yer almaktadır. Dünya altın üretiminde ilk sırada 370 ton üretim ile Çin gelmektedir. Toplam altın üretiminde %14 paya sahip olan Çin'i, Avustralya, ABD ve Rusya takip etmektedir. Bu ülkelerin altın üretimleri sırasıyla 250, 230 ve 205 tondur. Ülkemizde ise 2012 yılında 29,5 ton altın çıkarılmıştır.



Şekil 34. Ülkelere göre dünya altın üretimi (2012, ton)

Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/ (Erişim tarihi: 13.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 35'de son on bir yılın dünya altın üretim miktarları yer almaktadır. 2002-2012 dönemleri arasında ortalama altın üretimi yıllık 2568 ton düzeyindedir. 2002 yılında 2591 ton olan altın üretimi, 2008 yılında %7 oranında gerileyerek 2400 ton düzeyine düşmüştür. 2008 yılından itibaren altın üretimi yeniden ortalamanın üzerine çıkarak, 2012 yılında 2827 ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya altın üretimindeki değişimde altın fiyatlarındaki hareketliliğin yanı sıra üretici ülkelerin uyguladıkları politikalar, üretim maliyetleri, yeni altın madenlerin bulunması ve teknolojik yenilikler etkili olmaktadır (Neurberger, 2001, s. 16).



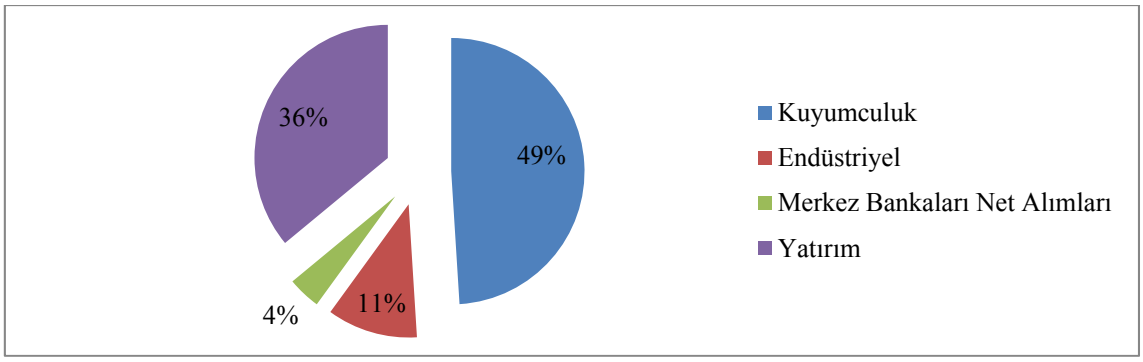
Şekil 35. Dünya altın üretimi (ton)

Kaynak: http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trend (Erişim tarihi:02.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

Toplam altın talebinin maden üretiminden karşılanmayan kısmı hurda altın ve merkez bankalarının rezervlerindeki altın satışlarından karşılanmaktadır. Altın binlerce yıl önce çıkarılmış bile olsa kaybolmadığı sürece varlığını sürdürebilmektedir. Bu nedenle işlenmiş altın eritilmek ve rafine edilmek suretiyle yeniden külçelere dönüştürülmektedir. Hurda altının kaynağını kuyumculuk ve elektronik ürünlerde kullanılan altın oluşturmaktadır ("Gold Market Knowledge", 2007, s. 4). Hurda altın, maden üretiminden sonra altın arzının karşılandığı ikinci önemli kaynak olup, 2012 yılı toplam altın arzının %35'ini karşılamaktadır. Bunun yanı sıra merkez bankaları çeşitli amaçlarla tutmuş oldukları altın rezervlerini zaman zaman satarak altın arzına katkıda bulunmaktadırlar.

2.2.3.1.2. Altın Tüketimi

Altın, kuyumculuk, elektronik ve sağlık sektörlerinde hammadde olarak kullanılırken, ülke merkez bankaları tarafından da rezerv olarak tutulmaktadır. Şekil 36'da altının tüketim alanlarının yüzdesel dağılımı 2005-2012 yıllarının ortalamaları alınarak gösterilmiştir. Buna göre altın %49 oranında kuyumculuk sektöründe kullanılırken, %11 oranında endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Endüstriyel alanda yaygın olarak elektronik aletlerin yapımı ve diş yapımı amacıyla talep edilmektedir. %4 oranında merkez bankaları tarafından satın alınan altın, %36 oranında yatırım amaçlı talep edilmektedir.



Şekil 36. Dünya altın talep dağılımı (2005–2012 ortalaması)

Not. World Gold Council tarafından yayımlanmış olan "Gold Demand Trends" (2012, *s. 2,* Yayın hakkı 2012) adlı çalışmasından alınmıştır.

Kaynak: http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trends/ (Erişim tarihi: 15.04.2013).

Tablo 1'de görüldüğü üzere 2012 yılında tüketilen toplam altın miktarı 4405,5 tondur. Toplam tüketim miktarının 1908,1 tonu mücevherat yapımında kullanılırken, 302,7 tonu elektronik aletlerin yapımında kullanılmıştır. Yatırım amaçlı altın tüketimi 1534,6 ton düzeyinde olup, bunun 941,1 tonu külçe altın, 201,1 tonu altın para, 113,4 tonu madalya şeklinde ve 279 tonu yatırım fonları tarafından talep edilmiştir. Merkez bankalarının net alımları ise 534,6 ton düzeyindedir.

Tablo 1.

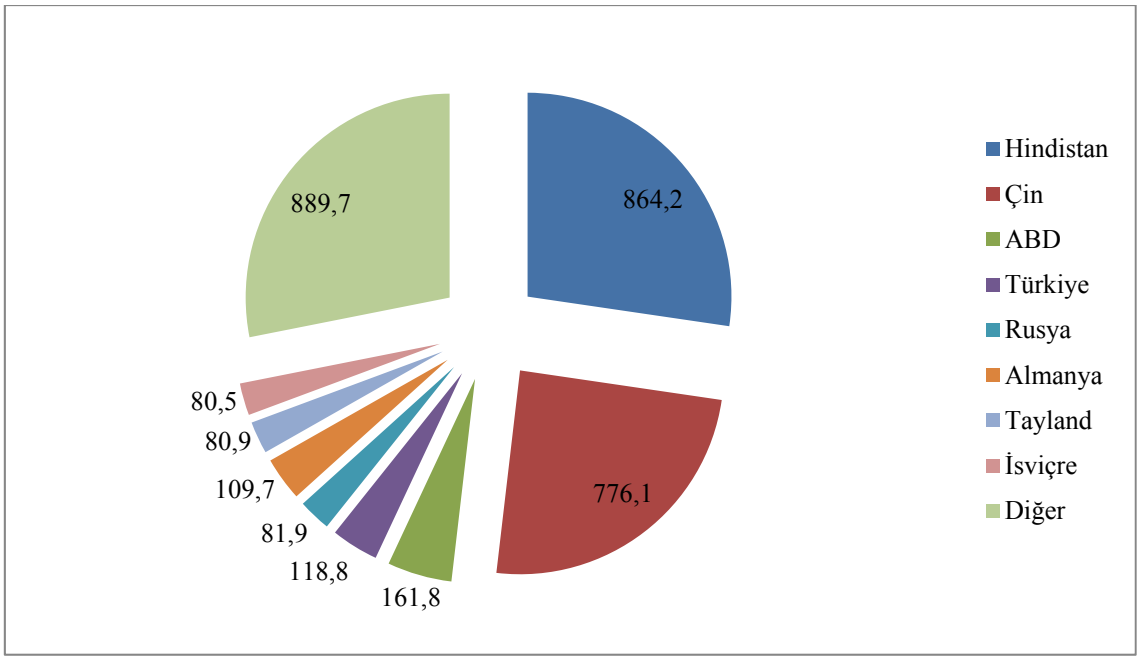
Dünya Altın Tüketimi (2012, ton)

Mücevherat			1.908,1
Teknoloji			428,2
	Elektronik	302,7	
	Diğer endüstriler	85,7	
	Dişçilik	39,9	
Yatırım			1.534,6
	Külçe	941,1	
	Para	201,1	
	Madalyon	113,4	
	Yatırım fonları	279,0	
Merkez Bankaları net alımlar			534,6
Altın Tüketimi			4.405,5

Not. World Gold Council tarafından yayımlanmış olan "Gold Demand Trends" (2012, *s. 16,* Yayın hakkı 2012) adlı çalışmasından alınmıştır.

Kaynak: http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trend/ (Erişim tarihi: 15.04.2013).

En fazla altın tüketen ülkelerin başında Hindistan, Çin, ABD ve Türkiye gelmektedir. Şekil 37'de ülkelerin 2012 yılına ilişkin mücevherat, külçe ve para şeklinde altın tüketim miktarları yer almaktadır. 2012 yılında 3.163, 6 ton mücevherat, külçe ve para şeklindeki toplam altın tüketiminin 864,2 tonu Hindistan tarafından gerçekleştirilmiştir. Hindistan'da altın mücevherlerin hediye olarak verildiği özel günlerin fazla olması, bu ülkenin altın tüketiminde ilk sıralarda yer almasına neden olmaktadır. Özellikle Diwali adı verilen geleneksel şenliğin ve düğünlerin yapıldığı dönemlerde altın talebi artmaktadır. Genellikle 22 ayar altın tercih edilmektedir. Altın talebinin yarısından fazlası kırsal kesimden gelmekte ve talep düzeyinde, gelir ve mevsimsel özellikler önemli rol oynamaktadır. Ayrıca bu kesim için altın yatırım aracı olarak da önemli bir emtiadır. Bunun yanı sıra Hindistan altın talebinin en önemli özelliği, altın talebinin fiyat dalgalanmalarına aşırı duyarlı olmasıdır. Çin, 776,1 ton tüketimi ile ikinci sırada yer almaktadır. On yıl öncesine kadar Çin'de altın piyasasına yönelik katı düzenlemeler bulunmakta, altın fiyatları kontrol edilmekte ve yabancı yatırımcıların altın üretmelerine ve satmalarına izin verilmemekteydi. 2002 yılından itibaren altın piyasasına getirilen düzenlemelerle birlikte köklü değişiklikler yaşanmış ve altın tüketimi giderek artmıştır. Çin'de en çok satılan altın "chuk kam" olarak adlandırılan 24 ayar altındır. Altın alımı genellikle özel günler için ve yatırım amaçlıdır. Çin'i 161,8 ve 118,8 ton tüketimleriyle sırasıyla ABD ve Türkiye takip etmektedir. ABD'de genellikle 10, 14 ve 18 karat altın tercih edilirken, 1990 yılından itibaren beyaz altın artan şekilde talep görmeye başlamıştır. Noel, yılsonunda yapılan festivaller, şubat ayında kutlanan sevgililer günü ve mayıs ayında kutlanan anneler günü mücevher talebinin arttığı dönemlerdir. Türkiye'de ise altının mücevher ve yatırım aracı olarak kullanımı yaygındır. Bunun yanı sıra kuyumculuk sektörünün gelişimiyle birlikte ithal edilen altın işlenerek ihraç edilmektedir. Ülkemiz altın üreten ülkeler arasında öne çıkmamasına rağmen altın mücevherat üretiminde üçüncü sırada yer alırken, mücevherat ihracatında ikinci sırada yer almaktadır ("Gold Market Knowledge", 2007, s. 6).

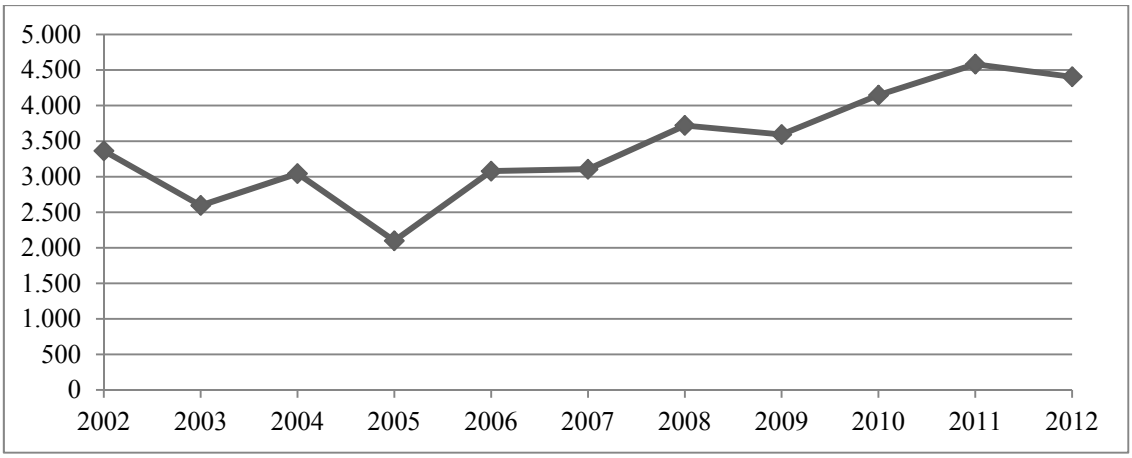


Şekil 37. Ülkelere göre altın tüketimi (2012, ton)

Not. World Gold Council tarafından yayımlanmış olan "Gold Demand Trends" (2012, *s. 21,* Yayın hakkı 2012) adlı çalışmasından alınmıştır.

Kaynak: http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trend/ (Erişim tarihi: 15.04.2013).

Altın tüketiminde en büyük kalemi mücevher talebi oluşturmakta ve mücevher talebi de dönemsel farklılıklar göstermektedir. Yılın son çeyreği Diwali, noel ve diğer yılsonu festivallerinden dolayı mücevher talebinin en yoğun olduğu dönemdir. Yılın ilk çeyreği Hindistan'da düğün sezonunun başlaması, Çin'de yeni yıl dönemi ve sevgililer günü nedeniyle mücevher talebinin en fazla olduğu ikinci dönemdir. Yılın ikinci ve üçüncü çeyreğinde ise talep düzeyi düşüktür ("Gold Market Knowledge", 2007, s. 5). Şekil 38'de son on bir yılın dünya altın tüketim miktarları yer almaktadır. 2002 yılında 3363 ton olan altın tüketimi 2005 yılına kadar düşüş eğilimini devam ettirmiş ve 2000 ton düzeyine kadar gerilemiştir. Bu yıldan itibaren yükselmeye başlayan tüketim 2012 yılına gelindiğinde yaklaşık iki kat artarak 4405 ton düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 38. Dünya altın tüketimi (ton)

Kaynak: http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trends/ (Erişim tarihi: 20.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

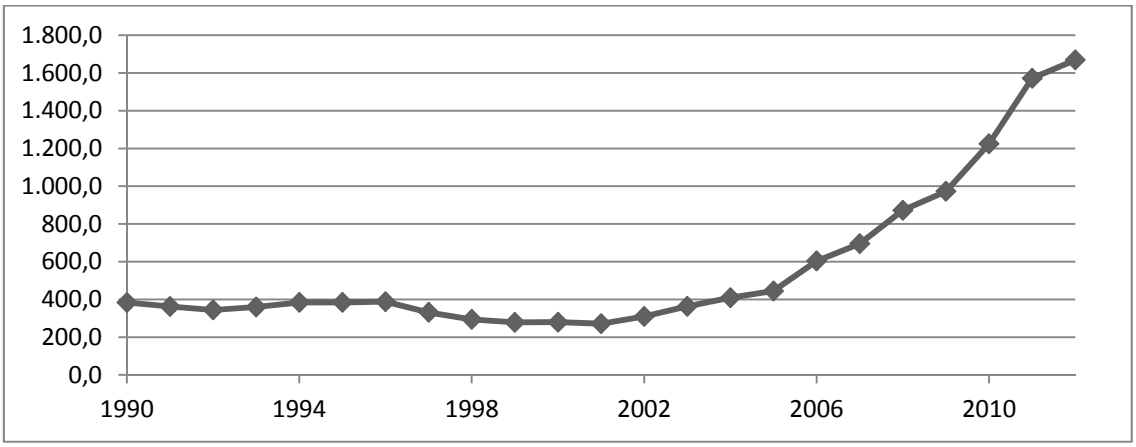
2.2.3.1.3. Altın Fiyatı

Uzun dönemde arz ve talep koşulları tarafından belirlenen altın fiyatları, kısa dönemde altın arzının kısıtlı olması nedeniyle talebe bağlı olarak değişim göstermektedir. Altın, belirsizliğin hakim olduğu dönemlerde değerini koruyabilmesi, kolay taşınabilir ve saklanabilir olması nedeniyle, ekonomik, politik, sosyal ve kişisel risklere karşı korunma aracı olarak düşünülmektedir. Diğer finansal varlıkların değer kayıplarına karşı riskten korunma aracı olarak kullanılması, altın talebinin ve dolayısıyla altın fiyatının alüminyum, gümüş, bakır gibi metallerin aksine sektörel gelişmelerden ziyade finansal ve parasal gelişmelere duyarlı olmasına neden olmaktadır (Roberts, 2008, s. 116). Altın fiyatları özellikle ABD ekonomisindeki gelişmelerin etkisi altındadır. Altın fiyatlarının ABD doları cinsinden belirlenmesi, ABD dolarının uluslararası piyasalarda likiditenin büyük bir kısmını oluşturması ve petrol fiyatlarının ABD doları üzerinden işlem görmesi bu etkinin gücünü arttırmaktadır. ABD doları ile altın fiyatları arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. ABD doları değer kazandıkça altın fiyatları düşmekte, değer kaybettikçe altın fiyatları yükselmektedir. Bunun yanı sıra ABD faiz oranlarındaki bir yükseliş, altın yatırımcısının fırsat maliyetini arttırarak, altın yatırımlarının ABD dolarına yönelmesine neden olmakta ve altın fiyatları düşmektedir (Koutsoyiannis, 1983, s. 570). Altın fiyatları ile enflasyon oranı arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Hatta bu ilişkinin ABD fiyat düzeyi ile birebir olduğu, ABD fiyat düzeyindeki %1 oranında artışın altın fiyatlarında da aynı

oranda artışa neden olduğu istatistiki olarak belirlenmiştir. Bu durum, uzun dönemde altının enflasyonun alım gücünde neden olduğu azalmaya karşı değer saklama aracı olarak talep görmesini sağlamaktadır (Levin & Wright, 2006, s. 6). Bunun yanı sıra altın fiyatları ile hisse senedi ve diğer yatırım araçlarının getirileri arasında ikame etkisinden dolayı ters yönlü bir ilişki varken, petrol fiyatları ile enflasyonist etkiden dolayı pozitif yönlü bir ilişki vardır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri de altın talebi dolayısıyla altın fiyatları üzerinde etkili olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde altın talebi ve gelir düzeyi ile birlikte artarken, altın ziynet eşyası olarak değerlendirilmektedir. Buna karşılık gelişmekte olan ülkeler de gelir düştüğü ya da dalgalanma gösterdiği zaman altın talebi artmakta, fakat gelir düzeyi ile birlikte sistematik şekilde artmamaktadır. Bu nedenle gelişmekte olan piyasalarda, altının tasarruf aracı olarak kullanımı, ziynet eşyası olarak kullanımı kadar önem taşımaktadır (Starr & Tran, 2008, s. 432).

Şekil 39'da 1990-2012 dönemlerine ilişkin Usd/Ons altın fiyatları yer almaktadır. 1990 yılında 383,8 Usd/Ons olan altın fiyatları, Körfez Savaşının kısa sürmesi ve Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla ortadan kalkan siyasi gerginliğin etkisiyle düşmeye başlamıştır. 1994-1996 dönemlerinde istikrarlı bir seyir izleyen altın, 1997 yılından itibaren 2001 yılına kadar devam eden bir düşüş trendine girmiştir. Bu dönemde altında yaşanan düşüşe merkez bankalarının yaptığı satışlar, üreticilerin korunma amaçlı işlemleri nedeniyle yaptıkları vadeli altın satışları, ABD dolarının kuvvetlenmesinin altının ABD doları bazındaki fiyatını daha da zayıflatacağı beklentileri ve bu nedenle merkez bankalarının ileride yapacağı satışların miktarı ile ilgili piyasada yaşanan tedirginlik neden olmuştur ("Kıymetli Madenler ve Piyasaları", 1999, s. 50-54). 2001 yılında 271Usd/Ons olan altın fiyatları, 11 Eylül saldırıları, ABD'nin Irak'ı işgali ve işgal sonrası yaşanan siyasi belirsizlikler, ABD ekonomisindeki bozulma sinyalleri ve dolardaki değer kayıpları, artan petrol fiyatları ve buna bağlı olarak enflasyonun yükseleceği beklentisi ile sürekli yükselerek 2007 yılında 695,4 Usd/Ons düzeyine gelmiştir. 2008 yılında 872 Usd/Ons düzeyinde olan altın fiyatları, 2012 yılında %90 oranında artarak 1669 Usd/Ons düzeyine yükselmiştir. Özellikle 2008 yılında ABD'de ortaya çıkan ve kısa zamanda tüm dünyayı etkisi altına alan mortgage krizi ve krizin global resesyona neden olacağı endişeleri güvenli liman olarak görülen altına talebi arttırarak fiyatların yükselmesine neden olmuştur. Bunun yanı sıra ABD dolarının değer kaybetmesi, Avrupa ülkelerinde yaşanan borç krizleri,

ABD merkez bankasının işsizlik oranını düşürmek amacıyla faiz indirimine gitmesi altın fiyatlarındaki hızlı artışta etkili olmuştur.



Şekil 39. Dünya altın fiyatı (Usd/Ons)

Kaynak: http://www.gold.org (Erişim tarihi: 20.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.2. Gümüş

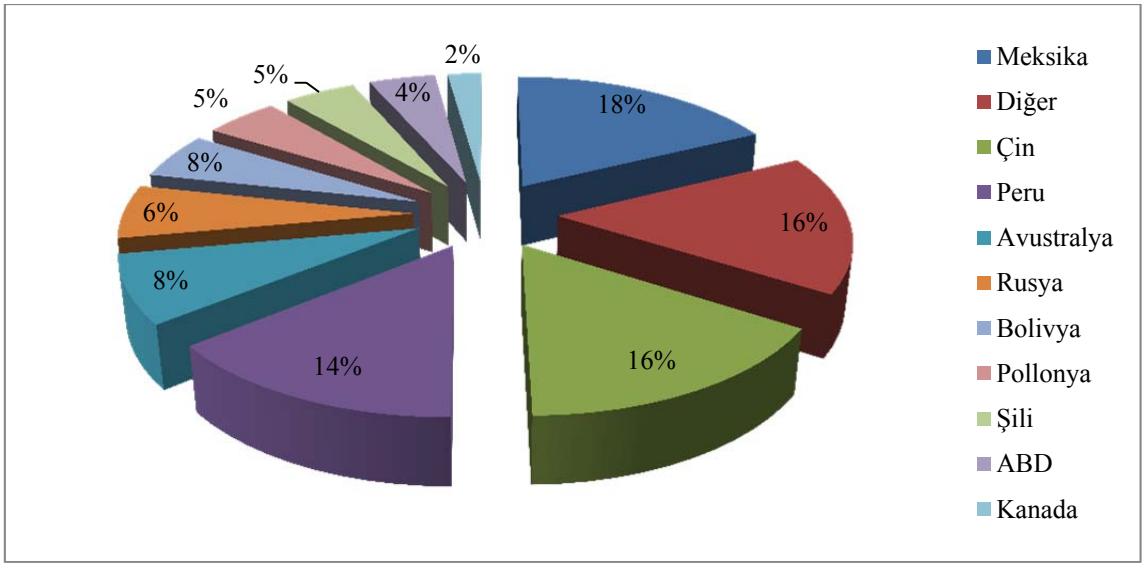
Gümüş, altın gibi hem emtia hem de finansal varlıktır. Beyaz metalik bir element olan gümüş, diğer metallere göre ısıyı ve elektriği daha iyi iletebilmekte ve altından sonra en kolay işlenebilen metal özelliğini taşımaktadır. Gümüş, endüstriyel ve değerli metal olma özelliğinin yanı sıra eski uygarlıklar tarafından altın gibi bir değişim aracı olarak kullanılmıştır (Spurga, 2006, s. 41).

Işığı iyi yansıtması, ısıyı ve elektriği çok iyi iletebilmesi ve kolay işlenebilmesi gümüşün takı yapımı, dişçilik, zücaciye ve para imalatında kullanımına olanak sağlamaktadır. Ayrıca diğer metalar üzerinde elektolize kaplama yapmak amacıyla kullanılmakla birlikte, ayna sırlarının yapımında ve fotoğrafçılık alanında da vazgeçilmez bir metaldir (Dureu, 2011, s. 120).

Gümüş saf halde çıkarılmamakta, genellikle altın, bakır, çinko, kurşun gibi metallerle alaşım halinde bulunmaktadır. İçeriğine göre sınıflandırılan gümüşün saflığını belirtmek için ayar kullanılır ve binlik sistemde ifade edilir. Külçe gümüşün saflığı 999/1000 iken som gümüş (925/1000 oranında gümüş) 75/1000 oranında bakır içermektedir (Thomsett, 2010, s. 12).

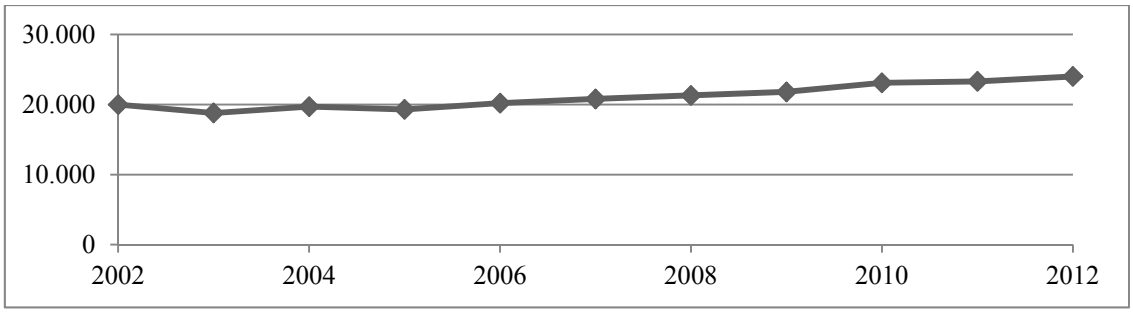
2.2.3.2.1. Gümüş Üretimi

Dünya gümüş üretiminin büyük bir kısmı, içerisinde gümüş bulunduran altın, bakır, çinko, kurşun gibi cevherlerin eritilmesiyle elde edilmektedir**.** Başta kurşun-çinko madenleri olmak üzere dünya gümüş üretimi 2012 yılında 24.000 ton düzeyindedir. Elde edilen gümüş miktarının %39'u kurşun-çinko yataklarından, %28'i gümüş yataklarından, %20'si bakır yataklarından ve %13'ü ise altın yataklarından sağlanmıştır ("World Silver Survey 2013", 2013, s. 6) Şekil 40'da görüldüğü üzere Meksika 4250 ton (%18) gümüş üretimi ile lider ülke konumundadır. Çin, 3800 ton (%16) gümüş üretimi ile ikinci sırada yer alırken, Peru 3450 ton (%14) üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu ülkeleri 1900, 1500 ve 1300 ton üretim miktarları ile sırasıyla Avustralya, Rusya ve Bolivya takip etmektedir. Ülkemizde ise 2011 yılında 350 ton gümüş üretilmiştir.



Şekil 40. Ülkelere göre gümüş madeni üretimi (2012, ton)
Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silver/ (Erişim tarihi: 23.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 41'de görüldüğü üzere dünya gümüş üretimi son on bir yılda %24 oranında artarak, 20.000 ton düzeyinden 24.000 ton düzeyine yükselmiştir. 2002 yılından sonra 20.000 ton düzeyinin altına gerileyen gümüş üretimi, 2006 yılından itibaren artış eğilimi içerisine girmiş ve 2012 yılında 24.000 ton düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 41. Dünya gümüş madeni üretimi (ton)

Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silver/ (Erişim tarihi: 23.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.2.2. Gümüş Tüketimi

Gümüş, endüstriyel alanda, kuyumculuk sektöründe, zücaciye alanında, madeni para ve madalyon yapımında ve fotoğrafçılık alanında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tablo 2'de görüldüğü üzere 2012 yılında 26.339 ton gümüş üretim amaçlı kullanılmış olup bu kullanımın yaklaşık %55'i endüstriyel uygulamalar içindir. Gümüşün üretim amaçlı ikinci en önemli kullanım alanı ise fiyat hareketlerine duyarlı olan kuyumculuk sektörü ile madeni para ve madalyon yapımıdır. 2012 yılında kuyumculuk sektörünün gümüş tüketimindeki payı %22, madeni para ve madalyon amaçlı gümüş kullanımının payı %11 oranındadır. Bu iki alanın toplam gümüş kullanım miktarı 8691 tondur. Geri kalan kullanım ise fotoğrafçılık sanayisine ve süs eşyası, çatal, kaşık, vazo gibi değerli eşyaların yapımını içeren zücaciye alanına aittir. Gümüş tüketiminde en büyük paya sahip olan ülkelerin başında ABD, Hindistan, Japonya ve AB ülkeleri gelmektedir. Bu ülkelerin toplam tüketimi dünya tüketiminin yaklaşık yarısına karşılık gelmektedir ("World Silver Survey 2013", 2013, s. 9).

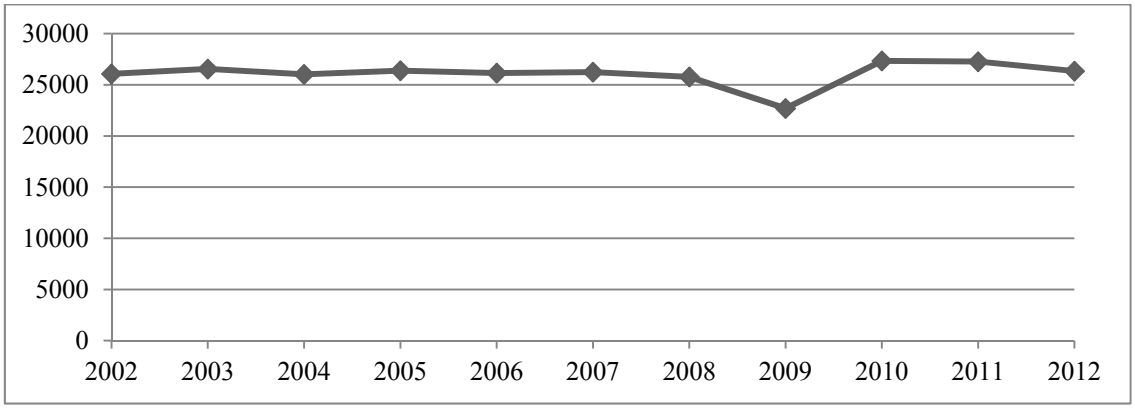
Tablo 2.

Dünya Gümüş Tüketimi (2012, ton)

Endüstriyel Uygulamalar	14.490
Mücevher	5.800
Madeni Para ve Madalyon	2.888
Fotoğraf sektörü	1.844
Zücaciye	1.317
Toplam Üretim Amaçlı Kullanım	26.339

Kaynak: http://www.silverinstitute.org/site/publications/ (Erişim tarihi: 25.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 42'de görüldüğü üzere, üretim amaçlı gümüş kullanımında 2009 yılına kadar çok fazla bir değişim olmamış, ortalama tüketim 26.000 ton düzeyinde gerçekleşmiştir. 2008 yılında ABD'de başlayan ve diğer ülkeleri de etkisi altın alan mortgage krizinin etkisiyle gümüş kullanımı 2009 yılında 22.700 ton düzeyine gerilemiştir. Takip eden yıllarda krizin etkisinin azalmasıyla gümüş kullanımı yeniden ortalama tüketim düzeyinde seyretmiştir.



Şekil 42: Dünya gümüş tüketimi (ton)

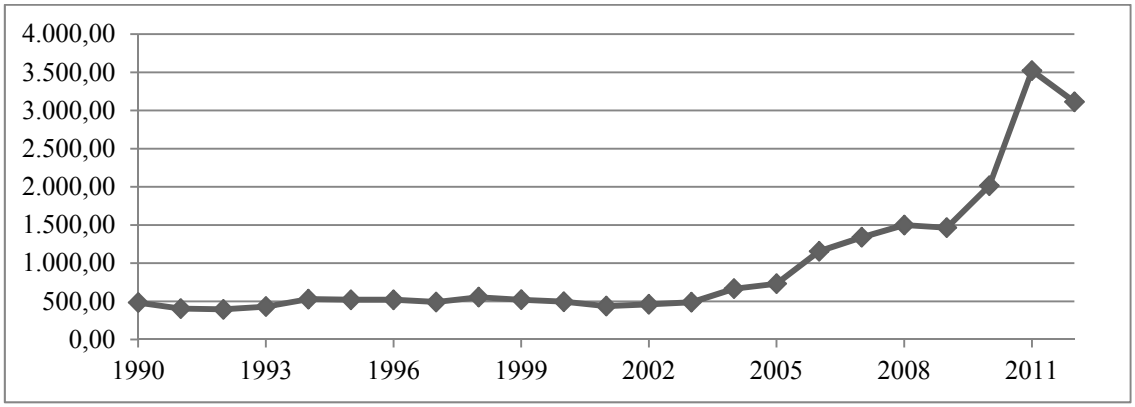
Kaynak: http://www.silverinstitute.org/site/publications/ (Erişim tarihi: 25.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.2.3. Gümüş Fiyatı

Gümüş genellikle imalat amaçlı satın alınmakta, altının aksine yatırım ve tasarruf amaçlı kullanımının toplam kullanım içindeki payı düşük kalmaktadır. Yaklaşık olarak toplam gümüş kullanımının üçte birinden daha azı yatırım ve takı imalatı amaçlıdır. Bu yüzden gümüş fiyatları üzerinde imalat sektörünün etkisi daha fazla olmaktadır (Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 763).

Şekil 43'de yer alan Dünya Bankası verilerine göre gümüş fiyatları 1990-2003 yılları arasında ortalama 480 cent/ons düzeyinde seyretmiştir. 2003 yılında 487,62 cent/ons olan gümüş fiyatları, küresel ekonomik krizin yaşandığı 2008 yılına kadar yaklaşık üç kat artarak 1499,65 cent/ons düzeyine ulaşmıştır. Gümüş fiyatlarındaki hızlı artışta daha çok üretim amaçlı olarak kullanılan gümüşün, altın gibi yatırım amaçlı olarak talep görmesi etkili olmuştur. 2009 yılında fiyatlarda bir önceki yıla göre az da olsa bir düşüş gözlemlenmesine rağmen, 2010 yılında yeniden artış trendine girmiştir. 2010 yılında 2000 cent/ons düzeyinde olan fiyatlar, 2011 yılında küresel ekonomik toparlanma ve artan talebin etkisiyle tarihi zirvesine ulaşmıştır. ABD ve Japonya gibi

gümüş tüketiminde öne çıkan ülkelerin zayıf ekonomik performansları ve küresel ekonomik görünüme ilişkin endişelerin artmasıyla 2012 yılında gümüş fiyatları 3113,74 cent/ons düzeyine gerilemiştir.



Şekil 43. Dünya gümüş fiyatı (cent/ons)

Kaynak: http://econ.worldbank.org (Erişim tarihi: 23.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

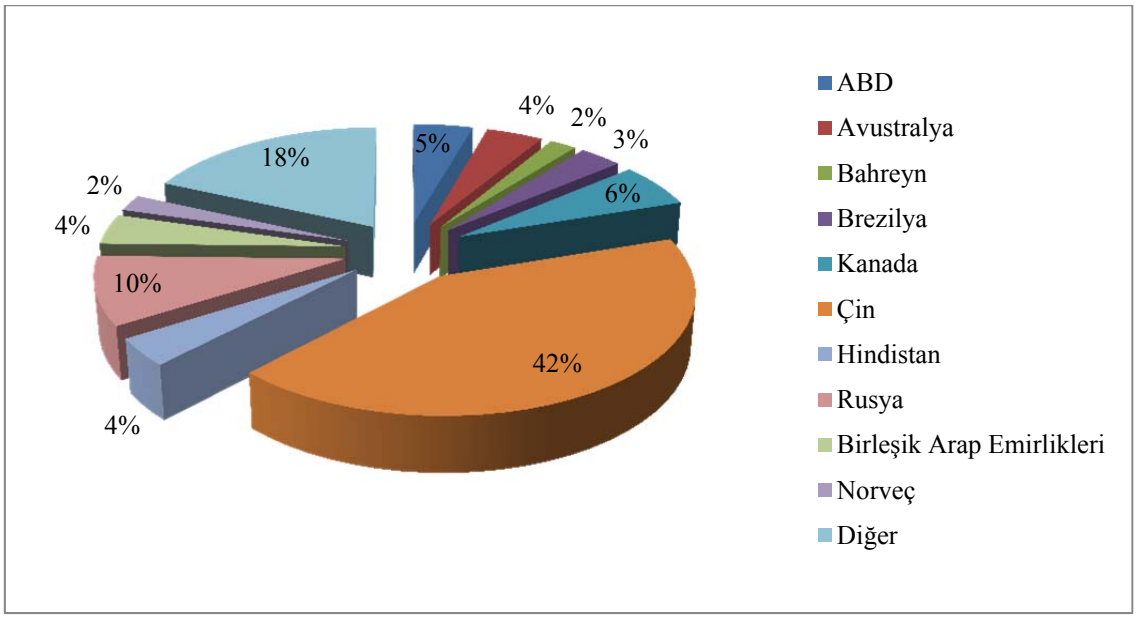
2.2.3.3. Alüminyum

1820 yılında keşfedilen, yeryüzünde %8 oranında bulunan alüminyum, silisyumdan sonra en bol olan metaldir. Alüminyum kolay soğuyup ısıyı emen bir metal olması nedeniyle soğutma sanayisinde geniş bir yer bulmakta; bakırdan daha ucuz olması, daha çok bulunması, işlenmesinin kolay ve yumuşak olması nedeniyle birçok sektörde kullanılmaktadır. Alüminyumun tercih edilebilirliğinin en büyük nedenleri arasında hafifliği, ömrünün uzunluğu, dış etkenlere ve değişik iklim şartlarına karşı dayanıklılığı, kolay şekillendirilebilmesi, düşük bakım maliyetleri, renklendirilebilmesi ve teknolojik açıdan ürün çeşitliliği gibi alternatif özelliklere sahip olması gelmektedir (Alan, 2008, s. 1).

2.2.3.3.1. Alüminyum Üretimi

Doğada saf halde bulunmayan alüminyum, birincil alüminyum olarak ifade edilen cevherden üretim ve ikincil alüminyum olarak ifade edilen hurdadan üretim olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Birincil alüminyum üretiminde, alüminyumun hammaddesi olan boksit, bayer işlemiyle alümina haline dönüştürülür. Alümina, hücre adı verilen üretim birimlerinde elektroliz yöntemiyle alüminyuma indirgenir. İkincil alüminyum ise külçe ve hurdaların eritilmesi ile elde edilmektedir. (http://www.immib.org.tr/tr/, 25.05.2013).

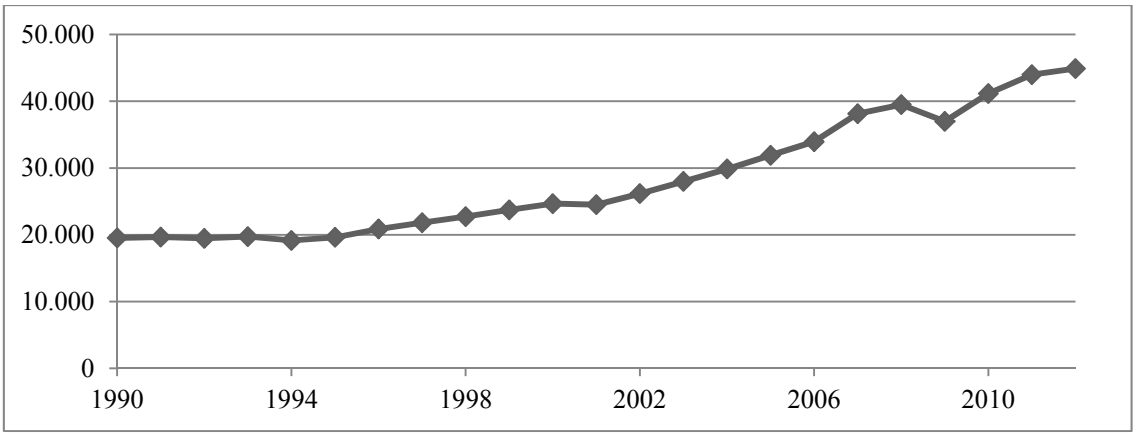
Şekil 44'de görüldüğü üzere 2012 yılında dünya genelinde toplam birincil alüminyum üretimi 44,9 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir. Çin 19 milyon ton üretimi ile dünya üretiminin yaklaşık %40'ını karşılamaktadır. Çin'i, 4.2 milyon ton üretimi ile Rusya ve 2 milyon ton üretimi ile ABD takip etmektedir. Ülkemizde ise alüminyum üretimi yaklaşık 321 bin ton düzeyindedir.



Şekil 44. Ülkelere göre birincil alüminyum üretimi (2012/1000 ton)

Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminium/ (Erişim tarihi: 25.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 45, 1990-2012 yılları arasındaki dünya birincil alüminyum üretim miktarlarını göstermektedir. 1996 yılına kadar 20 milyon ton düzeyinde seyreden alüminyum üretimi, bu yıldan itibaren artış trendine girmiştir. 1996 yılında 20,8 milyon ton olan üretim, yaklaşık %85 oranında artarak 39,4 milyon ton düzeyine yükselmiştir. 2009 yılında üretimde 36,9 milyon ton düzeyine gerilese de izleyen yıllarda üretim artmaya devam etmiştir.

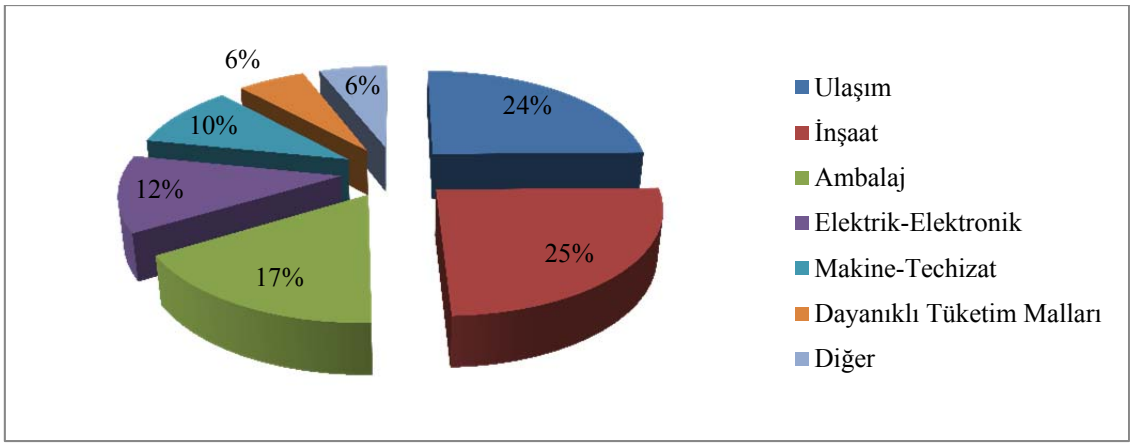


Şekil 45. Dünya birincil alüminyum üretimi (1000 ton)
Kaynak: http://www.world-aluminium.org/statistics/ (Erişim tarihi: 26.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.3.2. Alüminyum Tüketimi

Alüminyum hafif olması, korozyona karşı dayanıklılığı, şekillendirilebilmesi ve iletken olması sebepleriyle başta ulaştırma, ambalaj, inşaat, makine, elektronik ve elektrik, beyaz eşya sektörleri olmak üzere pek çok sektörde kullanılmaktadır. Alüminyum metali teknik özelliklerinin üstünlüğü sayesinde, giderek daha çok kullanım alanında ve artan miktarlarda tüketilmekte olup, günümüzde demir-çelikten sonra en çok kullanılan metal haline gelmiştir. Hatta bazı mühendislik uygulamalarında çeliğe alternatif olarak alüminyum tercih edilmektedir. Özellikle köprü inşaatlarında kullanılan alüminyum sayesinde yük taşıma kapasiteleri artmakta, ölü yük ağırlığı azalmakta ve yüksek korozyon mukavemeti gözlenmektedir ("2012 Çalışma Raporu", 2012, s. 8)

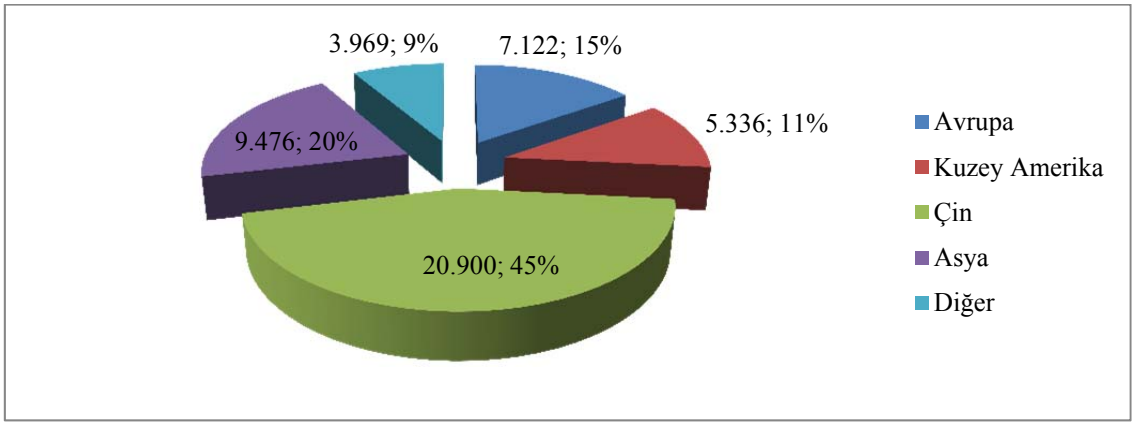
Alüminyumun kulanım alanlarına göre dağılımı Şekil 46'da verilmektedir. Buna göre alüminyum %25 oranında ulaşım sektöründe kullanılırken, %25 oranında inşaat sektöründe, %17 oranında ambalaj sektöründe, %12 oranında elektrik-elektronik sektöründe kullanılmaktadır. Makine-teçhizat alanında %10 oranında alüminyum kullanılırken, dayanıklı tüketim malları üretiminde %6 oranında alüminyum kullanımı söz konusudur.



Şekil 46. Alüminyumun kullanım alanlarına göre dağılımı

Kaynak: http://www.lme.com/metals/non-ferrous/aluminium/production-and-consumption/ (Erişim tarihi: 27.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2012 yılında gerçekleşen birincil alüminyum tüketim miktarı 46,8 milyon tondur. Şekil 47'de görüldüğü üzere Çin, 20,9 milyon ton tüketimi ile en fazla alüminyum kullanan ülke konumundadır. Çin dışındaki Asya ülkelerinin toplam tüketimi 9,4 milyon ton iken, Avrupa ülkelerinin tüketimi 7,1 milyon ton düzeyindedir. Kuzey Amerika bölgesi ise 2012 yılında 5,3 milyon ton alüminyum tüketimi gerçekleştirmiştir.



Şekil 47. Bölgelere göre alüminyumun tüketim miktarı (2012, 1000 ton)

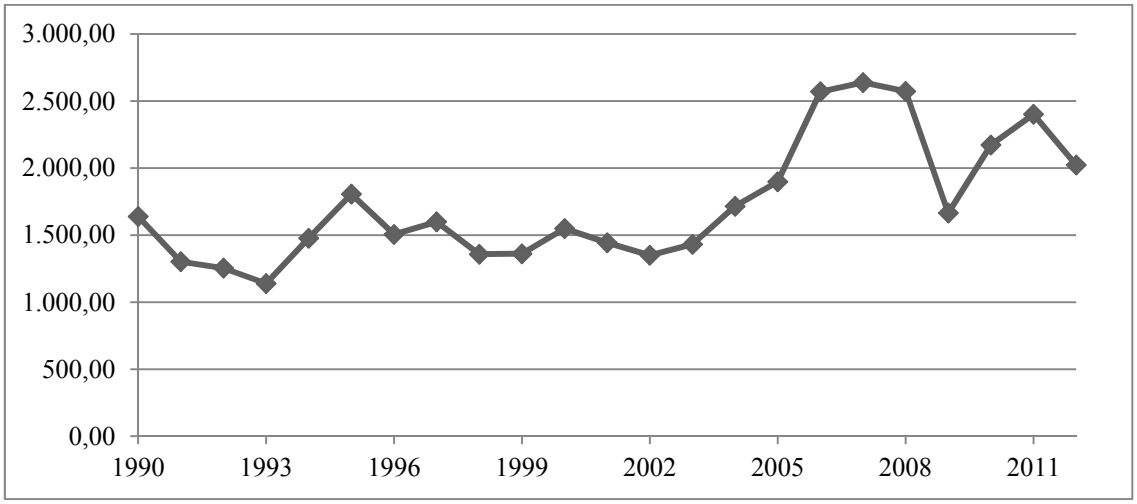
Kaynak: http://www.alueurope.eu/consumption-primary-aluminium-consumption-in-world-regions/ (Erişim tarihi: 28.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.3.3. Alüminyum Fiyatı

Çoğu emtiada olduğu gibi global alüminyum fiyatı, arz ve talep dengesizliklerinin yarattığı boşluk ve stok değişimleri arasındaki güçlü ilişki tarafından

karakterize edilmektedir. Düşük stok düzeyleri alüminyum fiyatının yükselmesine neden olurken, uzun dönemde yüksek stok düzeylerine rağmen fiyat ortalama faaliyet giderlerinin altına düşmemektedir. Bunun yanı sıra alüminyum ABD doları üzerinden fiyatlandığı için döviz kurlarındaki değişim de alüminyum fiyatları üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Son dönemlerde portföy çeşitlendirmesinde emtialara da yer verilmeye başlanması, alüminyumu bir varlık sınıflandırması ve yatırım stratejisi olarak kullanan yatırımcılarında alüminyum fiyatları üzerinde etkili olmasına neden olmaktadır ("The Global Aluminium Industry 40 years from 1972", 2013, s. 25).

Londra Metal Borsası (LME) tarafından belirlenen alüminyum fiyatları 1990-2012 yılları arasında dalgalı bir seyir izlemiştir (Şekil 48'e bakınız). 1990 yılından 1639,45$/ton olan alüminyum fiyatı 1993 yılında 1139,05$/ton düzeyine kadar gerilemiş ve bu yıldan sonra yeniden yükselmeye başlamıştır. 1995 yılında 1800$/ton düzeylerini gören fiyatlar, bu yıldan sonra 2002 yılın kadar devam eden düşüş trendine girmiştir. 2002 yılında 1349,92$/ton olan fiyatlar, 2007 yılında %70 oranında artarak 2638,17$/ton ile tüm zamanların en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Küresel kriz sürecinde keskin bir şekilde düşen alüminyum fiyatları küresel ekonomideki dalgalı toparlanmaya bağlı olarak 2012 yılında 2023,28$/ton seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 48. Dünya alüminyum fiyatı (Londra Metal Borsası, $/ton)
Kaynak: http://econ.worldbank.org (Erişim tarihi: 28.05.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.3.4. Bakır

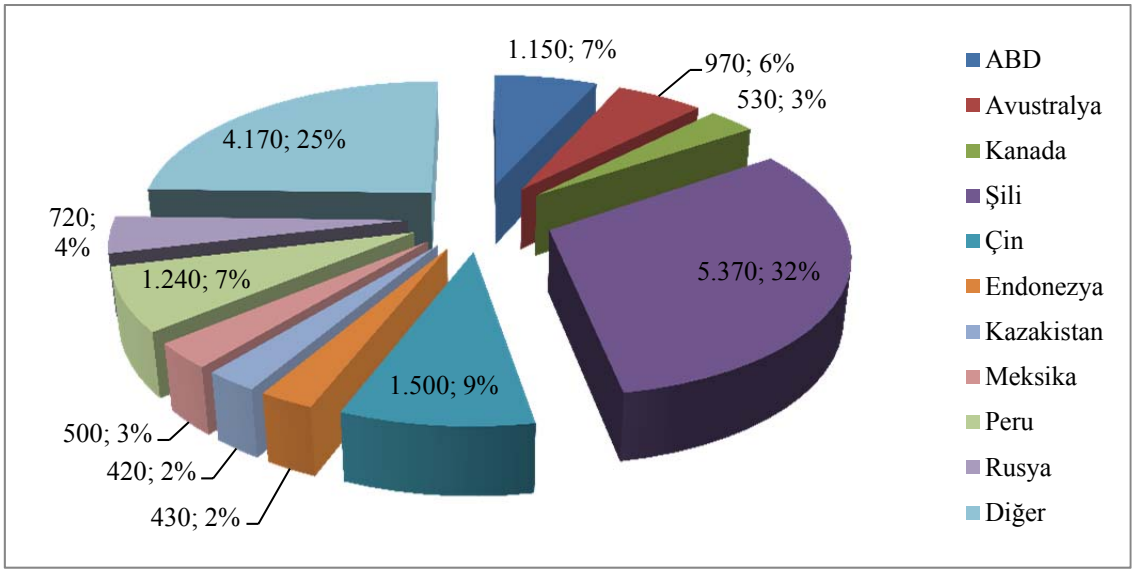
Bakır, kırmızımsı, ince tel ve levha haline getirilebilen, ısı ve elektrik iletkenliği yüksek ve kullanım sahası çok geniş olan bir metaldir. Bakırın hammaddesi yer

kabuğunda bulunan bakır sülfit ve oksit cevherleridir. Bakır cevherleri çeşitli işlemlerden geçirilerek konsantre edilmekte ve daha sonra bir seri rafinasyon işlemlerine tabi tutularak rafine (katot) bakıra dönüştürülmektedir (http://www.immib.org.tr/tr/, Erişim tarihi:28.05.2013).

Genel anlamda bakır ürünleri iki ana grupta toplanmaktadır. Birinci grupta yer alan yarı bitmiş ürünler arasında blister bakır, rafine bakır ve katot bakır yer alırken; ikinci grupta yer alan bitmiş ürünler arasında elektrolitik ürünler (tel, blok, takoz, serit, çubuk, profil), elektrolitik olmayan ürünler (levha, lama, serit, çubuk, profil) ve bakır alaşımları yer almaktadır (Arslan, 2006, s. 5).

2.2.3.4.1. Bakır Üretimi

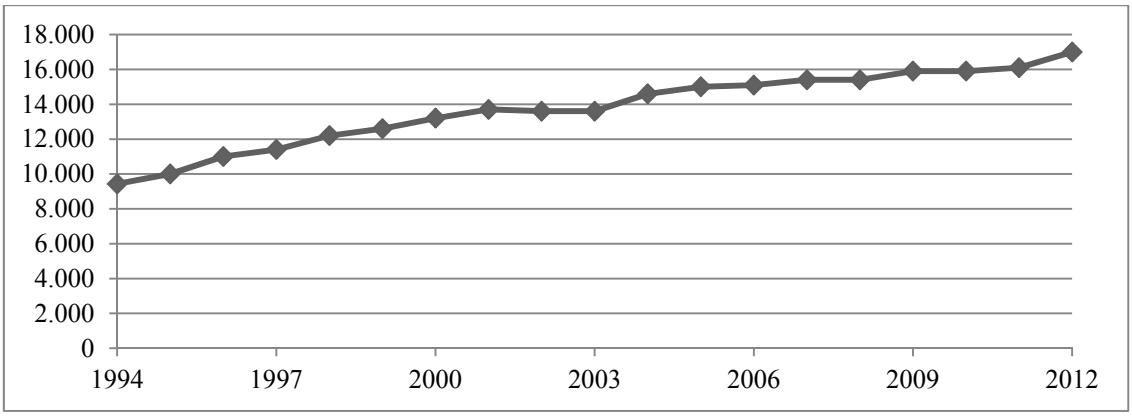
Dünyanın en büyük bakır madeni üreticileri Şili, Çin, Peru, ABD ve Avustralya'dır. Şekil 49'da görüldüğü üzere Şili, 2012 yılında gerçekleştirilen 17 milyon ton dünya bakır üretiminin yaklaşık 5,3 milyon tonunu tek başına gerçekleştirmiştir. Çin'in bakır üretimi ise 1,5 milyon ton düzeyindedir. Çin'i sırasıyla Peru, ABD ve Avustralya takip etmektedir. Ülkemizde ise bakır üretimi 42 bin ton düzeyindedir.



Şekil 49. Ülkelere göre bakır maden üretimi (2012, 1000 ton)
Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/ (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

1994-2012 yıllarına ilişkin dünya bakır madeni üretiminin yer aldığı Şekil 50'de görüldüğü üzere üretim sürekli artmaktadır. 1994 yılında 9,4 milyon ton olan bakır

maden üretimi 18 yılda %80 oranında artarak 2012 yılında 17 milyon ton düzeyine yükselmiştir. Bu hızlı artışta başta Çin olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde görülen hızlı sanayileşme ve buna paralel artan bakır tüketimi etkili olmuştur. Ayrıca elektrik-elektronik ve endüstriyel alandaki gelişmeler de bakır tüketiminin ve dolayısıyla üretiminin artmasına neden olmaktadır.



Şekil.50. Dünya bakır maden üretimi (1000 ton)
Kaynak: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/ (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

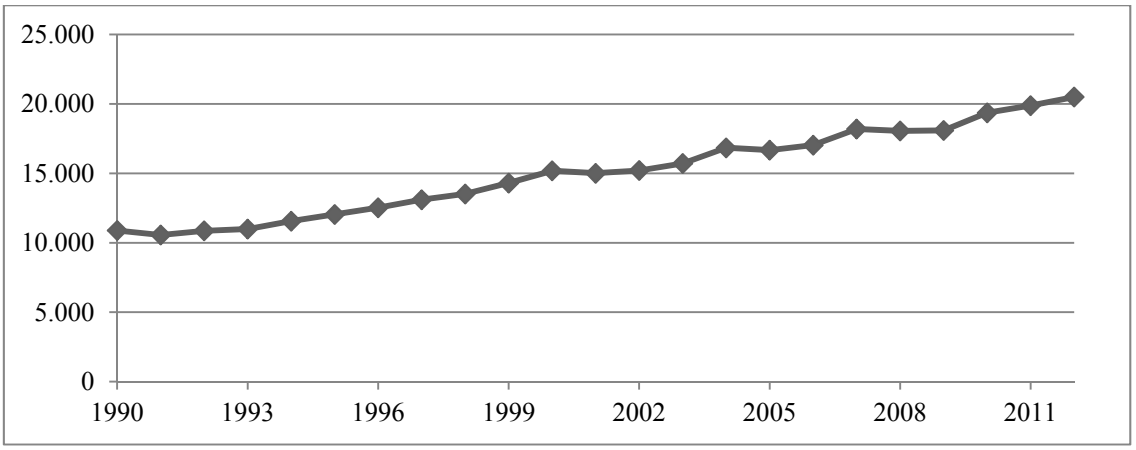
2.2.3.4.2. Bakır Tüketimi

Bakır, elektriğin üretilmesinde (jeneratör, trafo gibi), nakledilmesinde (enerji nakil hatları) ve tüketiminde (elektrik motorları, elektrikli makinalar v.b.) en iyi ekonomik iletken olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca torna, matkap, kaynak makineleri ve trafoları gibi elektrikli makineler bakırın kullanıldığı önemli üretim araçlarıdır. Bu tür makinelerde bakır, elektriğin tüketimi ve dahili iletimi amacına hizmet eder. Gemi, tren, otomobil gibi ulaşım araçlarında radyatör, boru gibi parçalarda, kimya sektöründe, mühimmat sanayinde, turistik eşya yapımında, soğutucu donanımlarda da çokça kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra uzun ömürlü çatı kaplaması olarak bakır levha ve mobilya malzemesi olarak pirinç kullanımına da rastlanmaktadır (http://www.metalurji.org.tr/index, Erişim tarihi: 01.06.2013). Uluslararası Bakır Birliği verilerine göre bakırın %54'ü makine, techizat, araç-gereç yapımında kullanılırken, %32'si inşaat sektöründe, %14 ise alt yapı yatırımlarında kullanılmaktadır ("The World Copper Factbook" , 2012, s.47).

Uluslararası Bakır Çalışma Grubu (ICSG) verilerine göre, 2012 yılında 20,5 milyon ton bakır tüketimi gerçekleşmiştir. Bu tüketimin yaklaşık %62'si Asya ülkeleri

tarafından gerçekleştirilirken, %22'si Avrupa ülkeleri, %10'u Kuzey Amerika ülkeleri, %6'sı ise Latin Amerika ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünyanın en büyük bakır tüketicileri ise Çin ve ABD'dir. Çin, 2012 yılında 8,53 milyon ton bakır tüketimi gerçekleştirirken, ABD, 1,78 milyon ton tüketim gerçekleştirmiştir (http://www.icsg.org/index.php/statistics/selected-data, Erişim tarihi: 01.06.2013).

1990-2012 yılları arasında dünya bakır tüketimi her yıl ortalama %3 oranında artış göstermiştir. Şekil 51'de görüldüğü üzere 1990 yılında 10,8 milyon ton olan tüketim, 2012 yılına gelindiğinde 20 milyon tonu aşmıştır. Bakır tüketimindeki artışta, dünya bakır üretim ve tüketiminde ilk sıralarda yer alan Çin'in ekonomisindeki hızlı yükseliş etkili olmuştur.



Şekil 51. Dünya bakır maden tüketimi (1000 ton)

Not. International Copper Study Group tarafından yayımlanmış olan "The World Copper Factbook" (2012, *s. 14,* Yayın hakkı 2012) adlı çalışmasından alınmıştır.

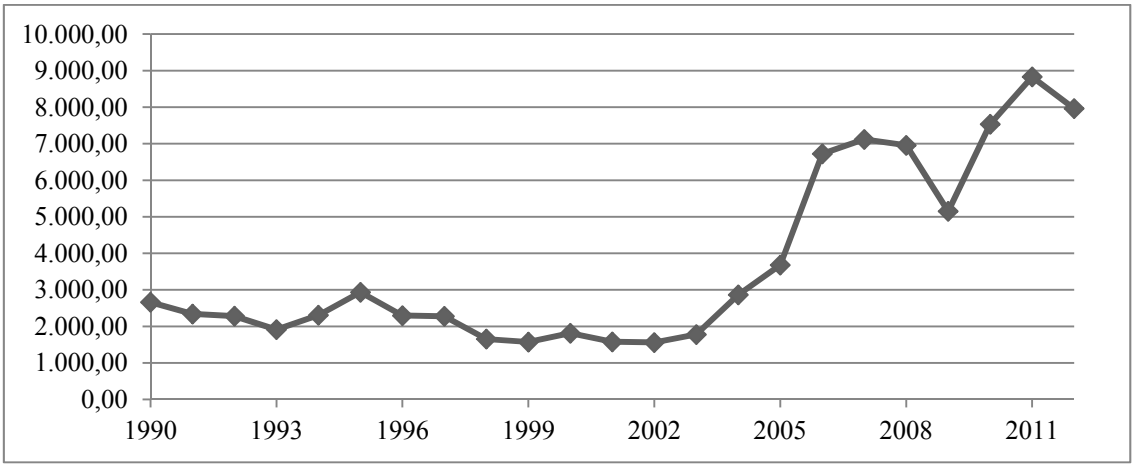
Kaynak: http://www.icsg.org/ Erişim tarihi: 16.06.2013.

2.2.3.4.3. Bakır Fiyatı

Bakırı en fazla kullanan ülkeler, Çin, ABD, Japonya, Rusya ve Avrupa ülkeleri gibi imalat sektörüne dayalı endüstrileşmiş ülkelerdir. Bu nedenle bakırın fiyatı, endüstrileşmiş ülkelerin refah düzeyi ve bu ülkelerin milli gelir, imalat ve sanayi üretimi gibi ekonomik göstergeleri ile yakından ilişkilidir (Fieldhouse, 2011, s. 48). Özellikle son on yılda Çin ekonomisindeki hızlı yükseliş bakır fiyatlarının üzerinde belirleyici bir rol oynamıştır.

LME tarafından belirlenen bakır fiyatları Şekil 52'de yer almaktadır. 90'lı yıllarda, yüksek bakır arzı ve zayıf bakır talebi fiyatların düşmesine neden olmuştur. Bu

dönemlerde ülke ekonomilerinde yaşanan durgunluk ve buna bağlı olarak imalat sektöründen gelen düşük talep bakır tüketiminin zayıf kalmasında etkili olmuştur. 2002 yılında yaklaşık 1600$/ton düzeyinde olan fiyatlar küresel ekonomideki büyümeye paralel olarak 2007 yılına kadar yükselen bir trend izlemiştir. 2007 yılında 7118$/ton düzeyinde olan bakır fiyatları mortgage krizinin etkisiyle 2009 yılında 5149$/ton düzeyine gerilemiştir. Küresel krizin etkisinin azalması ve küresel ekonomideki toparlanmaya bağlı olarak fiyatlar yeniden yükselmeye başlamış ve 2012 yılında 8000$/ton düzeyine ulaşmıştır.



Şekil 52. Dünya bakır fiyatı (LME, $/ton)

Kaynak: http://econ.worldbank.org (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.4. Enerji Ürünleri

Temel enerji kaynakları arasında petrol, doğal gaz, kömür, nükleer enerji, hidroelektrik ve biyoyakıtlar yer almaktadır. Dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %41'i petrolden karşılanırken, %15'i doğal gazdan, %10'u kömürden, %18'si elektrikten, %13'ü biyoyakıtlardan karşılanmaktadır ("Key World Energy Statistics", 2012, s. 28).

Enerji ürünleri arasında yer alan petrol ve doğal gaz üretim, tüketim ve fiyat değişimleri açısından aşağıda incelenmiştir.

2.2.4.1. Petrol

Dünyanın en önemli enerji kaynağı olarak kabul edilen petrol, yerküre içerisinde organik materyalin başkalaşımı ile oluşmuş ve gözenekli kayaçlar içerisinde depolanmış sıvı haldeki hidrokarbonlardır. Hidrokarbonların ve dolayısıyla petrolün yeraltında nasıl oluştuğu kesinlikle bilinmemekle birlikte 20. yüzyılın başından beri süregelen bilimsel

araştırma sonuçları, tüm hidrokarbonların yaşamını yitirmiş canlıların artıklarının durgun deniz ve göl gibi ortamların tabanında birikmesiyle oluşmaya başladıklarını ortaya koymaktadır. Deniz, göl veya akarsularda yaşamını yitirmiş olan bitkisel ve hayvansal canlılar akarsuların bu ortamlara taşıdığı kum, kil ve mineral tanecikleri ile birlikte dibe çökerek yığılırlar. Organik artıklar, sıkılaşan katı tanecikleri arasında gözenek adı verilen çok küçük boşluklarda ve çatlaklarda su ile birlikte sıkışırlar ve yeraltındaki ısı, radyoaktif element ışıması, bakteri etkisi ve üst ağırlık baskısı gibi etkenler altında kimyasal bozulmaya ve moleküler değişime uğrarlar. Yüz binlerce, milyonlarca yıl sürebilen ve katajenez adı verilen bu bozunma sürecinde organik kökenli katılar, sıvılar ve gazlar oluşur. Bunlardan sıvılar ve gazlar bozunmalarını sürdürerek ham petrole ve doğal gaza dönüşürler ("Petrole Dair Merak Edilenler", 2013, s. 1).

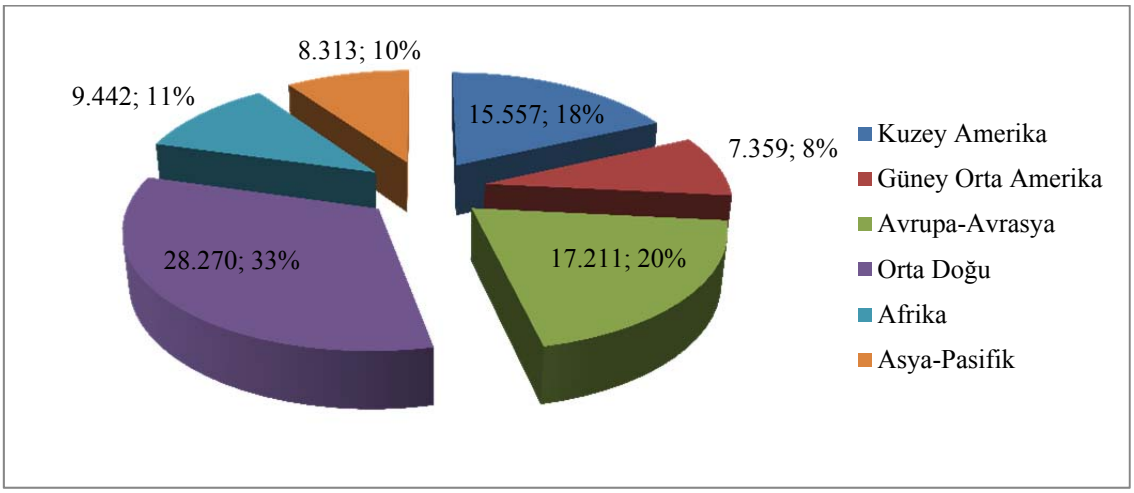
Dünyada üretilen petrolün sınıflandırmasında dikkate alınan en önemli faktörler; petrolün özgül ağırlığı, viskozitesi ve içerdiği kükürt miktarı gibi özelliklerdir. Amerikan Petrol Enstitüsü (API) tarafından çıkarılan ve özgül ağırlığa bağlı API gravite tanımı, tüm dünyada petrolün sınıflandırılmasında kullanılan temel ölçü birimlerinden birisidir. Gravite büyüdükçe yoğunluk küçülmekte ve petrolün kalitesi yükselmektedir. Kolay üretilmesi, taşınması ve işlenmesi nedeniyle, günümüzde dünya petrol talebinin % 90'ı hafif ve orta petrol ile karşılanmaktadır. Ham petrolün üretim ve rafinerisinde önemli olan diğer bir faktör de, akmaya karşı direnç olarak tanımlanan viskozitedir. Düşük viskoziteli petrollerin üretimi, taşınması ve işlenmesi kolay ve ekonomik olduğundan dünya ticaretinde bu tür petroller tercih edilmektedir (Bayrac ve Yenilmez, 2005, s. 4).

Ham petrolün rafine edilmesiyle; rafineri yakıt gazı, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), nafta, normal benzin, süper benzin, kurşunsuz benzin, dizel, parafin, solvent, jet yakıtı, gaz yağı, motorin, kalorifer yakıtı, fueloil, asfalt, madeni yağ vb. ürünler elde edilmektedir ("2000 Yılı Petrol Faaliyetleri", 2000, s.53).

2.2.4.1.1. Petrol Üretimi

Dünya petrol üretimi 2012 yılında günlük 86,1 milyon varil düzeyinde gerçekleşmiştir. Şekil 53'de gerçekleştirilen üretimin bölgelere göre dağılımı yer almaktadır. Bu dönemde en fazla üretim, günlük 28,2 milyon varil ile Orta Doğu

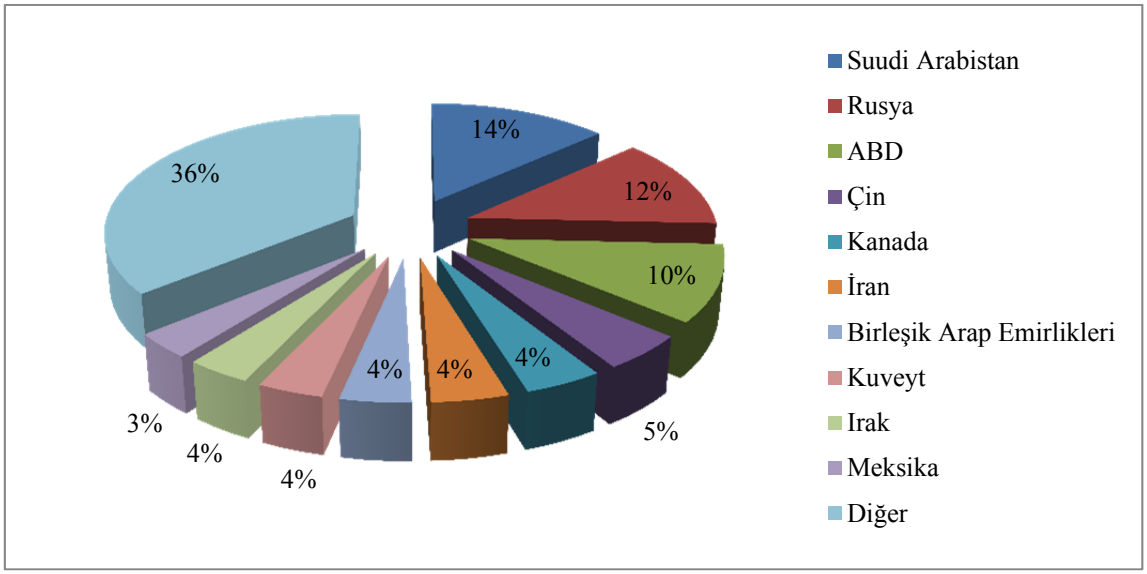
bölgesinde gerçekleşmiştir. Orta Doğu bölgesini sırasıyla Avrupa-Avrasya, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya-Pasifik bölgeleri takip etmektedir.



Şekil 53. Bölgelere göre petrol üretimi (2012 yılı, 1000 varil, günlük)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

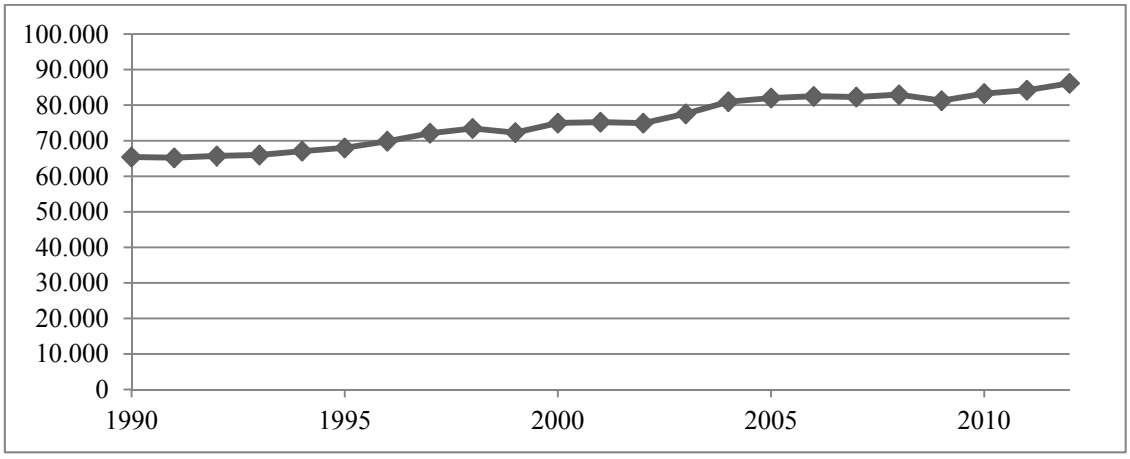
Petrol üreten ülkelerin sayısı artmasına rağmen dünya üretiminin büyük kısmı birkaç ülke tarafından karşılanmaktadır. Şekil 54'de görüldüğü üzere 2012 yılında günlük dünya petrol üretiminin %14'ünü 11,5 milyon varil üretimiyle Suudi Arabistan karşılamıştır. Rusya'nın üretimdeki payı %12 iken, ABD ve Çin'in payları sırasıyla %10 ve %5'dir. Ülkemizde ise 2012 yılında 2,1 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir.



Şekil 54. Ülkelere göre petrol üretimi (2012 yılı, günlük)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 55'e göre, 1990-1995 yılları arasında petrol üretimi günlük 65 milyon varil düzeyinde iken 1996 yılından itibaren 70 milyon varil üzerinde seyretmeye başlamıştır. 2004 yılından itibaren günlük 80 milyon varilin üzerine çıkan petrol üretimi, 2008 yılı küresel ekonomik krize kadar yatay bir seyir izlemiştir. Ekonomik krizin etkisiyle azda olsa daralan üretim, yaşanan küresel toparlanmayla birlikte 86 milyon varil düzeyine ulaşmıştır. Üretimin yaklaşık %40'ı Cezayir, Angola, Ekvator, İran, Irak, Kuveyt, Libya, Nijerya, Katar, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri ve Venezüella'nın oluşturduğu Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) tarafından gerçekleştirilmiştir.

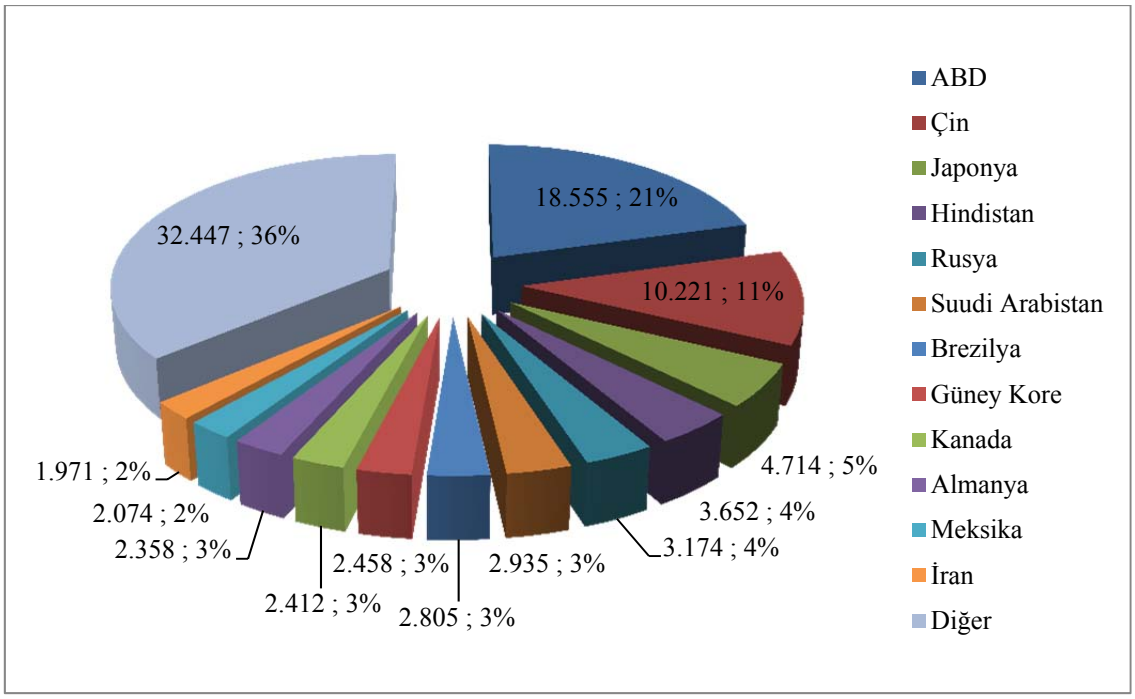


Şekil 55. Dünya petrol üretimi (1000 varil, günlük)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.4.1.2. Petrol Tüketimi

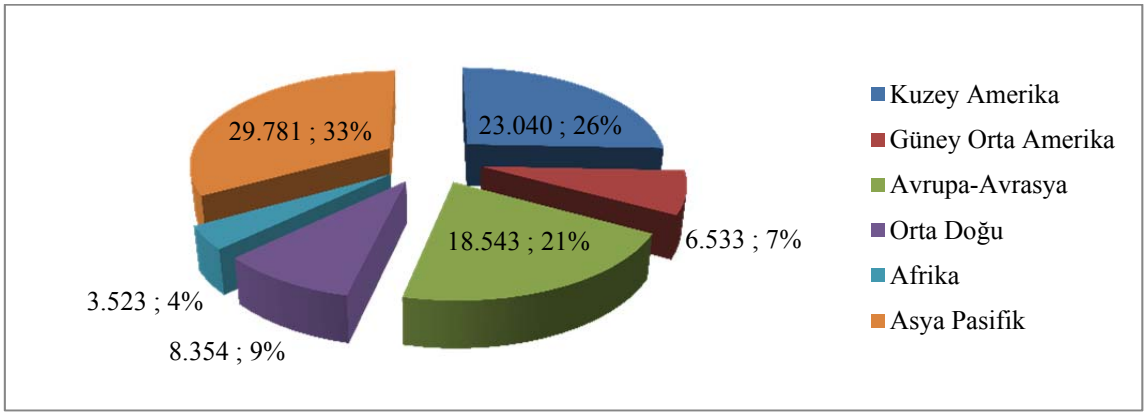
Petrol tüketiminde ülkelerin gelişmişlik düzeyleri etkili olmaktadır. 2012 yılında gerçekleştirilen günlük 89,7 milyon varil tüketimin yaklaşık %30'u gelişmiş ülke konumundaki ABD, Japonya, Kanada ve Almanya tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca petrol tüketiminde ilk onda yer alan ülkeler, G-20 olarak adlandırılan sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında yer almaktadır.



Şekil 56. Ülkelere göre petrol tüketimi *(2012 yılı, 1000 varil, günlük)*

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 56'da görüldüğü üzere ABD, 2012 yılında gerçekleştirdiği günlük 18,5 milyon varil tüketimi ile dünya petrol tüketiminde %21 oranında pay almakta ve ilk sıraya yerleşmektedir. ABD'den sonra dünya petrol tüketiminden en büyük paya sahip olan Çin, aynı yılda günlük 10,2 milyon varil petrol tüketmiş ve dünya petrol tüketiminden %11 oranında pay almıştır. Japonya ise günlük 4,7 milyon varil petrol tüketerek, dünya petrol tüketiminden % 5 oranında pay almaktadır.

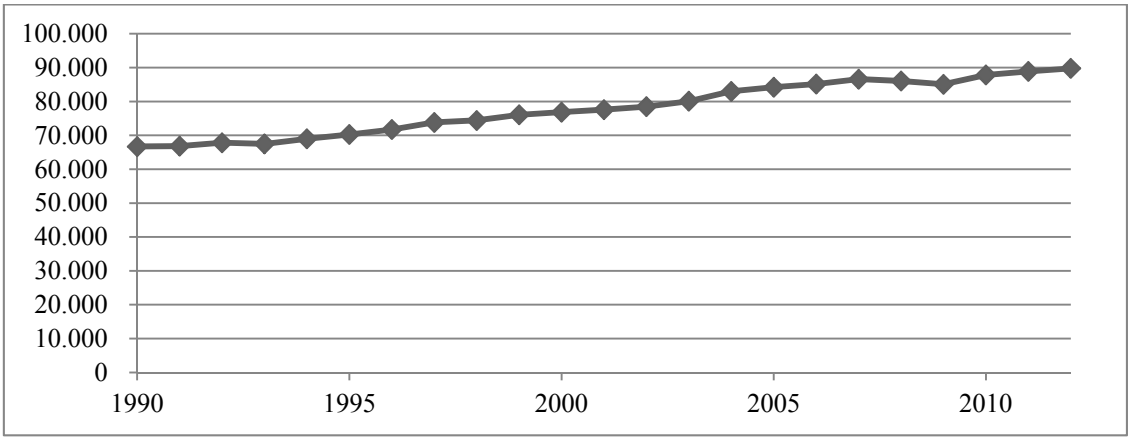


Şekil 57. Bölgelere göre petrol tüketimi (2012 yılı, 1000 varil, günlük)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2012 yılında petrol en fazla %33 oranda Asya-Pasifik bölgesinde, %16 oranında Kuzey Amerika bölgesinde, %21 oranında Avrupa-Avrasya bölgesinde tüketilmiştir (Şekil 57'ye bakınız). Petrol üretiminde ilk sırada yer alan Orta Doğu bölgesinin payı ise %9 düzeyinde kalmıştır.

1990-2012 yılları arasında günlük petrol tüketimi petrol arzına paralel bir seyir izlemiştir. Şekil 58'de görüldüğü üzere 1990 yılında günlük 66,5 milyon varil düzeyinde olan tüketim, mortgage krizinin etkisini gösterdiği 2008 yılına kadar her yıl yaklaşık %1 oranında artış göstermiştir. 2008 yılında günlük 86 milyon varil düzeyinde olan tüketim, 2009 yılında 85 milyon varil düzeyine gerilemiş, ekonomik kriz sonrası yaşanan küresel toparlanmaya paralel olarak 2012 yılında 89,7 milyon varil düzeyine ulaşmıştır.



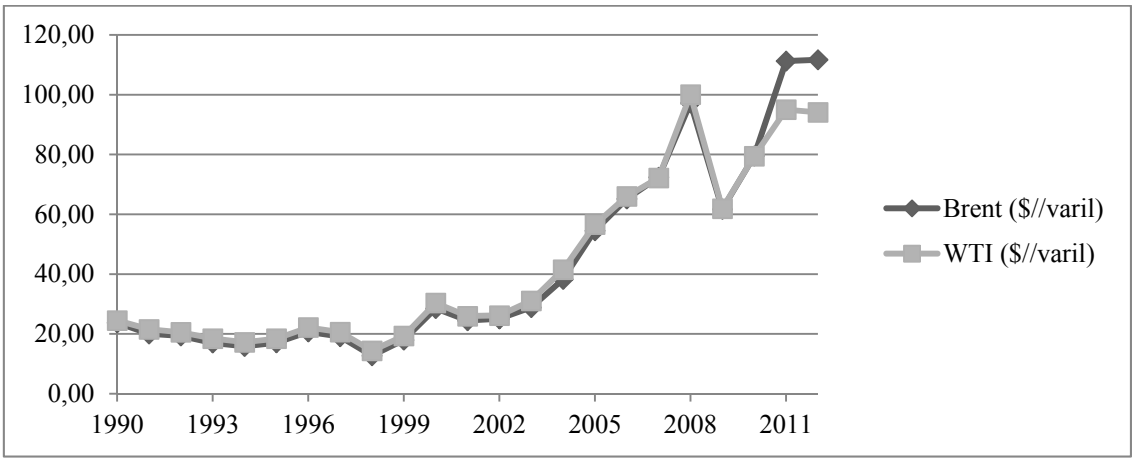
Şekil 58. Dünya petrol tüketimi (1000 varil, günlük)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.4.1.3. Petrol Fiyatları

Arz ve talep dengesizliklerine neden olarak petrol fiyatlarının dalgalanmasına yol açan ekonomik, politik, coğrafi birçok faktör bulunmaktadır. Ülkelerin petrol rezervleri ve stokları, üretim ve taşıma maliyetleri, doğal felaketler, petrol şirketlerinin yatırım politikaları, petrol rezervine sahip ülkelerin uyguladıkları yasal düzenlemeler ve ambargolar, küresel ekonomik büyüme, ikame ürünlerin varlığı, vergi politikaları, taşımacılık sektöründeki gelişmeler, yatırımcıların spekülatif hareketleri, dünya genelinde yaşanan siyasi sorunlar ve terör olayları bu faktörler arasında yer almaktadır. Her bir faktörün arz, talep ve dolayısıyla fiyatlar üzerindeki etkisi farklı olmaktadır.

Ham petrol geldiği yere göre dört farklı şekilde sınıflandırılmakta ve buna göre fiyatlandırılmaktadır. Brent petrolü, Doğu Shetland ve Kuzey Denizi sahalarından çıkarılan 15 farklı petrolün karışımına denmektedir. Avrupa, Afrika ve Ortadoğu'dan batıya akan petroller brent petrolünün fiyatına göre fiyatlandırılırlar. WTI (West Texas Intermediate) petrolü, Kuzey Amerika'da Texas ve Oklahoma Eyaletlerinden çıkarılan petrole verilen isimdir. OPEC petrolü, fiyatı petrol ihraç eden ülkeler organizasyonuna dahil ülkelerin uyguladığı fiyatlandırma mekanizması ile belirlenmiş petroldür. Dubai petrolü**,** Ortadoğu'dan Asya Pasifik Bölgesine akan petroller için kullanılmaktadır (Acar, Çiğdem, Gümrah ve Parla, 2007, s. 5). WTI petrolü, New York Ticaret Borsasında (NYMEX) borsasında işlem görürken, Brent ham petrolü Londra Intercontinental Borsası'nda (ICE), Dubai petrolü ise hem Londra ICE hem de Dubai Vadeli İşlem Borasında işlem görmektedir.



Şekil 59. WTI ve Brent petrol fiyatları ($/varil)

Kaynak: http://econ.worldbank.org (Erişim tarihi:01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Dünya ham petrol fiyatlarına referans olan brent ve WTI petrollerine ilişkin spot fiyatlar Şekil 59'da yer almaktadır. Görüldüğü üzere brent petrol fiyatları ile WTI fiyatları 2010 yılına kadar paralel hareket etmiştir. 1990 yılında brent petrol 23,73$/varil iken WTI, 24,50$/varil düzeyindedir. Bu dönemde Irak'ın Kuveyt'i işgal etmesiyle yaşanan gerginlik petrol fiyatların yüksek seyretmesinde etkili olsa da, gerginliğin kısa sürmesi ile petrol fiyatları düşmeye başlamıştır. 1994 yılına kadar gerileyen petrol fiyatları, 1996 yılında 15$ düzeyinden 20$ düzeyine yeniden yükselmiştir. 1996-1999 yılları arasında, Asya finans krizinin ve Irak petrolünün Birleşmiş Milletler güvencesinde gıda karşılığı satın alınmasının petrol arzında yarattığı etkilerine müteakiben, hiç bir sıcak jeopolitik sebep olmaksızın petrol fiyatları varil başına 10$

düzeyine kadar gerilemiştir. Küresel petrol talebi, Kuzey Amerika, Asya ve Avrupa'da ortaya çıkan yüksek-teknoloji balonunun yarattığı yatırımlar ile harekete geçmiş ve 1998 sonrası hızla artan yatırımlar devam ederken, OPEC'in üretimi arttırmaması 2000 yılında fiyatların 30$ seviyelerine gelmesine neden olmuştur (Özhan, 2005, s. 38). 2001 ve 2002 yıllarında 25$ seviyesine kadar gerileyen fiyatlar, 2003 yılından itibaren yeniden yükselmeye başlamış ve 2008 yılında 100$ görmüştür. Bu dönemde petrol fiyatlarını etkileyen en önemli unsur talepteki değişimlerdir. 2002-2007 yılları arasında dünya ekonomisi yılda ortalama %5 civarında bir büyüme göstererek altın çağını yasamıştır. Çin ve Hindistan gibi ülkeler izolasyondan çıkarak, dünya ile entegre olmuşlar, artan gelirleri ve yükselen hayat standartları ile enerjiye, petrole ve diğer emtialara olan taleplerini de artırmışlardır (Öktem ve Demirkul, 2009, s. 5). 2008 yılında yaşanan krizle birlikte petrol fiyatları bir yıl içerisinde hızlı bir şekilde düşerek 100$ düzeyinden 60$ düzeyine gerilemiştir. Krizin etkilerinin azalmaya başlaması ve dünya ekonomisindeki toparlanmanın etkisiyle petrol fiyatları yeniden yükselme eğilimine girmiş ve 2010 yılında 79,45$/varil düzeyine ulaşmıştır. 2011 yılında tüketim artışı ve OPEC'in üretim kesintisi petrol fiyatları artışında etkili olmuş, brent petrol 111,26$ düzeyine yükselirken, WTI petrolün fiyatı 95,04$ düzeyine ulaşmıştır. 2011 yılında siyasi gelişmeler nedeniyle brent ham petrol fiyatı, boru hatları ile taşınan ve bölgesel hareketliliği olan WTI petrolünden daha hareketli bir seyir izlemiştir. Bu sebeple brent petrol ile WTI petrol arasındaki fiyat farkı açılmış ve 2012 yılında bu fark yaklaşık 20$ düzeyine ulaşmıştır ("2010 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu", 2011, s. 7).

2.2.4.2. Doğal Gaz

Petrol ve kömürden sonra en önemli enerji kaynağı olan doğal gaz, petrol ile aynı süreçlerden geçerek oluşmuştur. Yılar öncesine ait bitki ve hayvan artıklarından oluşan organik kalıntılar, zaman içerisinde yeraltında sıkışarak basınç ve sıcaklığa maruz kalırlar. Basınç ve yüksek sıcaklık organik kalıntıları petrol, kömür ve doğal gaza dönüştürür. Düşük sıcaklıklarda petrol oluşurken, yüksek sıcaklıklarda doğal gaz oluşmaktadır (Dunsby, Eckstein, Gaspar, & Mulholland, 2008, s. 79)

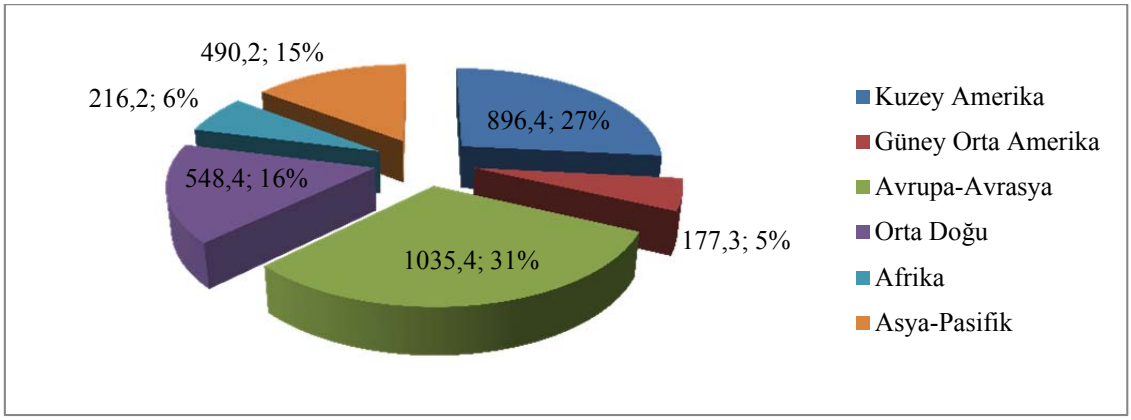
Doğal gazın büyük bir kısmı, en hafif hidrokarbon bileşiği olan metan gazından oluşmaktadır. Diğer bileşenleri ise daha ağır olan etan, propan, bütan ve kükürt gibi

atıklardan oluşmaktadır (Burger, Graeber, & Schindlmayr, 2010, s. 9). Doğalgaz yüksek oranda, doğal gaz sıvıları (NGL) olarak adlandırılan metan dışındaki gaz bileşenlerini içeriyorsa ıslak gaz olarak ifade edilirken, tamamen metandan oluşuyorsa kuru gaz olarak ifade edilir. Doğalgaz yeraltından çıkarıldıktan sonra doğal gaz sıvıları ayrıştırılarak ayrı olarak satılır. Örneğin etan plastik üretiminde temel girdi olarak kullanılır (Schofield, 2007, s. 149).

Gaz üreticileri ve dağıtıcıları gazın hacmini kübik feet(cf) olarak ifade ederken, enerji kapasitesini İngiliz ısı birimi (Btu) ile ifade eder. Kübik feet doğalgazın normal sıcaklıkta kaplayacağı alanı göstermektedir. Btu ise bir libre suyun sıcaklığını bir derece arttırmak için gerekli doğalgaz miktarını ifade etmektedir. Bir kübik feet doğal gazda yaklaşık 1,027 btu vardır (Spurga, 2006, s. 82).

2.2.4.2.1. Doğal Gaz Üretimi

Dünya doğal gaz üretimi 2012 yılında 3363,9 milyar m^3 düzeyinde gerçekleşmiştir. Şekil 60'da gerçekleştirilen üretimin bölgelere göre dağılımı yer almaktadır. Bu dönemde en fazla üretim 1035,4 milyar m^3 ile Avrupa-Avrasya bölgesinde gerçekleşmiştir. 896,4 milyar m^3 üretimi ile Kuzey Amerika ikinci sırada yer alırken, Ortadoğu üçüncü sırada yer almaktadır.

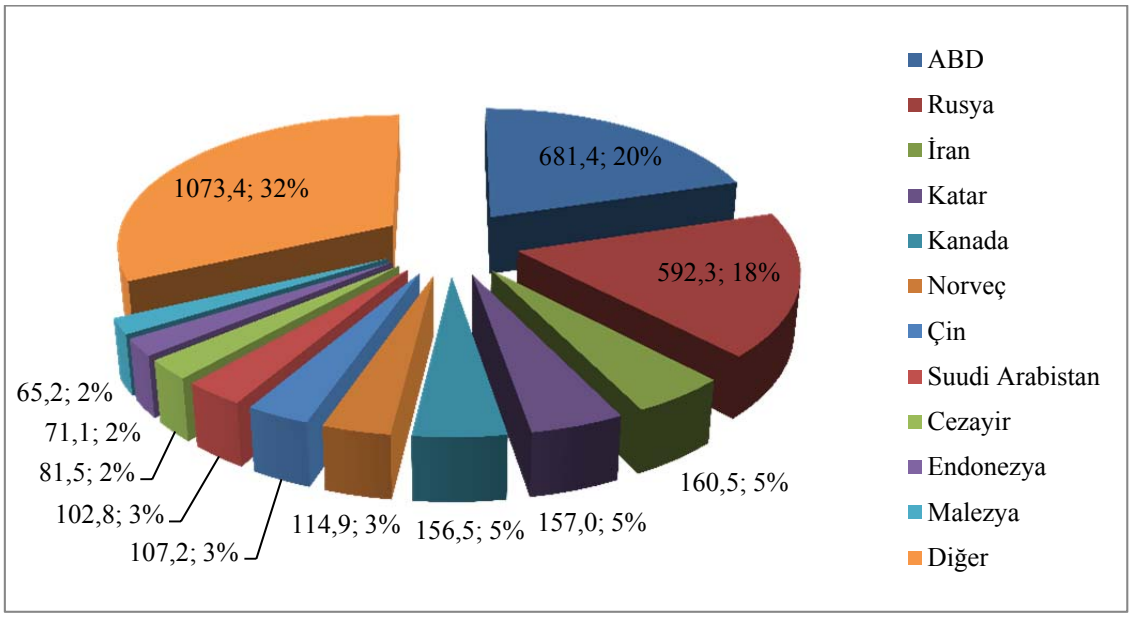


Şekil 60. Bölgelere göre doğal gaz üretimi (2012 yılı, milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 61'de görüldüğü üzere ABD, 2012 yılında gerçekleştirdiği 681,4 milyar m^3 üretimi ile dünya doğal gaz üretiminde %20 oranında pay almakta ve ilk sıraya yerleşmektedir. ABD'den sonra dünya doğal gaz üretiminden en büyük paya sahip olan Rusya, aynı yılda 592,3 milyar m^3 doğal gaz üretmiş ve dünya doğal gaz üretiminden

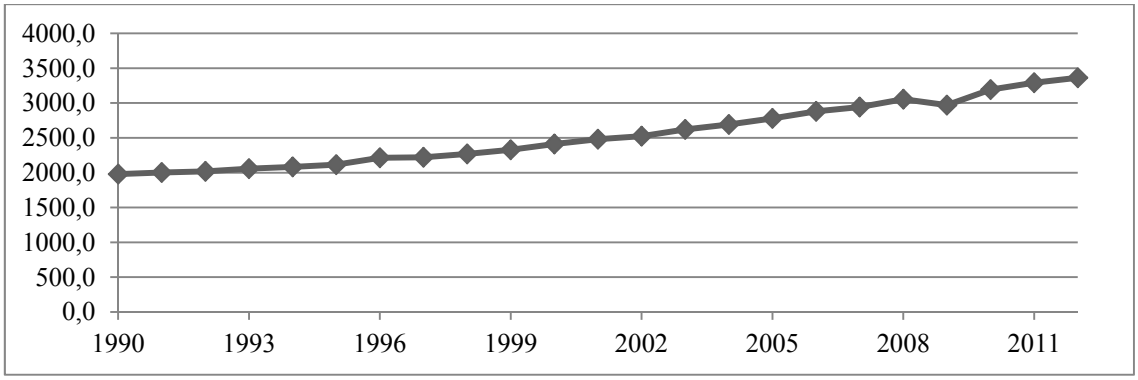
%18 oranında pay almıştır. İran ise 160,5 milyar m^3 doğal gaz üreterek, dünya doğal gaz üretiminden % 5 oranında pay almaktadır.



Şekil 61. Ülkelere göre doğal gaz üretimi (2012 yılı, milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 62'de görüldüğü üzere, 1990-2001 yılları arasında doğal gaz üretimi 2-2,5 trilyon m^3 düzeyinde iken, 2002 yılından itibaren 2,5 trilyon m^3 üzerinde seyretmeye başlamıştır. 1990-2001 yılları arasında yaklaşık %2 oranında artan üretim, 2001 yılından itibaren, küresel ekonomik krizin yaşandığı 2008 yılına kadar yaklaşık yıllık %3 oranında artış göstermiştir. 2009 yılında 3 trilyon m^3 düzeyin altına sarkan üretim, krizin etkilerinin azalmasıyla yeniden yükselme eğilimine girmiştir.



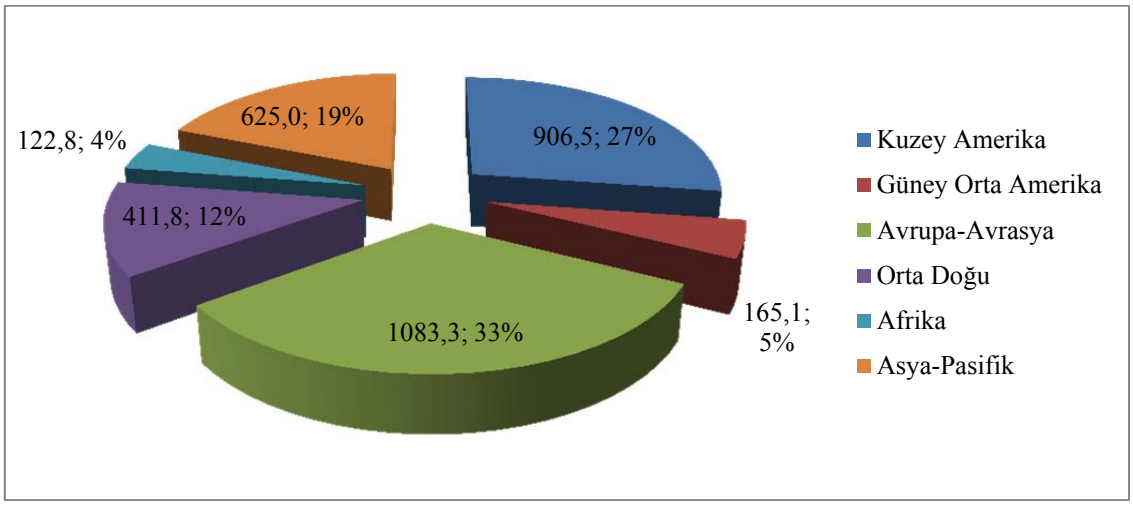
Şekil 62. Dünya doğal gaz üretimi (milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.4.2.2. Doğal Gaz Tüketimi

Doğal gaz, elektrik üretimi ve ısınma amaçlı, ulaşım, endüstriyel, ticari amaçlı ve konutlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Doğal gaz tüketiminin yaklaşık %40'ı elektrik üretimi ve ısınma amaçlı iken, %18'i endüstriyel amaçlıdır (Ağış, 2012, s. 3). Endüstriyel alanda gıda işlemesinde, cam ve metal eritmede ve atık yakımında kullanılmaktadır. Ayrıca doğal gaz bileşiminde bulunan etan, propan ve bütan gazları da endüstriyel uygulamalarda talep görmektedir. Ticari amaçlı olarak okullar, restaurantlar, hastaneler, iş yerleri tarafından ısıtma, soğutma, aydınlanma amaçlı doğal gaz tüketimi gerçekleşmektedir. Konutlarda ise teknolojik gelişmelere bağlı olarak doğal gazın ısınma amaçlı ve ocaklarda kullanımı yaygınlaşmaktadır (Bouchentouf, 2007, s. 192).

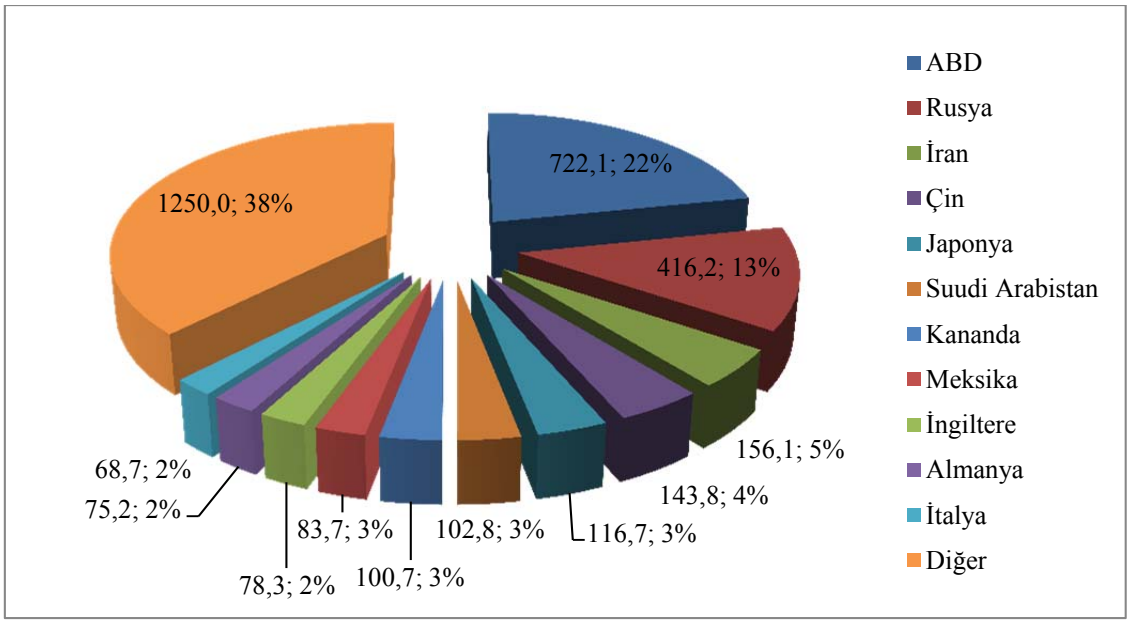
Dünya doğal gaz tüketimi 2012 yılında 3314,4 milyar m^3 düzeyinde gerçekleşmiştir. Şekil 63'de gerçekleştirilen tüketimin bölgelere göre dağılımı yer almaktadır. Bu dönemde en fazla tüketim 1083,3 milyar m^3 ile Avrupa-Avrasya bölgesinde gerçekleşmiştir. Avrupa-Avrasya bölgesini sırasıyla Kuzey Amerika, Asya-Pasifik ve Orta Doğu bölgeleri takip etmektedir.



Şekil 63. Bölgelere göre doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

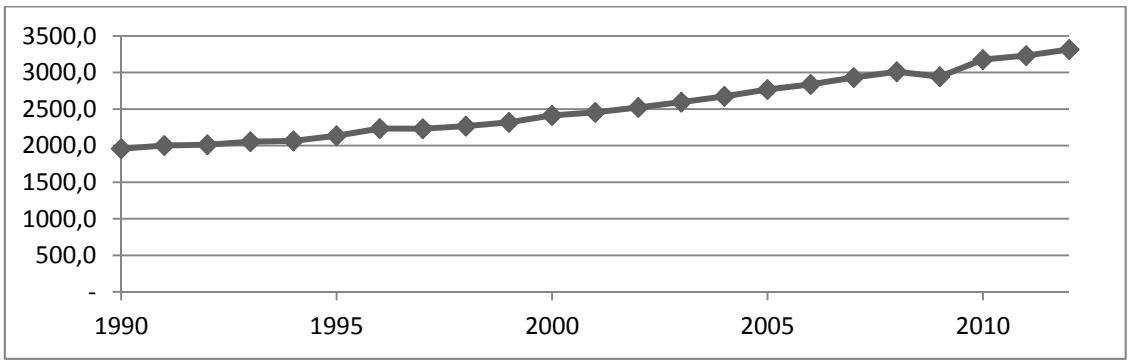
Şekil 64'de görüldüğü üzere 2012 yılında dünya doğal gazının %22'si ABD tarafından kullanılmıştır. Rusya'nın tüketimdeki payı %13 iken, İran ve Çin'in payları sırasıyla %5 ve %4'dür. Ülkemizde ise 2012 yılında 46,3 milyar m^3 doğal gaz tüketimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 64. Ülkelere göre doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

Şekil 65'de dünya doğal gaz tüketim miktarları yer almaktadır. 1990-2012 yılları arasında doğal gaz tüketimi üretime paralel bir seyir izlemiştir. 1990-2001 yılları arasında doğalgaz tüketimi 2-2,5 trilyon m^3 düzeyinde iken, 2002 yılından itibaren 2,5 trilyon m^3 üzerinde seyretmeye başlamıştır. 1990-2001 yılları arasında yaklaşık %2 oranında artan tüketim, 2001 yılından itibaren, küresel ekonomik krizin yaşandığı 2008 yılına kadar yaklaşık yıllık %3 oranında artış göstermiştir. 2009 yılında 3 trilyon m^3 düzeyin altına sarkan tüketim, krizin etkilerinin azalmasıyla yeniden yükselme eğilimine girmiştir.



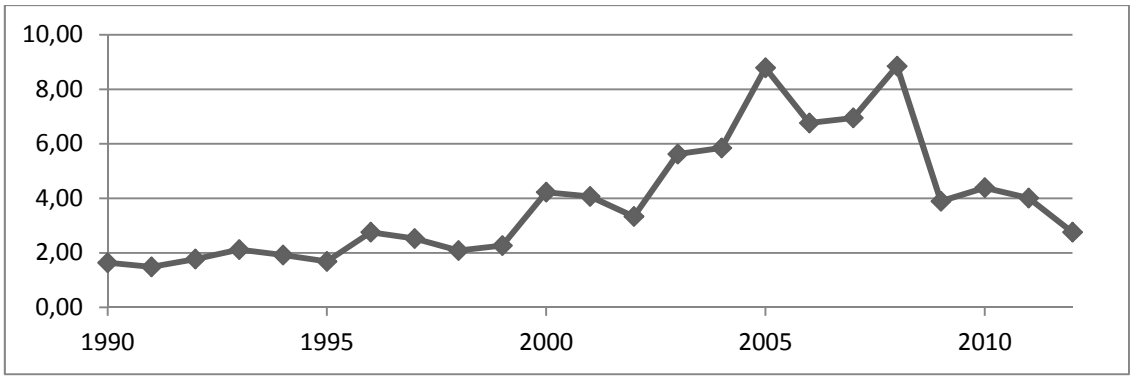
Şekil 65. Dünya doğal gaz tüketimi (2012 yılı, milyar m^3)

Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.2.4.2.3. Doğal Gaz Fiyatı

Doğal gaz fiyatları bu piyasanın esnek olmamasından dolayı kısa dönem arz ve talep değişimlerine duyarlıdır. Kısa dönemde tüketicilerin doğal gaza alternatif olabilecek başka bir yakıta geçme kabiliyeti sınırlıdır ve üretim altyapısının kapasiteye yakın olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ek doğal gaz kaynaklarının piyasaya sürülmesi ve doğalgaz boru hatlarının genişletilmesi zaman almaktadır. Doğal gaz fiyatlarını arz yönlü etkileyen faktörlerin başında gaz stokları, üretim, ithalata ya da sevkiyata getirilen kısıtlamalar, hava koşulları gelmektedir. Talep yönlü faktörler arasında ise hava sıcaklıklarındaki değişiklikler en önemli unsurudur. Soğuk aylarda konut ve ticari tüketicilerin ısınma maçlı doğal gaz talebi artmakta ve bu durum fiyatlar üzerinde yukarı yönlü baskı yaratmaktadır. Beklenmeyen ya da sert hava koşullarında arzın kısa dönemli talep artışına hızlı tepki vermemesi fiyatların artmasında etkili olmaktadır. Ayrıca sıcaklık değişimleri, yaz dönemlerinde de soğutma amaçlı doğal gaz kullanımına bağlı olarak fiyatlar üzerinde etkili olmaktadır. Yaz dönemlerinde yüksek sıcaklıklar doğal gazın soğutma amaçlı kullanımını arttırarak ve bu durum stoklama amaçlı doğal gaz kaynaklarını azaltarak kış aylarında fiyatlar üzerinde baskı yaratmaktadır. Sıcaklıklar dışında ekonomik faaliyetlerde doğal gaz fiyatları üzerinde etkilidir. Ekonomik faaliyetlerde canlılık, mal ve hizmet talebindeki artış, ticari ve endüstriyel sektörlerin doğal gaz talebini de arttırmaktadır. Bu durum özellikle doğal gazı hem yakıt hem de suni gübre ve ilaç gibi birçok ürünün hammaddesi olarak kullanan endüstriyel sektörde daha fazla yaşanmaktadır. Ayrıca doğal gaz, petrol rafinerileri ve metanol üreticileri tarafından da kullanılmaktadır. Bu nedenle rafine ürünlerin talebindeki artış doğal gaz kullanımını da artıracaktır (“An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets”, 2007, s. 2).

Şekil 66’da ABD Henry Hub teslim doğal gaz fiyatları yer almaktadır. Doğal gaz fiyatları, 1990-2008 yılları arasında dalgalı bir seyir izlemekle birlikte artış eğilimini devam ettirmiştir. 1990 yılında 1,64$/mBtu olan fiyatlar, 2000 yılında 4,23$/mBtu düzeyine, 2008 yılında ise 8,85$/mBtu düzeyine yükselmiştir. 1990-2008 döneminde yaklaşık beş kat artan fiyatlar küresel ekonomik krizin etkisiyle 4 $/mBtu düzeyinin altına sarkmış, 2010 yılında 4,39$/mBtu düzeyini kadar yükselse de düşüş eğilimini devam ettirmiştir. 2012 yılında doğalgaz fiyatlar 2,76$/mBtu düzeyine kadar gerileyerek, 1996 yılındaki fiyat düzeyine geri dönmüştür.



Şekil 66. ABD Henry Hub doğalgaz fiyatı (Usd/milyon(m) Btu)
Kaynak: www.bp.com/statisticalreview (Erişim tarihi: 01.06.2013) verilerinden derlenmiştir.

2.3. Dünyada ve Türkiye'de Emtia Piyasası

Çalışmanın bu kısmında ülkemizde ve dünyada emtia piyasasının genel görünümüne ilişkin bilgiler verilmektedir.

2.3.1. Dünya Emtia Piyasası

Dünya genelinde 90'dan fazla emtianın işlem gördüğü yaklaşık 54 emtia borsası bulunmaktadır. Tarımsal ürünler ağırlıklı olarak Asya ve Latin Amerika emtia borsalarında işlem görürken, metaller ve enerji ürünleri genellikle Londra, New York, Şikago ve Şanghay borsalarında işlem görmektedir. Özellikle metalleri kapsayan sözleşmelerde, Avrupa emtia borsalarında önemli bir paya sahip olan Londra Metal Borsası ön plana çıkmaktadır (Taylor, 2013, s. 30). Londra Metal Borsası 1877 yılından bu yana faaliyetlerine devam etmekte olup, alüminyum, bakır, kurşun, nikel, çinko ve kalay gibi demir dışı metaller, plastik malzemeler ve kütük çelik bu borsada işlem görmektedir.

Amerika emtia borsaları arasında ise öne çıkan borsa Chicago Ticaret Borsasıdır (Chicago Merchantile Exchange, CME Group). 1848 yılında kurulan ilk türev araçlar borsası olma özelliği taşıyan CBOT (Chicago Board Of Trade), bir diğer ABD'li vadeli işlem sözleşmesi ve opsiyon borsası olan Chicago Vadeli İşlem ve Opsiyon tarafından satın alınarak, 9 Temmuz 2007 tarihinde CME Grubu adı altında birleşmiştir. CME Grubu, 2008'de ise enerji ve değerli metal alanında opsiyon ve vadeli işlem sözleşmelerinin işlem gördüğü NYMEX'i satın almıştır. Böylece CME Grup dünyanın

en büyük türev piyasasına ev sahipliği yapmaktadır. CME Grubunda çok geniş bir ürün yelpazesi bulunmakta olup, borsada finansal ürünlerin yanında çeşitli emtialara dayalı ürünler de işlem görmektedir. Tarımsal ürünler grubunda; fiziki teslimatın yapıldığı mısır (127 ton), mini mısır (25 ton), buğday (136 ton), mini buğday (27 ton), soya fasulyesi (136 ton), mini soya fasulyesi (27 ton), soya fasulyesi unu (91 ton), soya yağı (27 ton), yulaf (86 ton) ve pirinç (91 ton) üzerine vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmektedir. Hayvansal ürünler grubunda; fiziki teslimata dayalı canlı sığır (18 ton) ve dondurulmuş domuz eti (18 ton) sözleşmeleri ile yaban domuzu (18 ton) ve sığır (23 ton)üzerine nakdi vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri de bulunmaktadır. NYMEX piyasasında, kakao (10 ton), kahve (17 ton), pamuk (23 ton) ve şekere (51 ton) dayalı nakdi vadeli işlem sözleşmeleri bulunmaktadır. Metal Ürünleri grubunda; fiziki teslimata dayalı altın (100 ons) ve gümüş (5.000 ons) vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri ile mini altın (33-50 ons) ve mini gümüş (1.000-2.500 ons) üzerine nakdi vadeli işlem sözleşmeleri bulunmaktadır. Enerji ürünlerinde NYMEX'in de dahil olmasıyla, CME bünyesinde işlem gören enerji ürünleri arasına ham petrol, doğal gaz, fuel oil, benzin, etil alkol olarak da bilinen etanol, propan ve diğer ürünler katılmıştır (Çikot, 2010, s. 18).

Bu borsalara ek olarak, dünya genelinde faaliyet gösteren emtia borsaları arasında en önemlileri ve bu borsalarda işlem gören emtialar Tablo 3'de listelenmiştir.

Tablo 3.

Dünya Emtia Borsaları

İşlem Gören Emtialar	**Borsanın Adı**	**Kısaltma**	**Ülke**
Enerji	New York Ticaret Borsası	NYMEX	ABD
	Şanghay Vadeli İşlem Borsası	SHFE	Çin
	Intercontinental Borsası	ICE	İngiltere
	Hindistan Emtia Borsası	MCEI	Hindistan
	Tokyo Ticaret Borsası	TOCOM	Japonya
	Dubai Ticaret Borsası	DME	Birleşik Arap Emirliği
Metaller	New York Ticaret Borsası	NYMEX	ABD
	Şanghay Vadeli İşlem Borsası	SHFE	Çin
	Hindistan Ticaret Borsası	MCEI	Hindistan
	Londra Metal Borsası	LME	İngiltere
	Dubai Altın ve Emtia Borsası	DGCX	Birleşik Arap Emirliği

Tarımsal Ürünler	Chicago Ticaret Odası	CBOT	USA
	Chicago Ticaret Borsası	CME	USA
	Şanghay Vadeli İşlem Borsası	SHFE	Çin
	Zhengzhou Ticaret Borsası	ZCE	Çin
	Dalian Ticaret Borsası	DCE	Çin
	Intercontinental Borsası	ICE	İngiltere
	Tokyo Ticaret Borsası	TOCOM	Japonya

Not. Francesca Taylor'un FT Publishing International tarafından yayımlanmış olan " Mastering the Commodities Markets" (s. 30); 2013, FT Publishing International. Yayın hakkı 2013, çalışmasından uyarlanmıştır.

Kaynak: Taylor, 2013, s. 30.

2.3.2. Türkiye'de Emtia Piyasası

Türkiye'de emtia alım-satım işlemleri ticaret borsaları ile organize borsalarda yapılmaktadır. 5174 sayılı Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği ile Odalar ve Borsalar Kanununa göre: Ticaret borsaları, Kanunda yazılı esaslar çerçevesinde borsaya dahil maddelerin alımı, satımı ve borsada oluşan fiyatlarının tespit, tescil ve ilânı işleriyle meşgul olmak üzere kurulan kamu tüzel kişiliğine sahip kurumlardır. Bu kapsamda ticaret borsaları, tarım ürünlerinde arz ve talebin karşılaştığı, belirli kurallar içerisinde işlemlerin yapıldığı ve fiyatların oluştuğu pazar yerleridir. Ticaret borsaları, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğine (TOBB) bağlı olup çalışma alanları bulundukları il ile sınırlıdır. Ticaret borsalarında işlem gören ürünler arasında hububat, bakliyat, yağlı tohumlar, hayvan yemi olan küspe, bitkisel ve hayvansal gıda maddeleri, kuru meyveler, orman ürünleri, tekstil hammaddeleri ve canlı hayvanlar bulunmaktadır. Ticaret borsalarında sadece spot işlemler yapılmaktadır. 2012 yılı itibariyle TOBB'a kayıtlı 113 ticaret borsası bulunmaktadır (http://tobb.org.tr/Oda-BorsaSektorGirisimcilikDairesi/Sayfalar/AnaSayfa.asp, Erişim tarihi: 20.10.2012).

2009 yılı verilerine göre, ticaret borsaları arasında en fazla işlem hacmine sahip borsa 8.566.782.033,68TL ile İstanbul Ticaret Borsasıdır. Bu borsayı sırasıyla İzmir, Konya, Adana ve Şanlıurfa Ticaret Borsaları takip etmektedir. İstanbul Ticaret Borsasında en fazla işlem gören Canlı hayvan iken, İzmir'de palm yağı, Konya'da buğday, Adana'da mısır, Şanlıurfa' da ise pamuktur. (http://www.tobb.org.tr/Sayfalar/TicaretBorsalariBilgiSistemi.aspx, 20.10.2012).

Tablo 4.

İstanbul Altın Borsası Kıymetli Madenler Piyasası Verileri (2012)

Altın	**İşlem Hacmi**	**İşlem Miktarı (kğ)**	**İşlem Sayısı**
TL/Kg.	1.714.684.476,71	17.599,200	2.167
Usd/Ons.	15.462.299.855,43	291.788,889	9.560
Eur/Ons.	109.805.014,95	2.663,546	121
Gümüş			
TL/Kg.	319.358.439,94	178.263,008	125
Usd/Ons.	266.329.430,75	258.936,593	783
Eur/Ons.	-	-	-
Platin			
TL/Kg.	530.055,15	11.449,000	1
Usd/Ons.	-	-	-
Eur/Ons.	-	-	-
Paladyum			
Tl/Kg.	219.142,56	11,373	3
Usd/Ons.	-	-	-
Eur/Ons.	-	-	-

Kaynak: http://www.iab.gov.tr/veriler.as (Erişim tarihi:16.07.2013) verilerinden derlenmiştir.

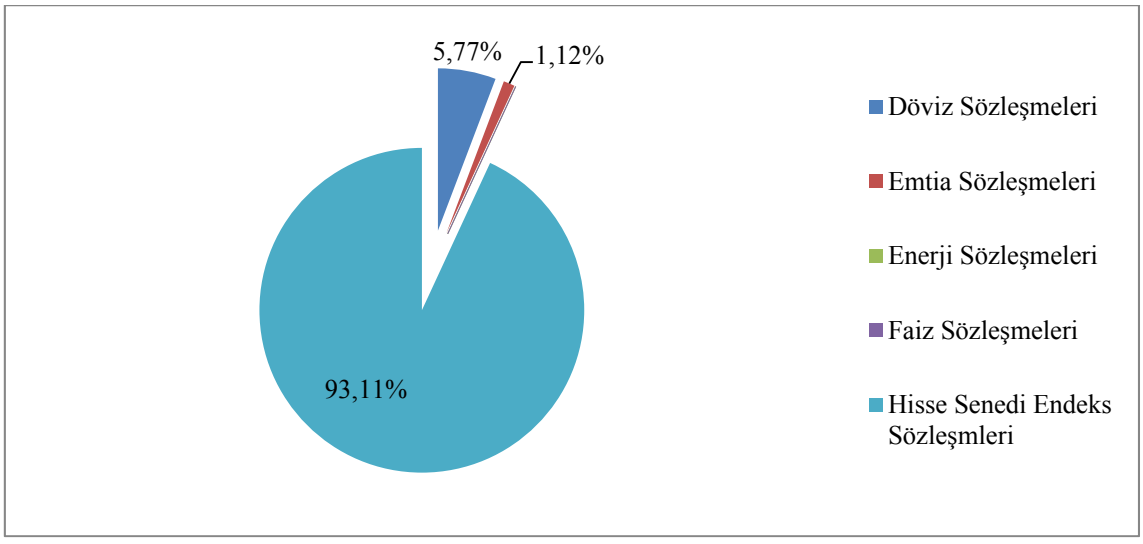
Ülkemizde organize emtia borsası sayılabilecek ilk örnek İstanbul Altın Borsası'dır (İAB). 26 Temmuz 1995 tarihinde faaliyetlerine başlayan İAB, 2012 tarih ve 28513 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Yeni Sermeye Piyasası Kanunu kapsamında kurulan Borsa İstanbul Anonim Şirketi bünyesine katılarak, 3 Nisan 2013 tarihinde tüzel kişiliğine son verilmiştir. Bu tarihten itibaren İAB bünyesinde gerçekleştirilen kıymetli maden ve taş işlemleri, Borsa İstanbul bünyesinde kurulan kıymetli madenler ve kıymetli taşlar piyasası altında yürütülmeye başlanmıştır. Bu piyasada, kıymetli madenlere ve kıymetli taşlara ilişkin olarak standart, standart dışı, cevherden üretim altın, gümüş, platin ve paladyum üzerine spot işlemlerin yapıldığı Kıymetli Madenler Piyasası, ödünç ve sertifika işlemlerinin yapıldığı Kıymetli Madenler Ödünç Piyasası ile elmas ve kıymetli taşların işlem görebildiği Elmas ve Kıymetli Taş Piyasası yer almaktadır. Kıymetli madenler piyasasında işlemler TL/ kg, Usd/Ons ve Euro/Ons cinsinden yapılırken, Kıymetli Madenler Ödünç Piyasasında işlem birimi kğ'dır ("Kıymetli Madenler ve Taşlar Piyasası Kılavuzu", 2013, s. 4-8). 2012 yılına ilişkin İAB kıymetli madenler piyasası işlem hacimlerine bakıldığında,

işlemler ağırlıklı olarak altın ve gümüş üzerinde yoğunlaşmışken, platin de çok kısıtlı kalmıştır. Altın da işlem hacmi 9.946.637.914,28 Usd/Ons, gümüşte 144.207.093,18 Usd/Ons ve platinde ise 530.055,15 Usd/Ons olarak gerçekleşmiştir.

Ülkemizde emtiaların işlem görebildiği bir diğer organize borsa ise Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'dır (VOB). Şubat 2005 tarihi itibariyle işlemlerine başlayan borsada hisse senedi endeksleri, faiz oranı ile dövize dayalı vadeli işlem sözleşmelerinin yanı sıra, bazı emtia ürünlerine dayalı vadeli işlem sözleşmeleri de bulunmaktadır. Emtia ürünleri arasında Egepamuk, Anadolu kırmızı buğday, canlı hayvan, enerji, altın, dolar/ons altına dayalı vadeli işlem sözleşmeleri bulunmaktadır. VOB'da işlemler yıllar itibariyle artan bir ilgiyle karşılanmış ve işlem hacimleri katlanarak artmıştır. Tablo 5'de yer alan 2012 yılı verilerine bakıldığında en fazla işlem hacmi hisse senedi endeks sözleşmelerinde gerçekleşirken, bunu döviz sözleşmeleri takip etmiştir. Ancak emtialara dayalı vadeli işlemler, diğer finansal ürünlere kıyasla hayli kısıtlı kalmıştır. Tablo 6'da yer alan VOB'daki emtialara dayalı kontratların işlem hacimlerine bakıldığında, tarımsal emtialara dayalı sözleşmelere neredeyse hiç ilgi olmamıştır. İşlemler ağırlıklı olarak altına dayalı kontratlarda gerçekleşirken, 2012 yılında işlemlerin tamamına yakını bu ürüne dayalı kontratlarda gerçekleşmiştir (Çikot, 2010, s. 9).

Tablo 5:

VOB Dayanak Varlık Bazında İşlem Hacmi (TL-2012)



Kaynak: http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=614 (Erişim tarihi:17.07.2013) verilerinden derlenmiştir.

Tablo 6.

VOB Emtialara Dayalı Vadeli İşlem Sözleşmelerinin İşlem Hacmi ve Miktarı (2012)

Sözleşme Türü	**Miktar (Adet)**	**Hacim (TL)**
VOB Egepamuk	4	14.215
VOB Anadolu Kırmızı Buğday	2	7.100
VOB Altın	48.941	473.545.033
VOB Dolar/Ons Altın	1.347.200	4.049.960.692
VOB Baz Yük Elektrik	928	12.598.742

Kaynak: http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=614 (Erişim tarihi:17.07.2013) verilerinden derlenmiştir.

2005 yılından itibaren işlemlerin yapıldığı VOB'da 2 Ağustos 2013 tarihinden itibaren işlemler sona ermiş ve 5 Ağustos 2013 tarihinden itibaren Türkiye'deki tüm vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) bünyesinde tek bir platformda işlem görmeye başlamıştır.

BÖLÜM III

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN YÖNETİMİ

Çalışmanın bu bölümünde risk kavramı, risk ölçüm yöntemlerinin tarihsel gelişimi ve riskin kaynakları açıklanmış; ardından piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan riske maruz değer yöntemine değinilerek, riskten korunma yöntemleri açıklanmıştır.

3.1. Risk Ölçüm Yöntemlerinin Tarihsel Gelişimi

20. yüzyılın ortalarından itibaren risk yönetim tekniklerinde gerek teori gerekse uygulama bakımından ciddi değişimler gözlemlenmiştir. Risk yönetiminde yaşanan bu değişimlerin temelinde döviz kurları ve faiz oranlarındaki hareketlilik, sermaye piyasalarında yaşanan dalgalanmalar, türev araçlara dayalı sözleşmelerin gelişimi, menkul kıymet ve vadeli işlem piyasalarında giderek artan işlem hacmi ve teknolojik gelişmeler yatmaktadır. Bu kapsamda, VaR öncesi dönemde risk ölçüm yöntemlerinde yaşanan gelişmeler gap analizi, durasyon analizi, senaryo analizi, portföy teorisi ve türev araçların risk ölçümü olmak üzere sınıflandırabilinir (Dowd, 2002, s. 3).

Gap analizi, başlangıçta finansal kurumlar tarafından geliştirilmiş ve daha sonra yaygın bir kullanım alanı bulmuş, uygulaması kolay olan ve faiz oranlarındaki değişimin işletmelerin karlılıkları üzerindeki etkisini gösteren bir risk ölçüm yöntemidir. Gap analizinde ilk aşamada bilançodaki varlık ve borçların faiz oranı riskine karşı duyarlılığı belirlenmekte, daha sonraki aşamada ise faize duyarlı varlıklardan faize duyarlı borçlar çıkarılarak gap hesaplanmaktadır. Faize duyarlı varlıklar, fiyatlamaya konu faize duyarlı borçların düzeyini aşarsa, pozitif gap; faize duyarlı borçlar, faize duyarlı varlıklardan daha büyükse negatif gap söz konusu olmaktadır. Hesaplanan gap ve faiz oranındaki değişimin çarpılmasıyla net faiz gelirindeki değişim belirlenmektedir (Canbaş ve Doğukanlı, 2007, s. 203). Gap analizinin uygulaması kolay olmakla birlikte, sadece bilanço içi faiz riskini dikkate alması, faiz oranlarındaki değişimin gelir üzerindeki etkisini incelemesi ve analizin uygulandığı döneme duyarlılığı gibi sınırları bulunmaktadır (Dowd, 2002, s. 4).

Durasyon (süre) analizi, sabit getirili yatırım araçlarının ortalama vadesini ya da efektif vadesini ölçmektedir. Başka bir ifadeyle, yatırımcının yatırıma bağladığı fonların

tamamını geri alıncaya kadar geçen süreyi hesaplamaktadır. Durasyon analizi, yatırımın sağladığı nakit akışlarının zaman ile ağırlıklandırılarak bugünkü değerine indirgenmesinden hareket etmekte ve durasyon, yatırımdan sağlanan nakit akışlarının zamanla ağırlıklandırılmış bugünkü değerinin, ağırlıklandırılmadan hesaplanan bugünkü değerine oranlanmasıyla bulunmaktadır (Schwerdt & Wendland, 2009, s. 145). Durasyon analizinin gap analizi gibi sınırları bulunmaktadır. Durasyon analizi de faiz oranı gibi diğer risk faktörlerini göz ardı etmekte, fazla detaya girmeden yüzeysel incelemeler yapmakta ve finansal kesim dışındaki firmalar için uygun bir yöntem olmamaktadır (Aydın, 2000, s. 5).

Senaryo analizi, oluşturulan farklı senaryolar altında yatırımın kazanç ve kaybının hesaplanmasına dayanır. Analizi uygulamak için ilk olarak hisse senedi fiyatları, faiz oranları, döviz kurları gibi değişkenlerin inceleme dönemi içerisinde nasıl değiştiğini gösteren bir senaryo seti oluşturulmakta ve daha sonra her bir senaryo için varlık ve yükümlülüklerin değerleri tahmin edilerek, yatırımın maruz kaldığı risk hesaplanmaktadır. Senaryo analizi, uygulanması kolay bir yöntem değildir. Doğru senaryonun tanımlanması ve seçimine ilişkin birçok kriter bulunmakta, bunun yanı sıra oluşturulan senaryoların akılcı, çelişkiden uzak varsayımlara dayandırılması gerekmektedir. Ayrıca senaryo analizinin sonuçları analistin yeteneğine ve öznel yargılara dayanmaktadır (Dowd, 1998, s. 11).

Portföy teorisi, 1960'lı yıllarda Markowitz tarafından ortaya konulmuş ve portföy seçim problemi üzerine kurulmuştur. Teoriye göre yatırımcı, yatırım kararı verirken portföyün beklenen getirisi ve riskini göz önünde bulundurmaktadır. Bir portföyün riski, onun beklenen getirisinden sapma olasılığı olarak tanımlanmakta ve genellikle varyans ve standart sapma ile açıklanmaktadır. Bu kapsamda bir yatırımcı, çeşitli portföyler arasından kendisine değişen risk düzeylerinden maksimum beklenen getiriyi sunan ya da kendisine değişen beklenen getiri düzeylerinden minimum riski sunan portföyü tercih edecektir. Bu özellikleri taşıyan portföy etkin portföy olarak tanımlanmaktadır. Markowitz yaklaşımında, yatırımcı çok sayıda menkul kıymetin standart sapması, beklenen getirisi ve bu menkul değerlerin aralarındaki kovaryansları hesaplamak zorundadır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edeceği portföylerden oluşan yatım seti içinden en yüksek getiri ve en düşük riske sahip portföylerden etkin sınırı oluşturarak, en iyi yatırım seçeneğinin bulmaya çalışacaktır. Portföy teorisi ilerleyen

yıllarda Sharpe (1964), Linter (1965) ve Tobin (1969) tarafından geliştirilmiş ve bir varlığın riski ve getirisinin birbirleriyle ilişkisi daha kapsamlı bir bilimsel tabana oturtulmuştur. Bu teori literatürde Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli (SVFM) olarak adlandırılmaktadır (Karan, 2001, s. 195). Model, Markowitz'in etkin sınırının bittiği yerde başlamakta ve herhangi bir menkul kıymetin beklenen getirisi ile risk derecesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu ilişki genel olarak doğrusaldır. Bir menkul kıymetin beklenen getirisi, risksiz faiz oranı, pazar portföyünün beklenen getirisi ile risksiz faiz oranı arasındaki farka eşit olan pazar risk primi ve beta katsayısı (β) ile ilişkilendirilerek hesaplanmaktadır. SVFM, sistematik veya pazar riskinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Sistematik risk ise hisse senedinin fiyatı ile piyasa fiyatı arasındaki korelasyonun büyüklüğü ile tanımlanır ve ölçüsü beta katsayısıdır. Sermaye Varlıklarını Fiyatlandırma Modeli, portföy kararlarını daha kolaylaştırmakta ve uygulama olanağını arttırmaktadır. Ayrıca model, yalnız portföy için değil tek bir menkul kıymete uygulama olanağı sağlamaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2008, s. 294). Bunun yanı sıra birçok sayıdaki risklerin bir arada ve birbirleri üzerindeki etkilerini ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Fakat portföy teorisinin de diğer risk ölçüm yöntemlerinde olduğu gibi uygulanmasında zorlukları bulunmaktadır. Risksiz getirinin ya da beklenen piyasa değerinin hesaplanması kolay olmakla beraber bir menkul kıymetin risk priminin hesabında kullanılacak risk faktörlerinin hesaplanması sorunlu olabilmektedir. Bu risk faktörünün hesaplanabilmesi için yeni aktiflerin getirileri ile mevcut tüm aktiflerin getirileri bilinmeli ve kullanılacak risk tekniklerinin güvenilir olabilmesi için yeterince uzun bir dönemi kapsayan bir veri seti bulunmalıdır. Riski ifade eden beta değerlerinin portföy her değiştiğinde yeniden hesaplanması gerektiği de dikkate alındığında, portföy analizi yönteminin düzenli olarak çok miktarda işlem yapılmasını gerektirmektedir (Bolgün ve Akçay, 2009, s. 283).

Türev araçlara yatırım yapılması durumunda delta, teta, lamda, rho, phi gibi parametreler kullanılarak risk hesaplanmaktadır. Özellikle deneyimli uygulamacılar tarafından türev araç pozisyonlarından kaynaklanan riski ölçmek ve yönetmek için bu parametreler sıklıkla kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemin kullanılması oldukça deneyim gerektirmektedir. Uygulamacı aynı anda çok sayıda risk faktörü ile mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Küçük fiyat değişimler ise karşı koruma sağlayan bu ölçüler, piyasanın çalkantılı olduğu dönemlerde başarılı olmayabilmektedir (Dowd, 2002, s. 7).

Yukarıda ifade edilen risk ölçüm yöntemleri tüm riskleri bir bütün olarak ölçmede başarılı olamamış ve firmaları bu eksikliği gidermeye yönelik çalışmalara itmiştir. JP Morgan tarafından geliştirilen, VaR ölçütünü kullanan RiskMetrics yöntemi de bu çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır. JP Morgan, RiskMetrics'i ve onun için gerekli veri setini Kasım 1994'de ücretsiz olarak yaygın kullanıma sunmuştur. Bunun ardından VaR daha yaygın bir kabul ve kullanım bulmuş, sadece menkul kıymet işlemleri ile uğraşanlar değil bankalar, emeklilik fonları, diğer finansal kurumlar ve mali olmayan şirketler tarafından da uygulanır hale gelmiştir. VaR sistemleri yaygınlaştıkça, ilk geliştirilme amacı olan piyasa riskinin ölçülmesi dışında kredi, likidite, nakit akım (özel firmalar için) risklerini de içine alacak şekilde geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yönde çalışmalara örnek olarak JP Morgan'ın kredi riskinin ölçülmesine yönelik olarak geliştirmekte olduğu CreditMetrics verilebilir (Aydın, 2000, s. 6).

3.2. Emtia Piyasasında Risk Kaynakları

Riskin sözlük anlamı, gelecekte beklenmeyen bir durumun ortaya çıkma olasılığı, yaralanma, incinme ve zarara uğrama ihtimalidir. Finansal açıdan ise risk, beklenen getirinin gerçekleşen getiriden sapma olasılığıdır. Yatırımcının yapmış olduğu yatırımdan sağlayacağı verimin, beklenen verimin altına düşme veya üstüne çıkma olasılığı söz konusudur. İşte bu olasılık, yatırımcı açısından yapmış olduğu yatırımın riskini oluşturmaktadır (Ceylan ve Korkmaz, 2008, s. 646).

Risk, sistematik ve sistematik olmayan riskler olarak gruplandırılmaktadır. Sistematik riskler, bir ekonomideki tüm yatırım araçlarını etkileyen ve çeşitlendirme ile giderilemeyen riskler olarak değerlendirilirken; sistematik olmayan riskler ise varlığın kendisinden kaynaklanan ve yatırımcının çeşitlendirme ile kontrol edebileceği riskler olarak değerlendirilebilir. Sistematik riskler arasında piyasa riski, politik risk, enflasyon riski, faiz oranı riski, operasyonel risk ve kur riski yer alırken, sistematik olmayan riskler finansal risk, endüstri riski ve yönetim riskinden oluşmaktadır (Demireli, 2007, s. 124-126).

Emtia piyasasında gerek işletmelerin gerekse yatırımcıların maruz kaldıkları riskleri yönetebilmeleri ve risk yönetim teknikleri geliştirebilmeleri için riskin kaynağını bilmeleri gerekmektedir. Emtia piyasaları, yatırımcılara çok çeşitli yatırım

fırsatları sunmakta ve buna bağlı olarak maruz kaldıkları riskler de çeşitlilik göstermektedir.

Emtia yatırımcılarının bu piyasadaki yatırımlarından dolayı karşılaşacakları risklerden biri jeopolitik risktir. Jeopolitik riskler, doğal kaynakların dünya üzerinde farklı bölgelerde bulunmasından ve bu kaynaklar üzerinde devletlerin ve uluslararası şirketlerin egemen baskılarının olmasından ortaya çıkmaktadır. Bu egemen baskılar doğal kaynakların kontrolü, lisans anlaşmaları, vergi yapısı, çevresel unsurlar, yerli işçi istihdamı, kullanılan teknoloji gibi çok çeşitli konularda uluslararası anlaşmazlıklara neden olmaktadır. Bazı durumlarda bu anlaşmazlıklar doğal kaynakları işleyen yabancı işletmelerin faaliyetlerinin durdurulmasına ve ülkeden çıkarılmalarına kadar gitmektedir (Bouchentouf, 2007, s. 47).

Diğer bir risk kaynağı ise fiyatların yükseleceği ya da düşeceği beklentisiyle emtia piyasalarında pozisyon alarak, kısa dönemde kar elde etmeyi amaçlayan spekülatörlerin neden olduğu spekülatif risklerdir. Spekülatörler piyasaların farklı şekilde hareket etmesine neden olmaktadırlar. Özellikle emtia vadeli işlem piyasalarında, piyasaya likidite sağlamalarına rağmen, piyasanın dalgalanmasını da artırmaktadırlar. Piyasalardaki spekülatif sermaye miktarı artıkça dalgalanmalarda süreklilik kazanmaktadır. Emtia vadeli işlem piyasalarında genel olarak yatırımcıların %75'ini ticari yatırımcılar, %25'ini de spekülatif yatırımcılar oluşturmaktadır (Fabozzi, Fuss, & Kaiser, 2008, s. 8).

Yatırımcıların emtia piyasasında sıklıkla karşılaştıkları diğer bir risk türü ise piyasa riskidir. Piyasa riski, piyasa fiyatlarının dalgalanması sonucu ortaya çıkan kayıp olasılığını ifade etmektedir (Akgüç, 1998, s. 866). Piyasadaki fiyat dalgalanmaları döviz kurundaki, faiz oranındaki ya da hisse senedi fiyatındaki değişimlerden kaynaklanabilir. Bu kapsamda piyasa riski, döviz kuru riski, faiz oranı riski ve fiyat riski olarak incelenmektedir.

Döviz kuru riski, ülke parasının diğer yabancı paralar karşısında değer yitirmesi veya kurumun, döviz pozisyonundaki mevcut yabancı paralar arasındaki paritenin değişmesi sonucunda zarara uğraması olarak tanımlanabilir (Mandacı, 2003, s. 71). Çoğu emtialar, ABD doları, Euro gibi para birimleri üzerinden fiyatlanmakta ve borsalarda işlem görmektedir. Bu nedenle yatırımcılar döviz kurlarındaki değişimlere bağlı olarak döviz kuru riskine maruz kalmakta ve karlılıkları değişmektedir.

Uluslararası piyasalarda birçok emtia dolar üzerinden fiyatlandığı için daha zayıf bir dolar, yabancı tüketicilerin emtia talebini ve satın alma gücünü arttırırken; yabancı üreticilerin kazançlarını ve arzını azaltmaktadır. Döviz kurundaki şoktan dolayı doların değerindeki bir azalma emtia fiyatlarında daha fazla artışa neden olabilmektedir (Akram, 2009, s. 839).

Faiz oranı riski ise, piyasa faiz oranlarındaki değişikliklerin neden olduğu getirideki potansiyel değişkenlik olarak tanımlanmaktadır. Genel anlamda, eğer piyasa faiz oranları yükselirse, yatırımların değerleri ve piyasa fiyatları düşecek, piyasa faiz oranları düştüğünde ise yatırımların değerleri ve piyasa fiyatları yükselecektir (Gürbüz ve Ergincan, 2004, s. 27). Emtia fiyatları da faiz oranları düştüğü zaman yükselmektedir. Petrol fiyatları ile endüstriyel hammaddeler faiz oranlarındaki değişime daha hızlı tepki verirken, tarımsal ürünler ve metaller daha yavaş tepki vermektedir (Akram, 2009, s. 846).

Fiyat riski de alım satıma konu olan emtiaların zaman içerisinde fiyatlarının değişmesinden kaynaklanan risklerdir. Emtia piyasalarında fiyat değişimlerine, faaliyet döngüsü (enerji ve tarımsal ürünleri, metaller), politik olaylar (enerji ürünleri) ya da beklenmedik hava koşullarının (tarımsal ürünler) neden olduğu arz ve talep dengesizlikleri gibi birçok faktör sebep olabilmektedir. Örneğin, 1990 yılı sonlarında petrol fiyatları Irak'ın Kuveyt'i işgal etmesiyle varil başına 35$ üzerine çıkmış, daha sonraki aylarda Irak'ın geri çekilmesiyle fiyatlar 20$ altına gerilemiştir (Laurent, 2003, s. 437). Bu kapsamda, fiyat riskinin temel kaynağını fiyatlardaki volatilite ve piyasanın likidite düzeyi oluşturmaktadır. Volatilite, belli bir dönemde emtia fiyatlarındaki ortalama değişimi ifade etmektedir. Fiyatlardaki volatilite zayıf ise fiyat riski de düşük olmaktadır. Volatilitenin yüksek olması, ortalama fiyat değişimlerinin daha büyük ve fiyat riskinin daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda fiyat değişimlerinden kaynaklanan riskin etkisini azaltmak için yatırımcının bir takım önlemler alması gerekmektedir, aksi takdirde emtia fiyatlarındaki volatilitenin fiyatlama ve karlılık üzerinde ağır etkileri olacaktır. Fiyat riskinin diğer bir kaynağını oluşturan piyasasın likiditesi de fiyat dalgalanmaları üzerinde etkili olabilmektedir. Likidite, emtianın değerinde önemli bir kayıp olmaksızın kolayca nakde dönüştürülebilmesini ifade eder. Eğer bir emtia likit ise aktif olarak ticareti yapılabilmektir. Bir piyasanın likiditesi yüksek ise fiyat değişimleri dolayısıyla volatilite oldukça düşük olacaktır.

Likidite ve volatilite arasındaki ilişki finansal varlıklar da daha belirgin iken finansal olmayan varlıklarda volatilite, likidite dışındaki faktörlerden daha çok etkilenmektedir (Janakiramanan, 2012, s. 9).

Emtia fiyatları her ne kadar arz ve talepteki konjonktürel ve günlük değişimlerden dolayı kısa dönemde dalgalanma gösterse de uzun dönemde dengeye gelmektedir. Emtialardaki fiyat riski, döviz kurları ve faiz oranı riskine göre daha karmaşık ve daha fazla değişim göstermektedir. Ayrıca emtia piyasası, diğer finansal piyasalardan daha az likit olduğu için arz ve talepteki değişimler fiyatlar ve volatilite üzerinde daha etkili olabilmektedir. Bu nedenle, bu piyasalarda fiyat riskinden korunma çok daha zor olmaktadır (Janabi, 2009, s. 16).

3.3. Emtia Piyasasında Piyasa Riskinin Ölçülmesi

Çalışmanın bu kısmında piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan riske maruz değer yöntemi açıklanarak, hesaplama yöntemlerine değinilmektedir.

3.3.1. Riske Maruz Değer (VaR) Kavramı

Riske Maruz Değer (VaR), yöntemi pek çok uluslararası finansal kuruluş tarafından yaygın olarak kullanılan ve Basel standartlarında piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılması önerilen risk ölçüm yöntemlerinden biridir (Taş ve İltüzer, 2008, s. 69). VaR, belirlenen bir zaman döneminde, belirli bir olasılıkla, finansal bir varlığın veya portföyün değerinde meydana gelebilecek en fazla kayıp olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle VaR, istatistiki olarak belli bir güven düzeyinde, belli bir süre için elde tutulan kıymetlerin, belli bir olasılık dahilinde beklenen maksimum değer kaybıdır (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003, s. 30). VaR yönteminin piyasa riskini tahmin etmedeki başarısının birkaç nedeni bulunmaktadır. Bunlardan biri yöntemin finansal riskin ölçüsü olarak tutarlı olması ve olası kayıpları tutar olarak göstererek riski ifade etmesidir. Bunun yanı sıra farklı portföyler (özsermayeye karşı sabit getiri gibi) ve farklı finansal ürünler (faiz oranı swapına karşı hisse senedi gibi) arasındaki riskin doğrudan karşılaştırmasına imkan vermektedir. Ayrıca VaR yöntemi yöneticileri ve yatırımcıların potansiyel kayıplarını gösterirken belirli bir dönem ve belli bir güven düzeyini esas almaktadır (Culp, Mensink, & Neves, 1998, s. 22).

Genel olarak riske maruz değer riskin belirlenmesi ve raporlanması amacıyla kullanılmasına rağmen, varlık sınıflarını kapsayan riski toplam olarak ortaya koymasından dolayı kurumsal çapta risk yönetimi için tavsiye edilmektedir (Janabi, 2009, s. 18). Bu kapsamda temel olarak finansal riske maruz kalan bütün kurumlarda kullanılabilmektedir. Risk yönetiminin zorunlu olduğu büyük alım-satım portföylerine sahip bankalar, emeklilik fonları, diğer finans kurumları, sektörü denetleme ve kontrol faaliyetinde bulunan düzenleyici kurumlar ve elinde bulundurdukları finansal enstrümanlar nedeniyle finansal riske maruz kalan finans dışı kurumlar için VaR yöntemi oldukça faydalı sonuçlar vermektedir (Jorion, 2000, s. 23). Esas olarak VaR yöntemi varlık tahsisinde, riskten korunma kararlarında, nakit akışlarının yönetiminde, trade yapılacak tutarın belirlenmesinde ve portföy seçimi değerlemesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Janabi, 2009, s. 18).

Ülkemizde, VaR yönteminin piyasa riskinin ölçümünde kullanılmaya başlanması Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu`nun (BDDK) 2001 yılında çıkardığı yönetmeliğe dayanmaktadır. BDDK tarafından 8.2.2001 tarihinde çıkarılan Bankaların İç Denetim ve Risk Yönetimi Sistemleri Hakkındaki Yönetmelik ve 10.2.2001 tarihinde çıkarılan Bankaların Sermaye Yeterliliğinin Ölçülmesine ve Değerlendirilmesine İlişkin Yönetmelik ile bankalarda risk yönetim sistemi yasal bir zorunluluk haline getirilmiş, sermayenin üstlenilen riski karşılar bir yapı arz etmesinin önemi vurgulanmıştır (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003, s. 30). 3 Kasım 2006 tarihinde yürürlüğe giren tebliğ ile de piyasa riskinin hesaplanmasında kullanılacak risk ölçüm modellerine ilişkin standartlar, risk ölçüm modellerinin değerlendirilmesi ve piyasa riskinin hesaplanmasında kullanılacak riske maruz değer yöntemine ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Sermaye Piyasası Kurulu'nun 28.09.2007 tarihli kararı ile garantili yatırım fonları, koruma amaçlı yatırım fonları ile serbest yatırım fonlarının, portföy yönetim stratejilerinde türev araçlara yatırım yapılacağı belirtilmiş olan menkul kıymet yatırım fonlarının söz konusu türev araçlardan kaynaklanan risklerinin ölçülmesi ve takibi amacıyla riske maruz değer tabanlı bir risk yönetim sisteminin oluşturulmasını zorunlu tutmuştur.

3.3.2. Riske Maruz Değerin Hesaplanması

VaR yönteminde; yatırımcının belli bir süre için elinde tuttuğu portföyün değerinde piyasadaki hareketler nedeniyle belli bir güven seviyesinde meydana gelebilecek azami değer kaybı ölçülmektedir (Candan ve Özün, 2009, s. 62). Bu kapsamda VaR aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$VaR = VPD * \sigma * \sqrt{t} * \alpha$$

VPD: Varlığın ya da portföyün piyasa değeri

σ: risk faktörlerinin volatilitesi (standart sapma)

t: elde tutuma süresi

α: belli bir güven düzeyinde standart normal dağılım tablosunda yer alan normal dağılım değeri

Örneğin, yatırımcının 100 milyon $ değerinde bir portföye sahip olduğunu ve portföyün elde tutma süresinin 10 iş günü, volatilitesinin 0,15, güven düzeyini de %99 (normal dağılım değeri 2,33) olarak varsayalım. Bu portföy için gözlem dönemi bir yıl (250 iş günü) alınarak, 10 günlük VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanacaktır (Jorion, 2008, s. 107).

$$VaR = 100 \text{ milyon\$} * 0{,}15 * \sqrt{\frac{10}{250}} * 2{,}33 = 7 \text{ milyon \$}$$

Hesaplanan VaR değeri, bu portföyü elinde bulunduran yatırımcının 10 gün içinde kaybedeceği maksimum miktarın 7 milyon $ olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıdaki hesaplama şeklinde de görüldüğü gibi VaR'ın belirlenmesindeki temel parametreler elde tutma süresi, güven düzeyi, volatilite ve risk faktörlerinin tespitidir.

Bir finansal varlığın ya da portföyün elde tutma süresinin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken üç önemli faktör mevcuttur. Birincisi işlem yapılan piyasanın likiditesidir. Bir piyasada alınan pozisyon kısa sürede kapatılabiliyorsa yani piyasa likit ise bu pozisyonun riske maruz değerinin hesaplanmasında kısa elde tutma süresi, piyasanın zayıf olması gibi nedenlerden dolayı pozisyonun kapatılması daha uzun sürüyorsa daha uzun elde tutma süresi uygun olacaktır. Bunun yanı sıra portföy getirilerinin dağılımı da elde tutma süresinin belirlenmesinde etkilidir. VaR yönteminde getirilerin normal dağıldığı varsayımı üzerinden hareket edilmekte, fakat yatırım yapılan portföy ya da finansal varlık getirilerinin normal dağılıma uymaması

durumunda kısa elde tutma süresinin seçilmesi varsayımının korunmasına yardımcı olmaktadır. Diğer bir faktör de hesaplanan riske maruz değerin geçerliliğinin test edilmesidir. Yapılacak testin güvenilirliği veri setinin büyüklüğüne bağlıdır ve büyük bir veri seti de daha kısa elde tutma süresi gerektirmektedir (Dowd, 2002, s. 51). Basel, komite kararınca elde tutma süresinin iki hafta (10 iş günü) ya da daha uzun olmasını ve gözlem döneminin de en az bir yıl (250 iş günü) alınmasını zorunlu kılmaktadır (http://www.bis.org/publ/bcbs158, 10.06.2013). BDDK yönetmeliğine göre elde tutma süresinin 10 gün olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Güven düzeyi ise; risk faktörlerinin belirlenen seviye etrafında ne kadar sapma göstereceğini belirtir. Ayrıca güven seviyesi toplam değerin ne kadar süre içerisinde belirli seviyelere gelebileceğini vermesi açısından da önemlidir. Farklı amaçlar için geçerli güven seviyeleri de farklıdır; denetim için küçük güven seviyeleri uygunken, sermaye yeterliliği analizi için yüksek oranlar uygun olur. İşletmeler kendileri için en uygun seviyeyi belirleyerek bu seviye üzerinden işlem yaparlar (Uçkun ve Kandemir, 2008, s. 31). Güven düzeyi pek çok durumda %99 ya da %95'tir. Basel komite kararınca güven düzeyi %99'dur (http://www.bis.org/publ/bcbs158, 10.06.2013). BDDK yönetmeliğine göre bankalar güven düzeyini %99 olarak belirlemek zorundadır.

Riske maruz değerin belirlenmesindeki en önemli aşama volatiletinin hesaplanmasıdır. Volatilite, belirli bir zaman diliminde finansal varlıkların getirilerindeki değişkenliğini ölçer, standart sapma veya varyans olarak ifade edilir. Riskin ölçütü olarak standart sapma, finansal getirilerin dağılımlarının stokastik (rastal) süreci izlediği varsayımı altında dikkate alınır (Mazıbaş, 2005, s. 3). Genelde bu sapmanın zaman boyunca sabit olduğu varsayılmakla birlikte bu durum gerçeği yansıtmamaktadır. Özellikle olumlu veya olumsuz haberlerin piyasaya gelmesiyle volatilite değişmektedir. İyi haberler sonucu gerçekleşen yüksek getirileri, genelde yine yüksek getiriler takip eder. Tersi durumda kötü haber sonucu gerçekleşen büyük kayıpları, genelde yine büyük kayıplar izler. Bu oynaklık, getirilerin dalgalanması olarak ifade edilmekte ve getirilerinin volatilitesinin değişken olduğu anlamına gelmektedir. Standart sapmanın veya varyansın değişken olması, değişen varyansın da VaR hesaplamalarına dahil edilmesini gerektirmektedir. Varyansın zamana göre değişkenliğini modellemek için farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlara basit hareketli ortalama, ağırlıklı hareketli ortalama, üssel düzleştirme ve üssel

ağırlıklandırılmış hareketli ortalama örnek olarak verilebilir. Daha gelişmiş modeller olarak ise zaman serisi analizine dayanan ve varyansın sabit kalmadığını kabul eden diğer bir ifadeyle değişen varyansı da hesaba katan ekonometrik modeller geliştirilmiştir. Engle (1982) tarafından geliştirilen Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH yöntemlerinin özellikle fiyat serilerinin oynaklığını modellemede çok başarılı olduğu bilinmektedir (Korkmaz ve Bostancı, 2011, s. 3).

Riske maruz değerin hesaplanmasında belirlenmesi gereken diğer bir unsur da risk faktörleridir. Porföy değerinin belirlenmesinde kullanılan faiz oranları, döviz kurları, emtia fiyatları gibi unsurlar risk faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Fiyatlamada kullanılan söz konusu unsurlarda meydana gelen değişim, maruz kalınan riskin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle VaR hesaplamalarında önce maruz kalınan risk faktörlerinin doğru ve eksiksiz olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Candan ve Özün, 2009, s. 82).

3.3.3. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri

Riske maruz değerin hesaplanmasında kullanılan iki temel yöntem vardır. Bunlardan biri parametrik yöntem olarak da ifade edilen Varyans-Kovaryans yöntemi diğeri ise parametrik olmayan yöntemler olarak da bilinen simülasyon yöntemleridir. Simülasyon yöntemleri de Tarihi simülasyon ve Monte-Carlo simülasyon yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır.

3.3.3.1. Varyans-Kovaryans Yöntemi

VaR değerinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bu yöntem, varlık getirilerine ait varyans-kovaryans matrisinin tahminine dayanır (Simons, 1996, s. 7). Varyans-kovaryans matrisinin tahmininde geçmiş döneme ait verilerden hesaplanan ortalamalar ve standart sapmalar kullanılmakta, buna ek olarak porföyde yer alan varlıklar (risk faktörleri) arasındaki korelasyonlar dikkate alınmaktadır. Bu yöntemin en önemli varsayımı varlık getirilerinin normal dağılıma sahip olduğudur (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003, s. 31).

Varyans-kovaryans yöntemi kullanılarak tek bir varlık için VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanır (Best, 1999, s. 14-17):

$$VaR = VPD * \sigma * \sqrt{t} * \alpha$$

VPD: Varlığın ya da portföyün piyasa değeri

σ: Varlığın standart sapması

t: Elde tutuma süresi

α: Belli bir güven düzeyinde standart normal dağılım tablosunda yer alan normal dağılım değeri

Çeşitli varlıklardan oluşan bir portföyün VaR değeri ise matris yöntemi kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Best, 1999, s. 23):

$$VaR = \sqrt{\mathbf{V} * \mathbf{C} * \mathbf{V^T}}$$

V: Her bir varlığın VaR değerini içeren sütün vektörü

C: Korelasyon matrisi

V^T: V vektörünün transpozu

Matrislerin açık şekilde yazılması halinde;

$$VaR = \left[\begin{bmatrix} \mathbf{VaR_1} & \mathbf{Var_2} & \ldots & \mathbf{VaR_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{1} & \boldsymbol{\rho_{12}} & \cdots & \boldsymbol{\rho_{1n}} \\ \boldsymbol{\rho_{21}} & \mathbf{1} & \cdots & \boldsymbol{\rho_{2n}} \\ : & : & \cdots & : \\ : & : & \cdots & : \\ \boldsymbol{\rho_{n1}} & \boldsymbol{\rho_{n2}} & \cdots & \mathbf{1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{VaR_1} \\ \mathbf{Var_2} \\ : \\ \mathbf{VaR_n} \end{bmatrix} \right]^{1/2}$$

Varyans-kovaryans yönteminin uygulamasının kolay ve açıklanabilirliğinin yüksek olması yöntemin avantajları arasında yer alırken, eleştiriye açık yönleri de bulunmaktadır. Yönteme getirilen en önemli eleştiri standart sapma ve korelasyon tahminlerinde kullanılan getiri serilerinin normal dağıldığı varsayımıyla ilgilidir. Çoğu finansal varlık getirilerinin dağılımında kalın kuyruk sorunu vardır. Ayrıca risk faktörlerinin günlük getirilerinin dağılımı önemli düzeyde pozitif basıklık gösterir. Bu durum kalın kuyruk sorununa, normal dağılım varsayımı altında elde edilen sonuçlardan çok daha sık aşırı sonuçlar elde edilmesine ve VaR değerinin düşük hesaplanmasına yol açmaktadır. Diğer bir eleştiri ise yöntemin, opsiyon gibi doğrusal olmayan getiri yapısına sahip finansal araçların riskini doğru şekilde ölçememesidir (Bohdalová, 2007, s. 3).

3.3.3.2. Tarihi Simülasyon Yöntemi

Tarihi simülasyon yöntemi, varlık ya da portföy getirilerinin dağılımı hakkında herhangi bir varsayım ileri sürmemekte; volatilite, korelasyon ya da başka parametrelerin hesaplanması gerekmemektedir. Bu nedenle parametrik olmayan yöntem olarak da bilinmektedir (Gürsakal, 2007, s. 66). Monte Carlo simülasyon yönteminin basitleştirilmiş şekli olarak ifade edilebilen tarihi simülasyon yöntemi, Monte Carlo simülasyon yönteminde kullanılan tesadüfi senaryolar yerine, geçmiş piyasa verilerinden senaryolar yaratma prensibine dayanır (Uçkun ve Kandemir, 2008, s. 127).

Tarihi simülasyon yönteminde, geçmiş dönem piyasa fiyatlarındaki değişimlerinden hareketle portföy ya da varlığın gelecek dönemlerdeki potansiyel kazanç ve kayıplarını ortaya koyan bir dağılım oluşturulur ve bu dağılım kullanılarak riske maruz değer hesaplanır (Linsmeier & Pearson, 1996, s. 7). Bu yaklaşımda portföyün olası kar ve zararlarının dağılımı, piyasa etkenlerinin geçmiş n dönem boyunca gerçekleşmiş olan değişimlerinin mevcut portföye uygulanması suretiyle elde edilmektedir (Gürsakal, 2007, s. 66). Yöntem bu işlemi gerçekleştirirken, mevcut portföyün geçmiş n dönem boyunca elde tutulduğunu kabul etmekte ve geçmiş dönem verilerinden hareketle hipotetik getirileri hesaplamak için mevcut portföy içindeki varlıkların ağırlıklarını kullanmaktadır. Ayrıca yöntem geçmiş dönem getiri dağılımlarının, gelecek dönem elde tutma süresinde elde edilecek getiri dağılımlarını en iyi şekilde temsil edeceğini varsaymaktadır (Dowd, 1998, s. 99).

Tarihi simülasyon yöntemine göre VaR değerinin hesaplaması beş aşamadan oluşmakta, tek bir varlık ya da çeşitli varlıklardan oluşan portföy için de aynı metodolojik yaklaşım uygulanmaktadır. Birinci aşamada portföydeki risk faktörleri belirlenerek, portföy içerisinde yer alan varlıkların cari piyasa fiyatlarıyla değerleri hesaplanır. İkinci aşamada risk faktörlerinin geçmiş n dönem değerleri bulunur. Risk faktörlerinin geçmiş dönem değerleri bu faktörlerin varsayımsal değerlerini hesaplamak için kullanılmaktadır. Üçüncü aşamada mevcut portföyde yer alan risk faktörlerinin geçmiş dönem değerleri kullanılarak portföyün varsayımsal değerleri hesaplanır. Portföyün hesaplanan her bir döneme ilişkin varsayımsal değerleri, portföyün cari piyasa değerinden çıkartılarak her bir dönem için kazanç ya da kayıplar hesaplanır. Dördüncü aşamada, hesaplanan kazanç ve kayıplar en kötüden en iyiye doğru sıralanır. Son aşamada ise seçilen güven düzeyine karşılık gelen en yüksek zarar VaR değeri

olarak kabul edilir. Örneğin bir portföyün VaR değerini hesaplamak için 500 günlük veri kullanılmış ve güven düzeyi %95 alınmış ise hesaplanan kazanç ve kayıplar en kötüden en iyiye doğru sıralanmakta ve portföyün VaR değeri 25. sıraya (500*0,05) karşılık gelen kayıp olmaktadır (Saunders & Cornett, 2007, s. 279).

Bu yöntemin en önemli avantajı, varlık getirilerinin dağılımı hakkında her hangi bir varsayıma dayanmaması ve korelasyon, kovaryans gibi istatistiki parametrelerin hesaplanmasına gerek duymamasıdır. Ayrıca diğer kişilere açıklanması ve savunulması kolay bir yöntemdir. Fakat yöntemin bu avantajlarına rağmen zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bu zayıf yönlerinden biri, gelecek dönemde gerçekleşmesi muhtemel tüm olasılıkların verilebilmesi için tüm risk faktörlerinin uzun dönem geçmiş verilerinin ulaşılabilir olması gerekmektedir. Bu durum tarihsel simülasyon yönteminin başarıyla sonuçlanmasını zorlaştırmaktadır (Bohdalová, 2007, s. 4). Bunun yanı sıra yöntem getirilerin bağımsız ve özdeş dağıldığını varsaymaktadır. VaR tahminlerinin kesinliğini arttırmak için uzun dönem veri setlerinin kullanımı bu varsayımdan sapmalara neden olabilmektedir. Son olarak dağılımın varyansının zaman değişimi göz ardı edilerek yöntemde tüm gözlemler aynı şeklide ağırlıklandırılmıştır (Manfredo & Leuthold, 1999, s. 106).

3.3.3.3. Monte Carlo Simülasyon Yöntemi

Monte Carlo simülasyon yöntemi parametrik olmayan diğer bir VaR yöntemidir. Yöntem tarihi simülasyon yöntemine benzemekle birlikte, portföyün varsayımsal kazanç ve kayıplarının belirlenmesinde esas alınan değerler açısından farklılık göstermektedir. Tarihi simülasyon yönteminde, portföyün varsayımsal kazanç ve kayıplarının hesaplanmasında portföyde yer alan risk faktörlerinin geçmiş dönem değişimleri kullanılırken; Monte Carlo simülasyon yönteminde rastgele oluşturulan binlerce sayı kullanılmaktadır (Bacon, 2012, s. 126). Monte Carlo simülasyon yöntemi en kapsamlı ve en güçlü riske maruz değer hesaplama yöntemi olarak bilinmektedir. Çünkü VaR değeri portföy içindeki doğrusal olmayan ilişkileri ve gelecekte meydana gelebilecek olası değişimlerin etkilerini de içermektedir. Yöntemde risk faktörlerinin dağılımına ilişkin herhangi bir kısıt yoktur. Fakat uygulaması diğer yöntemlere göre en zor olan ve zaman alan yöntemdir. Ayrıca model ortalama, standart sapma, korelasyon gibi parametrelerin hesaplanmasını da gerektirmektedir. Belirtilmesi gereken diğer bir

nokta ise risk faktörleri normal dağılım ve doğrusallık özellikleri gösterdiği zaman Monte Carlo simülasyon yöntemi ile elde edilen VaR değeri, varyans-kovaryans yöntemiyle hesaplanan VaR değeriyle aynı sonucu vermektedir (Taş ve İltüzer, 2008, s. 73)

Monte Carlo simülasyon yöntemi kullanılarak VaR değerinin hesaplanması beş aşamadan oluşmakta ve ilk aşamada varyans-kovaryans yönteminde olduğu gibi porföyde yer alan her bir risk faktörünün standart sapması ve korelasyonları hesaplanmaktadır. Geçmiş dönem verilerinden hareketle standart sapma ve korelasyonlar hesaplanamıyorsa, benzer varlıkların verilerinden yararlanarak tahmin edilmelidir. İkinci aşamada porföyde yer alan varlıkların fiyat değişimlerini doğru şekilde temsil eden dağılım belirlenerek, rastsal fiyat serileri oluşturulmaktadır (Best, 1999, s. 39-46). Bu kapsamda, öncelikli olarak söz konusu değişimlerin nasıl bir dağılıma sahip olması gerektiği konusunda uygulamacının bir saptamada bulunması gerekmektedir. Çalışmanın amaçları doğrultusunda varlık getirilerinin normal dağılım sergilediği kabul edilirse, arzu edilen simülasyon sayısı kadar, 0 ile 1 rakamları arasında rastgele sayı üretilmesi gerekmektedir. Üretilen rastgele sayıların normal dağılım özellikleri doğrultusunda ele alınabilmesi, diğer bir değişle rastgele üretilen sayıların normal dağılım özelliklerini sergileyen bir seriye dönüştürülmeleri, her rastgele sayıya birikimli normal dağılım fonksiyonunun tersinin uygulanması yoluyla mümkündür. Bu süreçte normal dağılım öngörülmekle birlikte üretilen fiyat hareketlerinin portföyü oluşturan varlıkların oynaklığı ile aynı oynaklığı göstermesi beklenmelidir. Bu nedenle rastgele sayılardan hareketle üretilen değişimlerin bahse konu varlıkların oynaklık değerleri ile ağırlıklandırılması gerekmektedir (Candan ve Özün, 2009, s. 96). Eğer çeşitli varlıklardan oluşan bir portföyün VaR değeri hesaplanacaksa, fiyat değişimlerinin birbirleriyle korelasyona sahip olması ve korelasyonlu fiyat değişimlerinin özdeğerler ve özvektörlere dayalı matematiksel teknikler kullanılarak oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle yöntemin üçüncü aşamasında korelasyon matrisini oluşturmak için özdeğerler ve özvektörler hesaplanmalıdır. Özdeğer ve özvektörler, bir grup risk faktöründeki fiyat değişimlerinin birbirleriyle ilişkili olarak nasıl hareket ettiğini açıklamaktadır. Dördüncü aşamada korelasyonlu rastsal fiyat değişim serileri aşağıdaki formül kullanılarak üretilmektedir (Best, 1999, s. 43):

$$\mathbf{X_k} = \sum_{\mathbf{i}}^{\mathbf{t}} \sqrt{\boldsymbol{\lambda_i}} * \mathbf{X_{norm}} \mathbf{V_{ki}} \boldsymbol{\sigma_k}$$

X_k = *k* varlığının standart sapmasına ve normal dağılımına uygun korelasyonlu rastsal fiyat değişimi

λ_i= i. varlığın özdegeri,

X_{norm} = Normal dağılıma göre üretilmiş rastsal fiyat değişimi

V_{ki} = k varlığı için Özvektör içindeki i.element

σ_k= k varlığın standart sapması

Tek bir varlık için λ_i ve V_{ki} 1 olduğundan sadece X_{norm} * σ_k ile çarpılması gerekmektedir. Böylece ikinci aşamada üretilen rastsal sayılar varlığın standart sapması ve dağılımına uygun fiyat değişim serisine dönüşmektedir. Son aşamada ise tarihi simülasyon yönteminde olduğu gibi üretilen rastsal fiyat değişim serileri portföye uygulanarak, varlığın ya da portföyün kazanç ve kayıpları en kötüden en iyiye doğru sıralanmakta ve seçilen güven düzeyine karşılık gelen en yüksek zarar VaR değeri olarak belirlenmektedir (Best, 1999, s. 46).

Monte Carlo simülasyon yönteminin normal dağılımına yönelik gerçekçi olmayan bir varsayıma dayanmaması, her türlü portföyün VaR değerini hesaplamaya uygun olması ve opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkları kapsayacak esnekliğe sahip olması yöntemin güçlü yönleri arasında yer alırken; yöntemin karmaşık hesaplamaları içermesi, piyasa risk faktörlerinin sayısının artması durumunda bu risk faktörleri için çok sayıda olasılık dağılımları tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak VaR değerinin hesaplanması için oluşturulacak simülasyon sayısındaki artış yöntemin zayıf yönlerini oluşturmaktadır (Damodaran, 2007, s. 230).

3.3.4. Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

İyi anlaşılmak ve doğru kullanılmak kaydıyla riske maruz değer, portföy riskinin ölçümü ve yönetiminde son derece faydalı bir kavram olarak kabul edilmektedir. Genel kabul görmüş VaR hesaplama yöntemlerinin her biri kendine özgü kısıtlara ve avantajlara sahiptir. Olağan piyasa koşullarının gözlendiği dönemlerde yüksek düzeyde güvenilir sonuçlar elde edilen bu hesaplama yöntemleri, olağandışı piyasa hareketlerinin görülmesi durumunda yetersiz kalmaktadır. Bu kapsamda risk ölçümünde kullanılacak yöntemin başarısı, bu yöntemlerin zayıf ve üstün yanlarının piyasa koşulları ve sahip

olunan portföyün özelliklerini yansıtmasına bağlıdır. Tablo 7'de riske maruz değerin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerin zayıf ve üstün yanlarının ortaya konulabilmesi için yöntemler arasındaki farklılıklara yer verilmiştir (Candan ve Özün, 2009, s. 101).

Tablo 7.

Yöntemler Arasındaki Farklar

	Varyans-Kovaryans	**Tarihi Simülasyon**	**Monte Carlo Simülasyonu**
Hesaplama kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Uygulama kolaylığı	Yüksek	Yüksek	Düşük
Üst düzeye raporlanabilirlik	Düşük	Yüksek	Düşük
Türev ürünleri de alış biçimi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Beklenmedik olayları da dikkate alma	Düşük	Düşük	Yüksek
Kısıtlar	Tamamıyla normal dağılım varsayımına dayanması, türev ürünlerin ele alınmasına elverişli olmaması, olağandışı piyasa hareketlerini kapsamaması	Tarihsel veri temininde zorluk yaşanabilmesi, kullanılan veri setinde olağandışı fiyat hareketlerinin yer almaması durumunda olağandışı hareketlerin kapsanamaması	Modelleme riskinin yüksek oluşu, karmaşık hesaplamalara yer verilmesi ve zor anlaşılırlık
Avantajları	Doğrusal getirisi bulunan portföylerde yüksek başarı	Kavramsal olarak basit ve anlaşılır olması, her türlü pozisyona uygulanabilir olması	Karmaşık pozisyonların ele alınmasında başarı, doğrusal olmayan pozisyonların ele alınmasında başarı

Not. H.Candan ve A.Özün'ün Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları tarafından yayımlanmış olan "Bankalarda Risk Yönetimi ve Basel II"(s. 67); 2009, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. Yayın Hakkı 2009, çalışmasından alınmıştır.

Kaynak: Candan ve Özün, 2009, s. 67.

Gerek Varyans-Kovaryans yöntemi gerekse Tarihi simülasyon yöntemi tarihi verilerin bulunduğu durumda uygulaması kolay olan yöntemlerdir. Monte Carlo simülasyon yönteminin uygulanması ise, bazı durumlarda Varyans-Kovaryans yönteminden kolay, bazı durumlarda daha zor olabilmektedir. Monte Carlo simülasyon yöntemi, Varyans-Kovaryans yönteminde olduğu gibi opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkları risk bileşenlerine ayırma işlemine gerek duymadığı için kolay bir yöntem olarak değerlendirilirken, portföyde yer alan varlıkların dağılımının belirlenmesi ve dağılım parametrelerinin tahmin edilmesi ve bu dağılıma uygun rastsal sayı üretilmesi yüksek derecede uzmanlık ve yorum gerektirmesi nedeniyle zor bir yöntem olarak kabul edilir (Linsmeier & Pearson, 1996, s. 17)

Her üç yöntem de getirilerin dağılımına ilişkin farklı varsayımlara dayanmaktadır. Varyans-kovaryans yönteminde VaR değeri getirilerin standart sapması üzerine kurulu olduğu için normal dağılım varsayımına dayanırken, Monte Carlo simülasyon yöntemi getiri dağılımlarının belirlenmesini uygulamacıya bırakmıştır. Tarihi simülasyon yönteminde ise geçmiş dönem verilerinden hareketle belirlenen getirilerin dağılımının gelecek dönem getiri dağılımlarını temsil ettiği kabul edilir (Damodaran, 2007, s. 218).

Tarihi simülasyon yöntemi, kavramsal yönden basitliği nedeniyle üst yönetime anlatılması en kolay yöntemdir. Varyans-Kovaryans yöntemi ise portföyün ya da varlığın standart sapması ve VaR değerinin hesaplanması için normal dağılımın matematiği hakkında bazı temel bilgilerinin bilinmesini gerektiğinden dolayı, yöntemi bu konular hakkında mesleki bilgisi olmayan üst yönetime anlatmak zordur. Monte Carlo simülasyon yönteminin üst yönetime anlatılması ise çok daha zordur. Portföyde yer alan risk faktörlerinin değişimlerine uygun dağılımın belirlenmesi ve bu dağılımdan rastsal sayıların üretilmesi çoğu kişinin yabancı olduğu konulardır (Linsmeier & Pearson, 1996, s. 18).

Tarihi simülasyon yöntemi ve Monte Carlo simülasyon yöntemi portföyde opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkların bulunmasına bakılmaksızın iyi çalışmaktadır. Fakat Varyans-Kovaryans yöntemi karmaşık olmayan ve az sayıda opsiyon içeren portföylerde iyi sonuçlar vermesine rağmen, opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkların riskini yansıtma konusunda diğer iki yöntem kadar başarılı olmamaktadır. Varyans-Kovaryans yönteminin opsiyon ve opsiyon benzeri varlıkların riskini yansıtmadaki başarısı elde tutma süresi ile ilişkilidir. Elde tutma süresinin bir gün olması durumunda yöntemin başarısı artarken, elde tutma süresinin iki hafta, bir ay gibi daha uzun olması durumunda bu varlıkların fiyatlarındaki dalgalanmaların artmasından dolayı riski yansıtmadaki başarısı azalmaktadır (Linsmeier & Pearson, 1996, s. 17).

Yukarıda da ifade edildiği üzere, her yöntemin kendine özgü kısıtları ve avantajları bulunmaktadır. Bu nedenle kusursuz, kesin sonuç veren bir VaR ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Bu yöntemlerden hangisinin daha iyi olduğu risk yöneticisinin, bu yöntemlerinin uygulanabilirliğinin ve üst yönetime raporlanabilirliğinin yüksekliği, opsiyon ve opsiyon gibi finansal araçları kapsayabilme

kabiliyeti, beklenmedik olayların etkilerini analizindeki esnekliği gibi unsurlara verdiği önem derecesi belirleyecektir.

3.3.5. Riske Maruz Değer Hesaplarının Doğruluğunu Test Eden Yöntemler

Risk yöneticisinin herhangi bir VaR yöntemini uygulamadan önce getirilerin dağılımı, volatilitenin hesaplanması ve modellenmesi gibi birçok faktörü tahmin etmesi gerekmektedir. VaR yöntemleri bu parametrelerin bileşiminden oluşmaktadır. Bir varlık ya da portföy için VaR modeli oluşturduğu zaman, bu modelin risk ölçümündeki başarısı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bu işlem model değerlemesi olarak ifade edilmekte ve geriye dönük test ile stres testi gibi yöntemler kullanılarak uygulanmaktadır (Francis & Kim, 2013, s. 283).

3.3.5.1. Geriye Dönük Test

Geriye dönük test, çeşitli yöntemlerle tahmin edilen VaR değerinin gerçek piyasa değerleriyle elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmasına dayanmakta, başka bir ifadeyle uygulanan VaR metodolojisinin güvenilirliğinin ve sağlamlığının test edilmesine olanak sağlamaktadır (Bradford, 2008, s. 252). Yöntem, bir sonraki gün içinde tahmin edilen olası kayıp tutarını fiilen gerçekleşen değerler ile karşılaştırmaktadır. Teorik olarak, bir sonraki iş günü için hesaplanan VaR tutarının, ilgili günde fiilen gerçekleşen kar-zarar tutarından yüksek olması gerekmektedir. Aksi durumun söz konusu olması durumunda yani gerçekleşen kayıp tutarının hesaplanan VaR tutarından yüksek olması durumunda yapılan hesaplamaların güvenilirliği zedelenmekte ve bu durum sapma olarak adlandırılmaktadır (Candan ve Özün, 2009, s. 104).

Geriye dönük test yaparken temel olarak portföyün günlük kar ve zararı ile o gün için daha önce hesaplanmış olan VaR tutarı karşılaştırılmaktadır. Daha sonra seçilen gözlem aralığında, portföyün günlük kaybının VaR modelinin öngördüğü değerden daha yüksek olduğu istisnai günler sayılarak, aşımlar hesaplanmaktadır (Ünal, 2009, s. 37). Aşımların sayısı, belirlenen güven düzeyinde beklenen aşım sayısını geçmemelidir. Örneğin, %95 güven düzeyinde 1 günlük VaR değeri için %5 aşım beklenmelidir. %99 güven düzeyinde ise aşım sayısı %1 oranında olup, 100 günde 1 aşım gözlenmesi beklenirken, bir yılda (250 iş günü) 2,5 aşım beklenmelidir (Laubsch, 1999, s. 40).

Basel komitesi tespit edilen aşım sayısına göre uygulanan VaR yönteminin güvenilirliğini belirlemeye yönelik bir yöntem geliştirmiştir. Yöntem, hesaplanan aşım sayılarına göre yeşil, sarı, kırmızı olmak üzere farklı bölge tanımlamaları yapmakta ve her bir bölge uygulanan VaR yönteminin güvenilirliği ve başarısı hakkında bilgi vermektedir. Buna göre %99 güven düzeyinde 250 günlük yapılan geriye dönük test sonuçlarına göre aşım sayısı 5'den az ise uygulanan VaR modeli yeşil bölgede yer almakta ve modelin geçerliliği yüksek kabul edilmektedir. Aşım sayısı 5 ile 9 arasında ise model sarı bölgede yer almakta ve modelin güvenilirliği hakkında kesin bir yargıya varmak mümkün olmamaktadır. 10 ve üzeri sapmalarda ise model kırmızı bölgede yer almakta ve uygulanan modelin yetersiz olduğu sonucuna varılmaktadır ("Supervisory Framework For The Use Of Backtesting In Conjunction with The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements", 1996, s. 15). Geriye dönük test istatistiksel tekniklere dayandığından dolayı hesaplanan VaR değerinin geçerliliğini ret eden sapma sayısını belirlemek için istatistiki teste gereksinim vardır. Bu kapsamda Kupiec (1995) tarafından, beklenen sapmanın dağılımı ile gerçekleşen sapmanın dağılımının birbirlerine uygunluğunu belirlemeye yönelik aşağıda yer alan test önerilmiştir.

$$\mathbf{z} = \frac{\mathbf{x}-\boldsymbol{\alpha}\mathbf{T}}{\sqrt{\boldsymbol{\alpha}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\alpha})\mathbf{T}}} \sim N(0,1)$$

x: sapma sayısı

T: gözlem sayısı

α: anlamlılık düzeyi

1-α: güven aralığı

Test sonucunda hesaplanan z değeri belirlenen güven düzeyi içerisinde ise hesaplanan VaR değerinin geçerliliğini kabul eden boş hipotez reddedilemeyecektir (Francis & Kim, 2013, s. 283).

3.3.5.2. Stres Testi

VaR, portföyün belli bir güven seviyesinde gerçekleşebilecek maksimum değer kaybını ortaya koyması ve normal piyasa koşulları altında sağlıklı sonuç vermesi nedeniyle önemli bir gösterge olmasına karşın aşırı piyasa hareketlerinde yetersiz kalmaktadır (Candan ve Özün, 2009, s. 106). Bu kapsamda yapılan stres testi, senaryo

analizi ve simülasyonlar aracılığıyla aşırı piyasa hareketlerinin ve uygulanan risk modelinin temel varsayımlarından sapmanın etkilerini gözlemeye olanak sağlamaktadır. (Choudhry, 2006, s. 114).

Stres testi, olağanüstü piyasa koşullarında risk faktörlerindeki değişimlerin portföy ya da varlığın değeri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla kullanılan senaryo analizidir. Senaryo analizlerinde ilk olarak temel değişkenlerle ilgili büyük varsayımsal hareketlerin olduğu senaryo seti oluşturulur. Örneğin piyasa faktörlerinde 5 ile 10 standart sapma değişim olacağı varsayılabilir (Francis & Kim, 2013, s. 284). Senaryo seti oluşturulurken geçmiş dönemde gerçekleşmiş ya da gelecek dönemlerde gerçekleşmesi muhtemel ekonomik, politik, doğa olaylarından yararlanılabilir. Örneğin Orta Doğu'da bir savaşın çıkması ve petrol fiyatlarının hızla artması, 1995 yılında Japonya'da yaşanan depremle birlikte fiyatlardaki hızlı yükseliş ya da hasat dönemin verimsiz olması nedeniyle fiyatların aşırı dalgalanması gibi senaryolar oluşturulabilinir (Best, 1999, s. 129). Senaryo seti oluşturulduktan sonra ikinci adım, uygulanan senaryonun portföyde yer alan her bir varlığın fiyatında ve portföyün değerinde yarattığı etkiyi belirlemektir. Son aşamada ise belirli senaryolar için acil durum planları hazırlanmaktadır. Stres testinin uygulanması ve senaryoların oluşturulmasına ilişkin standart bir yol bulunmamaktadır. Senaryo analiz teknikleri firmaya ve risk yöneticisine bağlı olarak çok çeşitlilik göstermektedir. Yaygın olarak kullanılan stres testi yöntemi, diğer piyasa faktörleri normal seyrinde değişim gösterirken, bir ya da birkaç temel piyasa faktörünün alışılmadık biçimde arttırılması şeklindedir. Başka bir ifadeyle yöntem, kilit bir piyasa faktörüne şok etkisi yaratarak portföyün değeri üzerindeki etkisini belirlemeye dayanır (Francis & Kim, 2013, s. 284).

Stres testi standart VaR yöntemlerini tamamlayıcı bir testtir. Test, risk yöneticisine risk yönetim sistemlerindeki ve fiyatlamalardaki zayıf noktaları değerlendirme imkanı vermektedir. Ayrıca, piyasaların çalkantılı olduğu dönemlerde firmaların ayakta kalmasına olanak sağlayan bir testtir. Yöntemin dezavantajı ise oldukça subjektif olmasıdır (Jorion, 2000, s. 374). Stres testinin değerlendirilmesi senaryoların seçimine bağlıdır. Doğru senaryonun seçimi de bazı durumlarda çok zor olabilmektedir. Özellikle oluşturulan portföyün karmaşık bir yapıya sahip olması durumunda portföyün maruz kaldığı risk faktörlerini tanımlamak oldukça güç

olabilmektedir. Bunun yanı sıra stres testi, farklı senaryoların gerçekleşme olasılıkları hakkında bir bilgi vermediği gerekçesiyle de eleştirilmektedir (Dowd, 1998, s. 125).

3.4. Emtia Piyasasında Piyasa Riskinden Korunma Yöntemleri

Gerek finansal piyasalarda gerekse emtia piyasasında pozisyon alan bir yatırımcının piyasa riskine maruz kalmaması mümkün değildir. Fakat riskten korunma yöntemleri ile yatırımcıların bu riskleri yönetmesi, risklerin yatırımlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltması ya da tamamen ortadan kaldırması mümkün olabilmektedir. Bu yöntemlerin başında da finansal hedging (riskten korunma) gelmektedir. Finansal hedging, finansal araçlar kullanılarak riskin azaltılmasıdır. Bu kapsamda kullanılan araçlar arasında forward, vadeli işlem, opsiyon ve swap sözleşmeleri yer almaktadır. Bu finansal araçlar aynı zamanda türev araçlar olarak da bilinmektedir. Türev araçlar, fiyatları bir başka ürünün fiyatına bağlı olan ürünler ya da vade sonundaki değeri sözleşmeye konu olan varlığın fiyatı tarafından belirlenen finansal varlık olarak tanımlanabilir (Çonkar ve Ata, 2002, s. 5).

1980'lerin sonlarına kadar emtia risk yönetim aracı olarak sadece vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri yer almaktaydı. Emtia piyasasında ve risk yönetim tekniklerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak türev araçların kullanımı yaygınlaşmış, opsiyon, swap, egzotik türev araçlar gibi ürünler riskten korunma aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Piyasa riski, emtia fiyatlarındaki dalgalanmalara bağlı olarak ortaya çıkmakta ve türev araçlar, alım satıma konu olan emtianın gelecek dönemdeki fiyatının sabitleyerek, yatırımcının emtianın fiyatındaki dalgalanmalardan dolayı maruz kaldığı riski ortadan kaldırmaktadır. Örneğin, bir pamuk üreticisi ilkbahar aylarında pamuğunu ekmekte ve hasat zamanında pamuğunu hangi fiyattan satacağını ancak tahmin edebilmektedir. Hasat ayı olan Eylül geldiğinde, o yılki hasadın durumuna ve piyasa şartlarına göre satacağı pamuğun fiyatı beklentilerinden çok aşağı ya da yukarıda olabilmektedir. Eğer pamuk üreticisi sadece tarlasıyla uğraşmak ve hasat zamanında kadar pamuk fiyatlarındaki azalışa endişe duymak istemiyorsa, vadeli işlem borsasında sözleşme satarak kendini koruma altına alabilir. Bu sayede daha tarlaya ürünü ekmeden belirlediği fiyattan satış yapmış olmakta ve pamuk fiyatlarındaki iniş çıkışlardan etkilenmemektedir ("VOB Yatırımcı Rehberi", 2011, s. 52).

Belirtildiği üzere vadeli işlem piyasaları yatırımcılara emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan riskleri minimize edebilme ve yönetebilme imkanı sağlamaktadır. Fakat bazı durumlarda emtia piyasa riskini etkili şekilde ortadan kaldırmak zor olabilmektedir. Bunun nedenlerinden biri maruz kalınan risk ile riskten korunma amaçlı yapılan işlem arasında zayıf bir korelasyonun olmasıdır. Bunun yanı sıra emtianın işlem gördüğü piyasa yeteri kadar likit olmayabilir ya da işlem hacmi yetersiz olabilir. Bu yüzden maruz kalınan riski ortadan kaldırmak mevcut riskten korunma araçları ile mümkün olmayabilmektedir (Horcher, 2004, s. 125).

Emtia piyasasında piyasa riskinden korunmak amacıyla kullanılan, genel olarak finansal piyasalarda işlem gören türev ürünlerle benzer özelliklere ve işleyişe sahip olan emtia türev araçları aşağıda incelenmiştir.

3. 4. 1. Vadeli İşlem (Futures) Sözleşmeleri

Vadeli işlem sözleşmeleri ya da futures sözleşmeleri, sözleşmenin taraflarına bugünden, belirlenen ileri bir tarihte, üzerinde anlaşılan fiyattan, standartlaştırılmış miktar ve kalitedeki bir malı, kıymeti veya finansal göstergeyi alma veya satma yükümlülüğü getiren sözleşmedir. Vadeli işlem sözleşmesi, herhangi bir ürün (pamuk, pirinç, buğday gibi), finansal gösterge (hisse senetleri endeksi gibi), menkul kıymet (hisse senedi, tahvil, bono gibi), yabancı para (dolar, euro gibi) veya kıymetli maden (altın, bakır, platin gibi) üzerine düzenlenebilir. Vadeli işlem sözleşmesinde alıcı, borsa tarafından önceden belirlenmiş bulunan standart sözleşme şartlarına uygun olarak sözleşmede belirtilen miktarda bir kıymeti sözleşme vadesinde alma yükümlülüğüne girer. Satıcı ise borsa tarafından önceden belirlenmiş bulunan standart sözleşme şartlarına uygun olarak sözleşmede belirtilen özellik ve miktarda bir kıymeti sözleşme vadesinde satma yükümlülüğüne girer. Vadeli işlem sözleşmesinin yapıldığı tarihten itibaren, vade sonuna veya pozisyonun kapatıldığı tarihe kadar her gün taraflar arasında tesis edilen teminat oranları çerçevesinde nakit transferi gerçekleşir. Alıcı ve satıcının piyasada anlaştığı fiyat, sözleşme vadesinde alıcının satıcıya vadeli sözleşme başına ödeyeceği tutardır (“Menkul Kıymetler ve Diğer Sermaye Piyasası Araçları: Sermaye Piyasası Faaliyetleri İleri Düzey Lisansı Eğitim Kitapçığı”, 2011, s. 96).

Yukarıda ifade edildiği gibi vadeli işlem sözleşmeleri herhangi bir finansal varlık üzerine düzenlenebileceği gibi emtialar üzerine de düzenlenebilmektedir. Her iki

varlık üzerine yazılı sözleşmelerinin işleyişi aynı olmakla birlikte sözleşmelerin içeriği bakımından bazı temel farklılıklar bulunmaktadır. Finansal vadeli işlem sözleşmelerinde sözleşmelerin vadesi borsa tarafından belirlenen bir gündür. Örneğin Mart, Haziran, Eylül, Aralık aylarının ilk günü gibi. Emtia vadeli işlem sözleşmelerinde ise sözleşme vadesi gelecek üç ay içindeki herhangi bir gün olabilmektedir. Bunun yanı sıra sözleşmeye konu olan varlıkların sınıflandırılması ve kalitelerinin belirlenmesi bakımından farklılık göstermektedir. Bir yabancı paranın teslimine dayalı vadeli işlem sözleşmesinde, sözleşmenin yazıldığı yabancı para homojen fiziksel özelliklere sahiptir. Fakat emtialar farklı değer, kalite ve hacimlere sahip oldukları için alıcının, satın aldığı emtianın fiziksel özelliklerini kesinleştirebilmek için belli standartların getirilmesi gerekmektedir (Schofield, 2007, s. 3). Örneğin VİOP'da işlem gören pamuk vadeli işlem sözleşmelerine konu olan dayanak varlık Ege standart 1 baz kalite pamuktur ve sözleşme büyüklüğü 1 ton olarak belirlenmiştir.

Genel olarak vadeli işlem sözleşmesinde taraflar, alıcı, satıcı, vadeli işlem borsası, takas kurumu ve aracı kurumlardan oluşmaktadır. Alıcı, vadeli işlem sözleşmesini satın alan yani sözleşmede uzun pozisyon alan taraf iken satıcı, sözleşmeyi yazan yani kısa pozisyon alan taraftır (Bouchentouf, 2007, s. 138). Vadeli işlem sözleşmesinde uzun pozisyon almış bir yatırımcı gelecekte belli bir tarihte, belirlenen fiyattan, belirlenen miktarda malı, anlaşmanın karşı tarafından satın almak zorundadır. Kısa pozisyon almış yatırımcı ise gelecekte belli bir tarihte, belirlenen fiyattan, belirlenen miktarda malı anlaşmanın karşı tarafında yer alan kişiye yani uzun pozisyon almış kişiye teslim etmek zorundadır (Doğukanlı, 2008, s. 137). Vadeli işlem piyasasında uzun pozisyon alan yatırımcı fiyatların yükseleceği beklentisi içersinde iken kısa pozisyon alan yatırımcı fiyatların düşeceği beklentisi içerisindedir (Bouchentouf, 2007, s. 138). Bu piyasaya konu olan sözleşmelerin büyüklüğü, sözleşmeye konu olan dayanak varlığın niteliği, kalitesi, işlem gördüğü para birimi, pozisyon ve fiyat limitleri gibi sözleşmeye ilişkin tüm hükümler vadeli işlem borsası tarafından belirlenmekte ve standart hale getirilmektedir. Dünya genelinde vadeli işlem borsalarında benzer emtialar işlem görmekle birlikte aynı emtia farklı borsalarda farklı sözleşme hükümlerine göre işlem görebilmektedir. Vadeli işlem sözleşmelerinde diğer bir taraf ise takas kurumudur. Takas kurumu, vadeli işlem piyasasında yapılan tüm işlemlerde alıcı ve satıcının muhatap olduğu ve tarafların sözleşmeden doğan yükümlülüklerini yerine

getirmemesinden kaynaklanan tüm riskleri üstlenen kurumdur. Bu kapsamda alıcı ve satıcılar sözleşmeden doğan yükümlülüklerin yerine getirilmesi için birbirlerini takip etmek durumunda kalmamakta, bu işlemler takas kurumu tarafından yapılmaktadır. Takas kurumu tarafların yükümlülüklerini yerine getirilmesini garantiye almak ve yükümlülüğün yerine getirilmemesi durumunda sözleşmenin kapatılmasını sağlamak amacıyla başlangıç teminatı ve sürdürme teminatı adı altında belli oranda teminat almaktadır. Ayrıca borsa üyelerinden aldığı depozito ve sermaye taahhütlerinden oluşan varlıkları aracılığıyla, tarafların yükümlülüğünü ifa etmemesinden kaynaklanan bir riski rahatlıkla yönetebilmektedir. Takas kurumu bu işlevi ile hem piyasa bütünlüğünü sağlama hem de sözleşmeden doğan yükümlülükleri teminat altına alma rollerini gerçekleştirmiş olmaktadır (Frush, 2008, s. 227).

Emtia vadeli işlem piyasasında işlem yapmak isteyen bir yatırımcının öncelikli olarak borsa üyesi bir aracı kurum nezdinde hesap açtırması gerekmektedir. Daha sonra herhangi bir vadeli işlem sözleşmesinde pozisyon alabilmek için ilgili sözleşmede öngörülen miktar veya oranda teminat yatırılması gerekmektedir. Bir tek vadeli işlem sözleşmesinde pozisyon alabilmek için aracı kurum üzerinden takas kurumuna yatırılması zorunlu olan bu teminat tutarı başlangıç teminatı olarak ifade edilmektedir. Başlangıç teminatı, miktar veya oran olarak sözleşme bazında işlem yapılan vadeli işlem borsası tarafından belirlenmektedir. Örneğin, VİOP'da işlem gören pamuk ve buğday sözleşmeleri için başlangıç teminatı 240TL iken altın sözleşmeleri için 750TL'dir. Başlangıç teminatı yatırıldıktan sonra vadeli işlem sözleşmesi satın alınarak ya da satarak uzun ya da kısa pozisyon alınabilmektedir. Yatırımcıların almış oldukları pozisyonlar her gün itibarıyla uzlaşma fiyatı esas alınarak güncellenmektedir. Uzlaşma fiyatı, her gün sonunda, belirlenen yöntem çerçevesinde hesaplanan teminatların güncelleştirilmesi ve kar/zararların hesaplanmasında kullanılacak fiyattır. Uzlaşma fiyatının nasıl hesaplanacağı her bir sözleşme bazında borsa tarafından belirlenmekte ve taraflara ilan edilmektedir. Yükümlülüklerin ifası bu uzlaşma fiyatı üzerinden yapıldığından, borsa bu fiyatın piyasanın gerçek durumunu yansıtacak şekilde belirlenmesini sağlar. Bu nedenle genellikle uzlaşma fiyatı, seans sonunda belirli bir süre içerisinde gerçekleşen işlemlerin ortalama fiyatı hesaplanarak bulunur. VİOP'da tüm emtia sözleşmeleri için günlük uzlaşma fiyatı, seans sona ermeden önceki son 10 dakika içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktarlarına göre ağırlıklı fiyatlarının

ortalaması alınarak belirlenmektedir. Günlük uzlaşma fiyatı esas alınarak yatırımcının pozisyonu her gün değerlendirilmekte ve günlük kar-zarar hesaplanmaktadır. Bir vadeli işlem sözleşmesinde uzun pozisyona sahip olan bir yatırımcı, pozisyon aldığı vadeli işlem sözleşmenin piyasa fiyatı artarsa kar elde ederken, ilgili vadeli sözleşmenin fiyatı azalırsa zarar etmektedir. Kısa pozisyon alan bir yatırımcı ise vadeli sözleşmenin fiyatı arttığında zarar, azaldığında ise kar etmektedir. Yapılan günlük değerlendirmeler sonucunda yatırımcının hesabında bulunan teminat tutarları kar durumunda artmakta, zarar durumunda ise azalmaktadır. Takas kurumları hesapta teminat olarak bulundurulan tutarların düşebileceği seviyeye bir alt sınır koyarlar. Bu sınır sürdürme teminatı seviyesidir. Sürdürme teminatı seviyesi genellikle başlangıç teminatı seviyesinin %75'i olarak belirlenmektedir ("VOB Türev Araçlar Lisanlama Rehberi", 2006, s. 21-44). Alıcı ya da satıcının gün sonunda zarar etmesi ve başlangıç teminatının sürdürme teminatının altına düşmesi durumunda takas kurumu yatırımcıdan teminatın başlangıç seviyesine çıkartılması için ek fon talep eder. Buna teminat tamamlama çağrısı adı verilir. Eğer yatırımcı hesabını istenen seviyeye çıkartamıyorsa hesap kapatılmaktadır. Vadeli işlem sözleşmelerinde pozisyon, sözleşmede belirtilen emtianın tam olarak karşı tarafa teslim edilmesi veya vadeli işlem borsasında sözleşmeye uygun ters bir işlemle kapatılmaktadır. Vadeli işlem piyasalarında işlem gören sözleşmenin içeriğini oluşturan varlığın özelliği fiziksel teslimin yapılıp yapılmayacağını belirlemektedir (Ceylan ve Korkmaz, 2008, s. 596). VİOP'da işlem gören emtia sözleşmelerinde uzlaşma şekli olarak nakdi mutabakat benimsenmiştir. Bu durumda pozisyon kar ya da zarar hesabına yansıtılarak kapatılmaktadır.

Vadeli işlem sözleşmelerinde pozisyonun kapatılması durumunda toplam kar-zarar tutarı, günlük hesaplaşmalar sonucunda belirlenen geçici kar-zararların toplanması suretiyle hesaplanabileceği gibi aşağıdaki formül kullanılarak da hesaplanabilmektedir ("VOB Teminatlandırma ve Diğer Risk Yönetimi Esasları", 2005, s. 21):

Uzun pozisyon alınması durumunda;

Kar/Zarar=(Uzlaşma Fiyatı-İşlem Fiyatı)*Sözleşme Büyüklüğü*Pozisyon Adedi

Kısa pozisyon alınması durumunda;

Kar/Zarar=(İşlem Fiyatı-Uzlaşma Fiyatı)*Sözleşme Büyüklüğü*Pozisyon Adedi

Günlük hesaplaşma durumunda yatırımcının geçici kar-zararını hesaplamak için yukarıdaki eşitlikte uzlaşma fiyatı olarak gün sonunda belirlenen uzlaşma fiyatı esas

alınırken, pozisyon kapatılması durumunda kesin kar-zararı hesaplamak için son işlem günü uzlaşma fiyatı yani pozisyon kapanış fiyatı dikkate alınmaktadır.

3.4.2. Forward Sözleşmeleri

Forward sözleşmeleri, taraflar arasında standartları ve fiyatı önceden belirlenmiş bir malın veya finansal varlığın ileri bir tarihte alım ya da satımını öngören sözleşmeler olarak tanımlanmaktadır. Forward sözleşmeler teslimat özelliği olduğundan esasında bir spot piyasa işlemidir, ancak ileri bir tarihte teslimat öngörüldüğünden vadeli işlemler arasında yer almaktadır. Sözleşmede yer alacak şartları taraflar önceden belirlemiş olduğundan forward sözleşmeler standart sözleşmeler değillerdir. Başka bir ifade ile her bir forward sözleşme kendine özgü şartlar taşıyabilmektedir (Durmuşkaya, 2011, s. 13)

Genel olarak forward sözleşmelerinin özellikleri aşağıdaki gibidir (Karadağ, 2008, s. 1; Kaygusuzoğlu, 2011, s. 140):

i. Sözleşmedeki taraflardan biri vade tarihinde sözleşme şartlarına göre teslim almakla, diğer taraf da aynı sözleşme şartlarına göre teslimi ifa etmekle yükümlüdür,
ii. Alıcı ile satıcı arasında doğrudan yapılan forward sözleşmesinde, taraflar sözleşmeye ilişkin hükümleri serbestçe belirlemekte ve sözleşmede ürünün muhteviyatı (emtia, döviz, altın vs.), teslim tarihi, vade fiyatı, teslim miktarı, fiyat bilgileri ve benzeri bilgiler bulunmaktadır,
iii. Devri ve takası mümkün olmayan forward sözleşmelerinin iptali ancak tarafların karşılıklı anlaşmaları ile mümkün bulunmaktadır,
iv. Forward işlemlerinde vade sınırı yoktur. Vade bir gün olabileceği gibi birden fazla yılı da aşabilir,
v. Forward işlemleri örgütsüz piyasa işlemleridir. İşlemler dünya çapında tezgah üstü olarak, günün her saatinde yapılabilir,
vi. Forward işlemlerini yürütmekte görevli bir takas odası bulunmamaktadır,
vii. Sözleşmenin vadesi sona erene kadar herhangi bir ödeme söz konusu değildir,
viii. Fiyatlarda günlük limitler bulunmamakta ve fiyatlar iki taraf arasında kararlaştırılmakta ve halka açıklanmamaktadır,
ix. Forward işlemlerinde, günlük hesaplaşma yapılmamaktadır,

x. Sözleşmeye konu ürünün sözleşme şartlarına göre teslim edilmesiyle sözleşme kendiliğinden sona ermektedir.

Forward sözleşmeler, öncelikle risklerini minimum kılmak isteyen taraflara bu amaçları doğrultusunda hizmet etmektedir. Bu sözleşmelerde satıcı, satmak istediği malı veya hizmeti ileri bir tarihte belirli bir fiyattan satmayı garanti altına almakta ve böylece fiyat riskinden korunmaktadır. Alıcı pozisyonunda bulunan taraf ise ileri bir tarihte ihtiyacı olan mal ve hizmeti fiyat riskine karşı korunmuş bir şekilde satın alabilme garantisini elde etmektedir. Bu özelliğiyle forward sözleşmeler alıcı ve satıcı açısından gelecekteki belirsizlikleri ortadan kaldırmakta ve taraflara geleceğe yönelik rasyonel planlar yapma imkanı tanımaktadır (Yüksel, 2010, s. 4). Örneğin, elinde belli miktarda emtia bulunduran bir tüccar olumsuz fiyat hareketlerinden korunmak için forward piyasasında aynı miktarda emtia satışı gerçekleştirebilir. Forward piyasasında kısa pozisyon alan tüccar, sözleşmenin vadesi geldiğinde belirlenen fiyattan emtiasını satarak, fiyat düşüşünün neden olduğu riskten korunmuş olmaktadır. Böylece forward sözleşmesi gelecek dönemde emtia fiyatını ve emtia satışından elde edeceği geliri sabitlemiş olmaktadır. Yapılan bu işlem sonunda spot fiyatlar forward fiyattan daha yüksekse satıcı zarar etmekte, alıcı ise kar etmektedir ("A Survey Of Commodity Risk Management Instruments", 1998, s. 22).

Forward sözleşmeleri, her ne kadar alıcı ve satıcıyı emtia fiyatındaki beklenmedik değişimlerden koruyarak olası kayıpları önlemeye yönelik bir araç olsa da, sözleşmeye taraf olanların yükümlülüklerini yerine getirmesi açısından tamamen güven esasına dayalı sözleşmeler olması nedeniyle kredi riski yüksektir.

3.4.3. Opsiyon Sözleşmeleri

Opsiyon sözleşmesi, bir finansal varlığın ya da emtianın belirli bir tarihte veya belirli bir süre içerisinde, belli bir prim karşılığında, önceden belirlenmiş sabit bir fiyattan opsiyon sahibine satın alma veya satma hakkı veren bir sözleşmedir. Opsiyon sahibi, hem alım hem de satım opsiyonunda, belirli prim karşılığında almış olduğu opsiyon sözleşmesini, opsiyon süresi içerisinde veya süresi sonunda, kullanma veya kullanmama hakkına sahip olan kişidir. Opsiyon satıcısı ise belirli bir prim karşılığında, opsiyon sözleşmesini satan ve yükümlülük altına giren kişidir (Okka, 2009, s. 836). Opsiyon sözleşmeleri taraflardan birine seçme hakkı tanırken diğer tarafa bir zorunluluk

getirmektedir. Opsiyon sahibi veya kullanıcısı olarak isimlendirilen taraf belirlenen prim karşılığında alma veya satma hakkını elde ederken, opsiyon yazıcısı veya yükümlüsü ismi verilen taraf bir yükümlülük altına girmektedir. Böylece opsiyon kullanıcısı sınırlı bir risk karşılığında sınırsız bir kar olanağına kavuşurken; opsiyon yükümlüsü sınırlı bir gelir karşılığında sınırsız bir zarar riski altına girmektedir (Çonkar ve Ata, 2002, s. 6).

Opsiyon sözleşmeleri, alım opsiyonu ve satım opsiyonu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Alım opsiyonu, sözleşmeyi alan tarafa gelecekte belirli bir miktarda varlığı, belirli bir fiyattan alma hakkı veren opsiyon sözleşmesidir. Yatırımcı ilgilendiği varlığın fiyatının yükseleceğini düşünüyorsa, bugünden ilgili varlığın fiyatını sabitlemek için alım opsiyonu satın alması gerekmektedir. Satım opsiyonu ise sözleşmeyi alan tarafa gelecekte belirli bir miktarda varlığı, belirli bir fiyattan satma hakkı veren opsiyon sözleşmesidir. Satım opsiyonu alan taraf ileride fiyatın düşeceği beklentisi içerisindedir. Fiyatların düşmesi durumunda opsiyon kullanılırken, fiyatların yükselmesi halinde kullanılmayacaktır (İşleyen, 2012, s. 136). Opsiyon sözleşmeleri kullanım vadelerine göre de Avrupa tipi ve Amerikan tipi opsiyonlar olmak üzere ikiye ayrılır. Avrupa tipi opsiyonlarda; uzun pozisyon sahibi taraf, opsiyon kullanım hakkını sadece vade bitim tarihinde kullanabilmekte, öncesinde kullanamamaktadır. Amerikan tipi opsiyonlarda ise uzun pozisyon sahibi taraf, kullanım hakkını opsiyonun yazım tarihi ile vadesi arasındaki herhangi bir süre içinde kullanabilmektedir (Organ ve Bozdağan, 2012, s. 53)

Opsiyon sözleşmelerinde tarafların kazanç ve kayıpları opsiyon türüne ve opsiyon alıcısı veya satıcısı olmalarına göre farklılık göstermektedir. Alım opsiyonunda alıcı konumunda olan yatırımcı için kazanç, opsiyona konu olan emtianın spot fiyatından, opsiyonun işleme koyma fiyatı ile opsiyonu satın almak için ödenen fiyat olarak ifade edilen primin çıkarılmasıyla bulunmaktadır. Bu kapsamda alıcının kazanç potansiyeli sınırsız iken olası kaybı ödediği prim ile sınırlıdır. Alım opsiyonunda satıcı konumundaki yatırımcı için ise kazanç imkanı primle sınırlı iken kayıp ihtimali sınırsızdır. Satım opsiyonunda alıcı konumundaki yatırımcı için kazanç, işleme koyma fiyatı ile ödediği prim arasındaki fark kadar iken kayıp opsiyon primi kadardır. Satıcı açısından kazanç olanağı ödediği prim kadarken, potansiyel kayıp opsiyon primi ile işleme koyma fiyatı arasındaki fark kadardır (Frush, 2008, s. 234).

Opsiyon sözleşmeleri, vadeli işlem ve forward sözleşmeleri gibi emtia fiyat riskinden korunmak amacıyla risk yöneticileri tarafından tercih edilen bir araç olmakla birlikte, diğer türev araçlardan ayrılan en önemli özelliği opsiyon alıcısına sağladığı esnekliktir. Bir yatırımcı alım opsiyonu satın aldığında, fiyatların beklentilerin aksine düşmesi durumunda yatırımcının zararı en fazla opsiyon primi kadar olacaktır. Fakat vadeli işlem ve forward sözleşmelerinde, emtianın satın alınacağı taahhüt edilmekte ve taahhüt yerine getirilmek zorunda kalınmaktadır. Bu durum yatırımcının büyük zararla karşılaşmasına neden olabilmektedir (Christian, 2006, s. 75).

3.4.4. Swap Sözleşmeleri

Swap, belirli bir miktar ve nitelikteki para, döviz, altın, finansal araç, alacak, mal gibi varlıklarla, yükümlülüklerin, önceden belirlenen fiyat ve koşullara göre gelecekteki bir tarihte değiş-tokuşunu kapsamına alan vadeli bir işlemdir (Örten ve Örten, 2001, s. 311). Swap işlemlerinde amaç; borç maliyetini azaltmak, faiz oranları. döviz kurları ve emtia fiyatlarındaki dalgalanmaların yaratacağı riskleri minimize etmektir (Çonkar ve Ata, 2002, s. 6)

Emtia swapları, belirlenen bir zamanda iki taraf arasında ödemelerin değişimini içermektedir. Kıymetli metaller, enerji, tarım ürünleri gibi girdilerin fiyatlarından kaynaklanan risklerden korunmak amacıyla oluşturulmuştur. Fakat uygulamada ham petrol gibi enerji ürünlerinde emtia swaplarına daha çok rastlanmaktadır (Janakiramanan, 2012, s. 210). Emtia swap işleminde taraflar, fiyat riskinden korunmak isteyen üretici, tüketici ile swap işlemi yapmak isteyen tarafları bir araya getiren ve bu faaliyetinden dolayı taraflardan komisyon alan aracılar ya da bankalardan oluşmaktadır. Fakat günümüzde aracı kuruluş ya da bankanın da swap sözleşmesinde aracılık faaliyeti dışında taraf olarak yer aldığı görülebilmektedir (Beder & Marshall, 2011, s. 199). Swap işlemi ile üretici orta ve uzun vadede emtianın fiyatını sabitlerken, tüketici ise ödemek zorunda olduğu fiyatı sabitlemiş olmaktadır. Emtia swap sözleşmelerinde emtianın teslimi söz konusu olmayıp, sözleşmeler tamamen nakdi uzlaşmaya dayanmaktadır (“A Survey Of Commodity Risk Management Instruments”, 1998, s. 35).

Bir swap işleminin sabit ödemeler ve değişken ödemeleri içeren iki ayağı bulunmaktadır. Sabit ödemeler swap işleminin sabit ayağı, değişken ödemeler ise swap

işleminin değişken ayağı olarak adlandırılmaktadır (Burger, Graeber, & Schindlmayr, 2010, s. 53). Değişken ayağında ödemeler, swap sözleşmesinin taraflarınca belirlenmiş, kolaylıkla ölçülebilen ve gözlemlenebilen fiyata ya da referans kura bağlı olabilmektedir. Emtia swaplarında değişken ödemeler, petrol, doğal gaz, altın, diğer metaller gibi emtia fiyatlarına ya da bir endekse bağlanmaktadır (Galitz, 2013, s. 535). Swap işlemlerinde tüketici genellikle sabit fiyattan ödeme yaparken, üretici değişken fiyattan ödeme yapmaktadır. Değişken fiyatın sabit fiyattan yüksek olması durumunda aradaki fark, değişken fiyattan ödeme yapan tarafından karşılanmaktadır (Geman, 2005, s. 363). Örneğin Teksas'ta bir petrol şirketinin her gün 10.000 varil ayda 300.000 varil belli bir kalitede petrol pompalamak zorunda olduğunu varsayalım. Firmanın pompaladığı petrolün spot fiyatı varil başına 70,50$'dır. Firmanın üretim maliyetinin ise varil başına 55$ olduğunu kabul edelim. Yönetimin en büyük korkusu petrol fiyatının üretim maliyetinin altına düşmesidir. Bu kapsamda fiyat riskini ortadan kaldırmak için risk yöneticisi, aylık 300.000 varil petrol karşılığında varil başına 70,50$ ödeme yapan, iki yıllık swap sözleşmesi yapmaya karar vermiştir. Sözleşme kapsamında petrol şirketi, sözleşmenin diğer tarafını oluşturan aracıya ise 30 günlük ortalama spot fiyatından ödeme yapacaktır. Bu swap işleminin değişken ayağını ortalama spot fiyatı oluştururken, sabit ayağını varil başına ödenen 70,50$ oluşturmaktadır (Beder & Marshall, 2011, s. 201). Böylece petrol şirketi spot piyasada cari fiyatlardan petrolünü satarken, swap işlemi ile gelirini belli oranda sabitlemiş olmaktadır. Spot fiyatların yükselmesi durumunda, değişken fiyat artacağı için petrol şirketi değişken fiyat ile sabit fiyat arasındaki farkı aracı kuruma ödemek durumunda kalacaktır.

Swap işlemlerinin, piyasa riskinden korunmak amacıyla kullanılan forward ve vadeli işlem sözleşmelerinden ayıran bir takım özellikleri bulunmaktadır. Swap işlemleri orta ve uzun vadeli iken, vadeli işlem ve forward sözleşmeleri genellikle kısa vadelidir. Vadeli işlem ve forward sözleşmelerinde riske karşı korunmanın yanında, spekülatif amaç ön plana çıkarken, swap işlemlerinde fiyat riskinin yönetimi daha ağır basmaktadır. Bunun yanı sıra swap işlemlerinde taraflardan her biri, aynı oranda olmasa bile fayda sağlayabilmektedirler. Ancak vadeli işlem ve forward sözleşmelerinde taraflardan birisi fayda sağlarken, diğeri zarara uğrayabilmektedir. Vadeli işlem ve forward işlemleri çoğunlukla kontratlar halinde düzenlenmektedir. Hatta vadeli işlem

sözleşmeleri için özel borsalara ihtiyaç duyulmaktadır. Swap işlemlerinde ise çoğunlukla bir banka aracılık ederek, tüm işlemleri yürütmektedir (Başcı, 2003, s. 20).

BÖLÜM IV

EMTİA PİYASASINDA RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE PİYASA RİSKİNİ ÖLÇEN ÇALIŞMALAR

Riske maruz değer yöntemine yönelik eleştirilere ve yöntemin sınırlarına rağmen, yöntemin piyasa riskini ölçmedeki başarısı kanıtlanmış ve finans ve emtia piyasalarında geniş yer bulmuştur. Finans literatüründe yapılan çalışmalar, genellikle çeşitli VaR yöntemlerinin piyasa riskini tahmin etmedeki başarısı ve değerin hesaplanmasında kullanılan volatilitenin tahmini ve modellenmesi üzerine kurulmuştur. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, piyasa riskinin ölçülmesine konu olan emtianın türüne göre gruplandırılarak aşağıda özetlenmiştir.

4.1. Enerji Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Emtia piyasalarının artan önemine rağmen, finansal piyasalarla karşılaştırıldığında, emtia piyasasında riske maruz değerin ölçülmesi ve kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasına yönelik daha az sayıda yayımlanmış çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu da enerji ürünleri üzerine yoğunlaşmış olup tarih sırasına göre aşağıda incelenmiştir.

Khindanova ve Atakhanova (2002), ham petrol, doğalgaz, gaz yağı ve elektrik ürünlerine ait bir ve üç aylık vadeli işlem sözleşme fiyatlarını kullanarak riske maruz değer hesaplanmışlardır. Ham petrol için 1995–2000 dönemlerine ilişkin günlük brent fiyatlar ile 1983–2000 dönemlerine ilişkin günlük WTI fiyatlar kullanılırken, doğal gaz için 1990–2000 dönemlerine ilişkin günlük Henry Hub fiyatları ve 1997-2001 dönemlerine ilişkin günlük IPE (International Petroleum Exchange) fiyatları kullanılmıştır. Elektrik sözleşmeleri için 1996–2000 dönemlerine ilişkin günlük COB (California-Oregon Border) fiyatları esas alınırken, gaz yağı için 1981–2001 dönemine ilişkin günlük IPE fiyatları kullanılmıştır. Bu ürünlere ilişkin fiyat serileri NYMEX ve IPE borsalarından sağlanmıştır.

Çalışmada ilk olarak enerji getirilerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanarak, normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir Kolmogorov-Smirnov test sonuçları enerji ürünlerine ilişkin getirilerin normal dağılım göstermediğini ortaya koymuştur.

Enerji getirileri normal dağılım göstermediği için enerji firmaları tarafından riske maruz değer hesaplamada kullanılan geleneksel yöntemlerin, bu ürünlerinin getiri oranlarındaki asimetri ve kalın kuyruk problemini çözmede başarısız olduğu belirtilmiştir. Bu kapsamda kalın kuyruk özelliği gösteren veri seti için pareto durağan dağılımının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Pareto durağan dağılımda α, β, σ, μ olmak üzere dört parametre bulunmaktadır. α parametresi, dağılımın yüksekliğini belirlerken, β parametresi çarpıklığı, σ parametresi ölçeği ve μ parametresi de konumu ifade eder. α parametresi, 0 ile 2 arasında değer almakta ve 2'ye eşit olması durumunda dağılım normal dağılım özelliği göstermektedir. Çalışmada en yüksek olabilirlik yöntemi kullanılarak enerji serileri için her bir parametre tahmin edilmiş ve α parametresi 2'den daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bu durum çalışmada kullanılan enerji serilerinin kalın kuyruk özelliği taşıdığını ifade etmektedir.

Durağan modelin parametrelerinin tahmininin ardından bir aylık ve üç aylık vadeli işlem sözleşmeleri için %99, %97,5 ve %95 güven düzeyinde VaR değerleri hesaplanarak, normal dağılım varsayımı altında hesaplanan VaR değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, durağan modele dayanan VaR tahminlerinin, üç güven düzeyinde de normal dağılım varsayımına dayanan modele göre gerçek kayıpları yakalamada daha doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Cabedo ve Moya (2003), çeşitli modeller üzerine kurdukları tarihi simülasyon ve varyans-kovaryans yöntemlerinin VaR değerini tahmin etmedeki başarısını test etmek amacıyla, 1992–1999 dönemleri arası ham petrol spot fiyatları üzerine bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan modeller, volatilitenin farklı şekillerde tahmin edilmesiyle geliştirilebilmektedir. Bu kapsamda çalışmada, Tarihi Simülasyon yöntemi, Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) modellemesine dayalı tarihi simülasyon (HSAF) ve ARCH modellemesine dayalı Varyans-Kovaryans yöntemi kullanılarak VaR değeri tahmin edilmiştir. Çalışmada veri seti olarak Ocak 1992-Aralık 1999 dönemine ait günlük spot brent petrol fiyatları kullanılmıştır. Örneklem dönemi iki zaman dilimine ayrılmıştır. Örneklem içi olarak ifade edilen ilk zaman dilimi 1992-1998 arası yıllar seçilmiş ve modelde yer alan katsayıların hesaplanması için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen diğer zaman dilimi ise 1999 yılı olarak belirlenmiş ve tahmin amaçlı kullanılmıştır.

İlk olarak standart Tarihi Simülasyon yöntemi kullanılarak VaR değeri tahmin edilmiştir. Tarihi Simülasyon yönteminde geçmiş dönem fiyat hareketlerinin zaman içerisinde tekrarlanacağı varsayılmakta ve geleceğe yönelik tahminler geçmiş dönem fiyat hareketlerinden elde edilmektedir. Bu kapsamda çalışmada 1992-1998 yıllarını kapsayan örneklem dönemi için günlük fiyat değişimleri hesaplanmıştır. Bu değişimler için istatistiki dağılım kullanılmış ve pozitif ve negatif değişimler analiz edilmiştir. %99 güven düzeyinde 1999 yılının her günü için pozitif ve negatif olmak üzere iki değer hesaplanmıştır. Bu değerlerden biri, pozitif fiyat değişimlerinin dağılımında %99 güven düzeyine karşılık gelmekte ve olası fiyat artışları için bir VaR ölçüsü sağlamaktadır. Diğeri ise negatif fiyat değişimlerinin dağılımında %99 güven düzeyine karşılık gelmekte ve olası fiyat azalışları için bir VaR ölçüsü sağlamaktadır. Hesaplanan bu VaR değerleri gerçek fiyat değişimleri ile karşılaştırıldığında, hesaplanan VaR gerçek fiyat değişimlerinden hesaplanan günlerin %97,7'sinde daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmanın diğer bölümünde 1999 yılı VaR değeri tahmini için HSAF yöntemi uygulanmıştır. İlk olarak 1992-1998 arası yıllar için günlük Brent petrol fiyat değişimleri hesaplanmış, ardından Ljung-Box testi uygulanarak fiyat getirilerinin otokorelasyon fonksiyonu analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar fiyat getirileri için istatistiki açıdan önemli otokorelasyonun varlığını göstermiştir. Daha sonraki aşamada, Box-Jenkins yöntemi kullanılarak, fiyat getirilerinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu analizinden elde edilen sonuçlara göre ARMA(1,1) modeli tahmin edilmiştir. Tahmin edilen modelin katsayıları kullanılarak 1999 yılına ait fiyat getirileri için öngörülerde bulunulmuştur. Öngörülen fiyat getirilerinden hareketle VaR değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan VaR değeri gerçek fiyat değişimleri ile karşılaştırıldığında, hesaplanan VaR değeri gerçek fiyat değişimlerinden hesaplanan günlerin %98,9'unda daha yüksek çıkmıştır. Bu oran, hesaplamalarda esas alınan %99 güven düzeyine göre standart tarihi simülasyon yönteminden daha yakın olduğu için HSAF yönteminin daha doğru bir VaR tahmini yaptığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmada ayrıca ARCH modellemesine dayalı Varyans-Kovaryans yöntemi kullanılarak VaR değeri tahmin edilmiştir. Çalışmada ARCH(p) ve GARCH(1,1) modelleri tahmin edilmiş, Akaike (AIC) ve Schwartz (SIC) kriterlerine göre en uygun modelin GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece 1999 yılı için varyans GARCH(1,1) modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen varyans

değeri kullanılarak VaR hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, GARCH modelinin maksimum olası fiyat değişimlerini olduğundan daha büyük tahmin ettiğini göstermiştir.

Sonuç olarak VaR değerinin hesaplanmasında çalışmada kullanılan yöntemler karşılaştırıldığında, ARMA modellemesine dayalı tarihi simülasyon yönteminin diğer modellere göre daha etkin ve daha esnek risk tahmininde bulunduğu ifade edilmiştir.

Cabedo ve Moya (2003) çalışmasına benzer bir çalışmada Sadorsky (2006) tarafından yapılmıştır. Sadorsky (2006), modeli ve veri dönemini daha geniş tutarak ve vadeli işlem sözleşmesi kullanarak çalışmasına farklılık kazandırmıştır. Çalışmada 1988-2003 dönemine ait WTI ham petrol, doğal gaz, kalorifer yakıtı ve kurşunsuz benzine ilişkin NYMEX vadeli işlem fiyatları kullanılarak günlük volatilite tek ve çok değişkenli istatistiksel modeller üzerinden tahmin edilmiş, parametrik ve parametrik olmayan VaR değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmada ilk olarak vadeli işlem fiyatlarının logaritmik getirileri hesaplanmıştır. Logaritmik getirilerin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$r_t=100*\ln(p_t/p_{t-1})$$

r_t: t günündeki logaritmik getiri

p_t: t günündeki kapanış fiyatı

Her bir serinin logaritmik getirilerinin hesaplanmasından sonra serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelenmiştir. Serilerin sola çarpık olduğu ve kalın kuyruklu bir dağılıma sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Jarque-Bera test istatistiği sonuçları da serilerin normal dağılıma sahip olmadığını göstermiştir. Otokorelasyonun varlığını test etmek için farklı gecikmeler için hesaplanan Q istatistikleri getiri serilerinde otokorelasyonun varlığını ortaya koymuştur. Serilerin durağanlığını belirlemek amacıyla yapılan ADF (Augemented Dickey Fuller) ve PP (Phillips Peron) birim kök testleri, serilerin durağan olmadığına dair herhangi bir ipucu içermemektedir.

Çalışmanın daha sonraki aşaması, çalışmaya konu olan petrol ürünlerinin fiyatlarına ilişkin volatilite tahmini ve modellenmesine dayanmaktadır. Bu kapsamda tek ve çok değişkenli modeller kullanılmıştır. Tek değişkenli model olarak rastsal yürüyüş (RW), tarihi ortalama (HM), hareketli ortalama (MA), üssel düzleştirme (ES), doğrusal regresyon modeli (LS), otoregresif model (AR), GARCH(1,1), eşik GARCH (TGARCH), ortalama GARCH (GARCH-M) ve durum uzay modeli (SS) kullanılırken;

iki değişkenli model olarak vektör otoregresif model (VAR) ve iki değişkenli GARCH (BIGARCH) modeli kullanılmıştır. Modellerin tahmininde 5 yıllık zaman dilimini kapsayan 1250 (5*250) gözlem kullanılmıştır.

RW modelinde, gelecek dönem için tahmin edilen volatilite ($\hat{\sigma}^2_{t,1}$) bu dönem getirisinin karesine (r^2_t) eşit olmakta ve model aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(RW)=r^2_t$$

HM modeli ile öngörülen volatilite, geçmiş dönem volatilitelerin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Çalışmada, 1250 gözlem için model aşağıdaki gibi tahmin edilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(HW) = \frac{1}{1250}\sum_{j=0}^{1249} \sigma^2_{t-j}$$

MA modelinde, volatilite öngörüsü için m gibi bir sürenin hareketli ortalaması kullanılmaktadır. Burada kullanılan m değeri, bir aylık, üç aylık, altı aylık iş günlerini ifade etmektedir. Hareketli ortalama modeli çalışmada aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(MA(m)) = \frac{1}{m}\sum_{j=0}^{m-1} \sigma^2_{t-j}$$

ES modelinde, cari dönemin volatilite tahmini geçmiş dönemin volatilite değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak yapılmaktadır. Çalışmada üssel düzleştirilme modeli kullanılarak volatilite tahmini aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(ES) = \alpha\hat{\sigma}^2_t(ES) + (1-\alpha)\sigma^2_t$$

α düzleştirme parametresi 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Optimal α değeri ortalama hata karesinin kökü yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Üssel düzleştirme modeli ve α parametresi, 20, 60, 180 ve 1250 günlük tahmin dönemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

LS modelinde, volatilitenin modellenmesi için sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmada model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(LS) = \widehat{\beta_0} + \widehat{\beta_1}\hat{\sigma}^2_t$$

AR modelde volatilite, 5 gecikmeli geçmiş volatilite değerleri kullanılarak modellenmiştir.

$$\hat{\sigma}^2_{t,1}(AR5) = \widehat{\beta_0} + \widehat{\beta_1}\hat{\sigma}^2_t + \widehat{\beta_2}\hat{\sigma}^2_{t-1} + \widehat{\beta_3}\hat{\sigma}^2_{t-2} + \widehat{\beta_4}\hat{\sigma}^2_{t-3} + \widehat{\beta_5}\hat{\sigma}^2_{t-4}$$

Çalışmada kullanılan diğer bir volatilite tahmin modeli GARCH(1,1)'dir. Bu model kullanılarak koşullu ortalama (r_t), koşullu varyans (h_t) denklemi ve bir sonraki güne ait varyans (h_{t+1}) tahmini sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$\mathbf{r_t = \pi + \varepsilon_t},\ \ \mathbf{\varepsilon_t \sim N(0, h_t)}$$

$$\mathbf{h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}}$$

$$\widehat{\mathbf{h}}_{\mathbf{t+1}} = \widehat{\boldsymbol{\omega}} + \widehat{\boldsymbol{\alpha}}\widehat{\boldsymbol{\varepsilon}_{\mathbf{t}}^{\mathbf{2}}} + \widehat{\boldsymbol{\beta}}\,\widehat{\mathbf{h}}_{\mathbf{t}}$$

GARCH (1,1) modelini tahmin etmek amacıyla 5 yıllık dönemi kapsayan günlük veri seti kullanılmış ve daha sonra bir günlük volatilite tahmin edilmiştir. GARCH modeli için başlangıç katsayısının tahmini amacıyla Yule-Walker denklemi kullanılmıştır.

TGARCH(1,1) modeli, piyasalardaki aşağı ve yukarı yönlü hareketlerin volatilite üzerindeki farklı etkilerini dikkate almaktadır. Çalışmada varyans denklemi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 D_{t-1}}$$

Ayrıca çalışmada volatilite tahmini için basit bir durum uzay modeli oluşturulmuş ve bir sonraki dönem ilişkin tahmin aşağıdaki model kullanılarak yapılmıştır.

$$\mathbf{(r_t)^2 = c_1 z_{1t} + z_{2t}}$$

$$\mathbf{z_{2t} = var(exp(c_2))}$$

$$\mathbf{z_{1t} = z_{1t-1}}$$

r_t, petrol ürünlerinin vadeli işlem fiyat getirilerini, z_1 ve z_2 ise durum değişkenlerini ifade etmektedir. İlk denklem sinyal denklemini, diğer denklemler ise durum denklemini göstermektedir.

Çalışmada iki değişkenli model olarak VAR modeli kullanılmıştır. Bu model, birbirleriyle ilişkili değişkenler arasındaki sistemi modellemek ve tahmin etmek için uygun olduğu için çalışmada karesi alınmış ham petrol getirilerinden oluşan seri (r_{ot}) ile karesi alınmış doğal gaz, kalorifer yakıtı ve kurşunsuz benzin vadeli işlem fiyat getirilerinden (r_{it}) oluşan seri arasında iki değişkenli VAR modeli tahmin edilmiştir. Bu kapsamda model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{y_t = \sum_{\tau=1}^{p} A_\tau y_{t-\tau} + \varepsilon_t}\ ,$$

y_t: $((r^2_{it}), (r^2_{ot}))$

A_t: tahmin edilen katsayı matrisi

ε_t: birbirleriyle ilişkili, fakat kendi gecikmeleri ve y_t ile ilişkili olmayan hata terimleri vektörü

p: bir hafta içindeki işlem gününü ifade etmekte ve 5 işgünü olarak alınmaktadır.

Çalışmada kullanılan diğer iki değişkenli model ise BIGARCH modelidir. Model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{H_t} = \mathbf{A_0} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \mathbf{A_i^*}\, \boldsymbol{\varepsilon}_{\mathbf{t-i}} \boldsymbol{\varepsilon}'_{\mathbf{t-i}} \mathbf{A_i^{*\prime}} + \sum_{\mathbf{j=1}}^{\mathbf{p}} \mathbf{B_i^*} \mathbf{H_{t-i}}\, \mathbf{B_i^{*\prime}}$$

H_t: NxN boyutunda koşullu varyans matrisi,

A ve B: maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak tahmin edilen NxN boyutunda parametre matrisidir.

Hangi modelin daha iyi olduğunu test etmek amacıyla ortalama karesel hata, ortalama mutlak sapma ve Theil U istatistiği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre volatilitenin hesaplanmasında TGARCH modeli kalorifer yakıtı ve doğal gaz için en uygun yöntem olurken; ham petrol ve kurşunsuz benzin için GARCH modelinin en uygun model olduğu tespit edilmiştir. Karmaşık bir yapıya sahip olmasına rağmen durum uzay modeli, VAR ve BIGARCH modelleri tek değişkenli GARCH modellerine göre çok iyi bir performans göstermediği tespit edilmiştir.

Bunun yanı sıra Sadorsky (2006), VaR değerinin tahmininde parametrik ve parametrik olmayan modellerin performansını da karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçlar parametrik olmayan modellerin parametrik modellere göre daha iyi performans sergilediğini göstermiştir.

Sadeghi ve Shavvalpour (2006) tarafından yapılan çalışma da petrol fiyatlarını konu almaktadır. Çalışmada, 1997-2003 dönemine ait haftalık OPEC petrol fiyatları kullanılmış ve örneklem dönemi ikiye ayrılmıştır. 1997-2002 dönemlerine ilişkin veri seti model parametrelerini hesaplamak için kullanılırken, 2003 dönemi ise tahmin amaçlı kullanılmıştır. VaR değerinin hesaplanmasında HSAF ve GARCH'a dayalı varyans kovaryans yöntemi kullanılmıştır.

HSAF yönteminin ilk aşamasında geçmiş dönem fiyat getirileri hesaplanarak, durağanlık analizi yapılmıştır. Serinin durağanlığını test etmek amacıyla ADF testinden yararlanılmıştır. ADF testi sonucuna göre serinin durağan olmadığı tespit edilmiş ve birinci dereceden farkı alınarak seri durağan hale getirilmiştir. İkinci aşamada Ljung-Box testi uygulanarak fiyat getirilerinin otokorelasyonu analiz edilmiştir. Test

sonucunda serilerde önemli düzeyde otokorelasyonun varlığı tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada Box–Jenkins yöntemi kullanılarak 1997–2002 dönemi için AR(1) modeli tahmin edilerek, model parametreleri belirlenmiştir. Son aşamada tahmin edilen model parametrelerinden hareketle gelecek dönem petrol fiyat değişimleri hesaplanmıştır. Tahmin edilen fiyat değişimleri gerçek fiyat değişimleri ile karşılaştırılarak %99 güven düzeyinde VaR değeri hesaplanmıştır.

Çalışmanın diğer bölümünde, GARCH'a dayalı varyans-kovaryans yöntemi kullanılarak VaR değeri hesaplanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak seride ARCH etkisinin varlığı kontrol edilmiştir. 1992-2003 petrol fiyat değişiminin grafiği incelendiğinde yüksek fiyat değişimlerinin yine yüksek fiyat değişimleri, küçük fiyat değişimlerini küçük değişimlerin takip ettiği gözlemlenmiştir. Çalışmada bu durumun ARCH etkisinin varlığını gösterse de yeterli olmadığı ifade edilmiş ve Enders (2004) tarafından önerilen Ljung-Box istatistiği kullanılarak AR(1) modelinin kalıntılarında otokorelasyonun varlığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar otokorelasyonun varlığını ortaya koymuş ve getiri serilerinin modellenmesinde ARCH yönteminin uygun olduğu kanısına varılmıştır. Çeşitli ARCH(q) ve GARCH(p,q) modeli tahmin edilmiş, Akaike ve Schwartz kriterlerine göre en uygun modelin GARCH(1,1) modeli olduğu sonucuna varılmıştır. Tahmin edilen GARCH(1,1) modelinin parametreleri kullanılarak 2003 dönemi için varyans değerleri tahmin edilmiştir. Tahmin edilen varyans değerlerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılarak varyans-kovaryans yöntemi kullanılarak VaR değeri hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan her iki yöntem karşılaştırıldığında, HSAF yöntemi kullanılarak tahmin edilen VaR değerinin tahmin döneminin %97,6'sında gerçek fiyat değişimlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan GARCH'a dayalı varyans-kovaryans yöntemi kullanılarak tahmin edilen VaR değeri, tahmin dönemi boyunca gerçek fiyat değişimlerinden daha büyük olmasına rağmen HSAF yöntemi kadar etkin olmadığı ifade edilmiştir.

GARCH modellerini kullanarak VaR değerini tahminine dayanan diğer bir çalışma Hung, Lee ve Liu (2008) tarafından yapılmıştır. Çalışma, WTI ham petrol, brent ham petrol, kalorifer yakıtı, propan ve NYHCGR (New York Harbor Conventional Gasoline Regular) verileri kullanılarak, bir günlük VaR değeri tahmini için normal dağılım, student-t dağılımı ve kalın kuyruk dağılımına sahip GARCH

modelleri arasından en uygun modelin belirlenmesi üzerine kurulmuştur. Bu kapsamda 1996–2006 dönemlerini kapsayan 2501 gözlemden oluşan günlük fiyat serilerinin logaritmik getirileri hesaplanarak, tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Getiri serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, serilerin normal dağılıma sahip olmadığını, kalın kuyruğa ve çok basık bir dağılıma sahip olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın sonraki aşamasında üç farklı dağılıma ilişkin GARH(1,1) modeli tahmin edilmiştir. Farklı dağılımlara sahip GARCH modellerine ilişkin parametrelerin hesaplanması için 2000 günlük getiri kullanılırken, tahmin içinde 500 günlük getiri kullanılmıştır.

Çalışmada normal dağılıma sahip GARCH(1,1) modeli (GARCH-N) için koşullu ortalama ve koşullu varyans aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$\mathbf{r_t = \mu + \varepsilon_t}, \qquad \mathbf{\varepsilon_t = \sigma_t u_t},\ \mathbf{u_t|\Omega_{t-1} \sim N(0,1)}$$

$$\mathbf{\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2}$$

r_t: getiri oranı,

σ_t^2: koşullu varyans

α, β ve ω: koşullu varyansın pozitif ve durağan olaması için α+β<1 koşulunu sağlayan pozitif parametreler,

GARCH-N modelinin log-olasılık fonksiyonu da aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{L(r_t|\Theta) = \sum_{t=1}^{T} -0,5(In2\pi + In\sigma_t^2 + u_t^2}$$

Θ: μ, ω, α ve β parametrelerinden oluşan GARCH-N modelinin parametre vektörüdür.

Normal dağılım varsayımı altında GARCH-N modeli kullanılarak VaR değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{VaR_t^N = Z_c \widehat{\sigma_t} + \mu}$$

Z_c: normal dağılım varsayımı altında c güven düzeyindeki kritik değer

Student-t dağılımına sahip GARCH(1,1) modelinin (t-GARCH) koşullu ortalama ve koşullu varyansı yukarıdaki gibi hesaplanırken, log-olasılık fonksiyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{L(r_t|\Theta) = \sum_{t=1}^{T} In\left(\frac{\Gamma\left[\frac{\upsilon+1}{2}\right]}{\Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)\sqrt{\pi(\upsilon-2)}}\right) - \frac{1}{2In\sigma_t^2} - \left(\frac{\upsilon+1}{2}\right) In\left[1 + \frac{u_t^2}{\upsilon-2}\right]}$$

Θ: μ, ω, α, β ve υ parametrelerinden oluşan GARCH-t modelinin parametre vektörüdür.

GARCH-t modeline dayalı VaR değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{VaR_t^N = t_{c,\upsilon}\widehat{\sigma_t} + \mu}$$

$t_{c,\upsilon}$: student-t dağılım varsayımı altında, υ serbestlik derecesinde, c güven düzeyindeki kritik değerdir.

Çalışmada kullanılan diğer bir yöntem ise Politis (2004) tarafından önerilen kalın kuyruk dağılımına sahip GARCH(1,1) modelidir (GARCH-HT).

Modelin log-olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{L(r_t|\Theta) = \sum_{t=1}^{T} -\frac{1}{2}[3In\left(1+\alpha_0 u_t^2\right) + \frac{u_t^2}{1+\alpha_0 u_t^2} + In2\pi + 2In\left(\Phi\left(\alpha_0^{-0,5}\right) - \Phi\left(-\alpha_0^{-0,5}\right)\right)]}$$

Θ: μ, ω, α, β ve α_0 parametrelerinden oluşan GARCH-HT modelinin parametre vektörüdür.

GARCH-HT modeline dayalı VaR değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{VaR_t^{HT} = X_{c,\alpha_0}\widehat{\sigma_t} + \mu}$$

$X_{c,\alpha o}$: kalın kuyruk varsayımı altında, $\boldsymbol{\alpha_0}$ kalın kuyruk parametresi ile c güven düzeyindeki kritik değerdir.

Modeller oluşturulduktan sonra her bir veri seti için farklı dağılımları içeren GARCH(1,1) modelinin parametreleri tahmin edilmiştir. Model parametreleri incelendiğinde, her üç modelin de α ve β parametreleri toplamının birden küçük olduğu ve tahmin edilen modellerin durağan olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada uygulanan modeller üzerinden, %90, %95, %99, %99,5 güven aralıkları dikkate alınarak hesaplanan VaR değerlerinin doğruluğunu ve etkinliğini değerlendirmek amacıyla bir takım testler uygulanmıştır. Modellerin doğruluğunu test etmek amacıyla binary kayıp fonksiyonu, kuadratik kayıp fonksiyonu, koşullu ve koşulsuz kapsama testleri uygulanırken; modellerin etkinliğini test etmek için MRSB (Mean relative scaled bias) testi uygulanmıştır.

Binary kayıp fonksiyonu, VaR değerinin hesaplandığı dönemde gerçek kaybın yüzde kaçının tahmin edilen VaR değerinden daha fazla olduğunu göstermekte ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{BL_{i,t+1}} = \begin{cases} \mathbf{1}, & \mathbf{if\ r_{i,t+1} < VaR_{i,t}} \\ \mathbf{0}, & \mathbf{if\ r_{i,t+1} > VaR_{i,t}} \end{cases}$$

$BL_{i,t+1}$, t+1 dönemde hesaplanan binary kayıp fonksiyonu; $r_{i,t+1}$, t+1 dönemde gerçekleşen getiriyi ifade etmektedir.

Tahmin edilen VaR değerlerinin gerçekleşen kaybı kapsamaması aşım olarak ifade edilmektedir. Kuadratik kayıp fonksiyonu aşımların büyüklüklerini de VaR performansının değerlendirilmesinde dikkate almakta ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{OL_{i,t+1}} = \begin{cases} \mathbf{1 + \left(r_{i,t+1} - VaR_{i,t}\right)^2} & \mathbf{,\ if\ r_{i,t+1} < VaR_{i,t}} \\ \mathbf{0} & \mathbf{,\ if\ r_{i,t+1} > VaR_{i,t}} \end{cases}$$

VaR modelinin doğruluğunu test etmek için kullanılan diğer bir yöntem ise Kupiec (1995) tarafından geliştirilen koşulsuz kapsama testidir. Yöntemde olabilirlik oranı test istatistiği (LR_{uc}) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{LR_{uc}} = -\mathbf{2log}\left[\frac{\mathbf{p^{n_1}(1-p)^{n_0}}}{\mathbf{\hat{\pi}^{n_1}(1-\hat{\pi})^{n_0}}}\right] \sim \boldsymbol{\chi}^2(\mathbf{1})$$

π, $n_1/(n_0+n_1)$ oranına eşit olup aşım oranını; n, istisna sayısını; p, güven düzeyini ifade etmektedir. Bu kapsamda LR test istatistiği, kritik değerden büyük ise boş hipotez reddedilmekte, kullanılan VaR modeli yeterli kabul edilmektedir.

Ayrıca çalışmada Christoffersen (1998) tarafından geliştirilen koşullu kapsama testi (LR_{cc}) uygulanmıştır. Test, istisnaların rastsal dağılıp dağılmadığını ve aşım sayısının çok fazla ya da çok az olduğunu ölçebilmektedir. Yöntemde olabilirlik oranı test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{LR_{cc}} = -\mathbf{2log}\frac{\mathbf{(1-p)^{n_0}p^{n_1}}}{\mathbf{(1-\hat{\pi}_{01})^{n_{00}}\hat{\pi}_{01}^{n_{01}}(1-\hat{\pi}_{11})^{n_{10}}\hat{\pi}_{11}^{n_{11}}}} \sim \boldsymbol{\chi}^2(\mathbf{2})$$

$n_{i,j}$, j değerini izleyen i değerinin gözlem sayısını (i,j:0,1); $\pi_{01}= n_{01}/(n_{00}+n_{01})$ ve $\pi_{11}= n_{11}/(n_{10}+n_{11})$ ifade etmektedir.

Çalışmada uygulanan modellerin etkinliğini test etmek için Hendricks (1996) tarafından önerilen MRSB yöntemi kullanılmıştır. Yöntem iki aşamalı olup, hangi yöntemin en küçük ortalama risk ölçüsü verdiğini belirlemeyi amaçlamaktadır. İlk aşamada X_i^4 ölçek katsayısı her bir model için aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$\mathbf{F_i = T_i(1-c)},\ \ \mathbf{F_i} = \sum_{\mathbf{t=1}}^{\mathbf{T_i}} \begin{cases} \mathbf{1}, & \mathbf{if\ r_{i,t+1} < X_i VaR_{i,t}} \\ \mathbf{0}, & \mathbf{if\ r_{i,t+1} \geq X_i VaR_{i,t}} \end{cases}$$

F_i, i modeli için başarısızlık sayısını; r_{t+1}, gerçekleşen kazanç ve kaybı; T_i, parametre tahmini için örneklem büyüklüğünü, c ise güven düzeyini ifade etmektedir.

İkinci aşamada aşağıdaki eşitlik kullanılarak MRSB değeri hesaplanmaktadır.

$$\mathbf{MRSB_i} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{M}} \sum_{\mathbf{t=1}}^{\mathbf{M}} \frac{\mathbf{X_{it} - \bar{X}_t}}{\mathbf{\bar{X}_t}},\quad \mathbf{\bar{X}_t} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{N}} \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{N}} \mathbf{X_{it}}$$

M, bir günlük hesaplanan VaR değerlerinin sayısını, N ise değerlendirilen VaR modellerinin sayısını göstermektedir. En etkin model olarak en küçük MRSB değerini veren model seçilmektedir.

VaR modellerinin doğruluğunu ve etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılan testlerin sonuçlarına göre GARCH-HT modelini esas alan VaR tahminlerinin, düşük ve yüksek güven düzeylerinde diğer GARCH-N ve t-GARCH yöntemlerine göre geriye dönük testlerde daha başarılı olmuştur. Bunun yanı sıra enerji ürünlerinde görülen kalın kuyruk sorunundan dolayı GARCH-N ve t-GARCH modellerinin VaR değerlerini düşük güven düzeyinde (%90 ve %95) daha yüksek ya da daha düşük tahmin etme eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. Etkinlik bakımından ise GARCH-N modeli düşük güven düzeyinde alternatiflerine göre en üstün model iken, geriye dönük testlerden geçememiştir. Fakat GARCH-HT modeli yüksek güven düzeyinde geriye dönük testlerde daha iyi sonuç vermiştir. Sonuç olarak GARCH-HT modeli hem VaR tahminlerinin doğruluğu hem de etkinliği açısından diğer modellere göre tatmin edici sonuçlar vermektedir.

Fan, Zhang, Tsai ve Wei (2008) nin, 1987-2006 dönemine ait WTI ve brent ham petrol spot fiyatları kullanarak VaR değeri tahmin ettikleri çalışmalarında; VaR değerinin tahmininde genelleştirilmiş hata dağılımına dayalı GARCH modelleri (GED-GARCH) ile HSAF yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda 4944 örneklemden oluşan veri seti iki döneme ayrılmıştır. 1987-2005 dönemine ait örneklem VaR modellerini tahmin etmek için kullanılırken, 2005-2006 dönemlerine ilişkin örneklem ise tahmin edilen modelden hareketle öngörülerde bulunmak amacıyla kullanılmıştır.

Çalışmada ilk olarak WTI ve brent ham petrol fiyatlarının günlük logaritmik getirileri ve tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistiklere göre gerek WTI gerekse brent ham petrol getirilerinin sola çarpık ve basıklık derecesinin de 3'den

oldukça büyük olduğu ve bu nedenle kalın sol kuyruklu çok basık bir dağılıma sahip olduğu belirtilmiştir. Bu durum getirilerin normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir. Uygulanan Jarque-Bera test sonuçları da bu durumu doğrulamıştır. Bunun yanı sıra ADF birim kök testi sonuçlarına göre serilerin durağan olduğu ve Ljung-Box istatistiği sonuçlarına göre ise her iki emtia içinde otokorelasyon sorunu olduğu gözlemlenmektedir.

Çalışmada WTI getirilerinin tahmini için ARMA modeli kullanılmıştır. Otokorelasyon ve kısmı otokorelasyon fonksiyonu grafikleri ve AIC kriterine göre en uygun modelin ARMA(1,1) modeli olduğu sonucuna varılmıştır. Modelin kalıntı serileri için LB testi incelendiğinde otokorelasyon katsayılarının sıfırdan farklı olmadığı yani kalıntı serilerinin rastsal olduğu ve otokorelasyonun olmadığı belirtilmiştir. WTI getiri serilerinde volatilite kümelenmesi gözlemlendiği için tahmin edilen ARMA(1,1) modelin kalıntı serilerinde ARCH etkisinin varlığı ARCH-LM testi ile incelenmiştir. Test sonuçları yüksek derecede ARCH etkisinin varlığına işaret ettiği için GARCH modellerinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Çalışmada petrol fiyat getirilerinin kalın kuyruk özelliği gösterdiği için GARCH modellerini tahmininde hata dağılımının (GED) daha uygun olduğu belirtilmiştir. Bu kapsamda genelleştirilmiş hata dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$\mathbf{f(\varepsilon) = \frac{k * exp(-\frac{1}{2}\left|\varepsilon/\lambda\right|^{k})}{\lambda * 2^{[(k+1)/k]}\,\Gamma(\frac{1}{k})}\ (0 \le k \le \infty)\ \ ve\ \lambda = \left[\frac{2^{(-\frac{2}{k})}\Gamma(\frac{1}{k})}{\Gamma(\frac{3}{k})}\right]^{1/2}}$$

Γ(●), gamma fonksiyonunu; k ise GED dağılımının parametresini ve aynı zamanda dağılımın kuyruğunun ne kadar kalın olduğunu gösteren serbestlik derecesini ifade etmektedir. k=2 olması durumunda GED dağılımı, standart normal dağılıma dönüşürken; k'nın ikiden büyük olması durumunda kuyruk normal dağılımdan daha ince, ikiden küçük olması durumunda daha kalın olmaktadır.

WTI petrol getirileri için GED dağılımına dayalı GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1), GARCH(2,2) modelleri arasından gerek AIC kriterine gerekse model katsayılarının anlamlı ve pozitif olmalarına göre en uygun modelin GARCH(1,1) olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca TGARCH(1,1) ve GARCH-M(1,1)

modelleri tahmin edilmiş, AIC kriteri ve volatilitedeki asimetri etkisini ortaya koyma gücü bakımından TGARCH(1,1) modelinde karar kılınmıştır.

Brent petrol getirileri için ise en uygun modelin MA(1) modeline dayalı GARCH(1,1) modeli olduğu ifade edilmiştir.

Çalışmanın sonraki aşamasında WTI için GED dağılımına dayalı ARMA(1,1)-TGARCH(1,1) ve brent ham petrol için GED dağılımına dayalı MA(1)-GARCH(1,1) modelleri esas alınarak Varyans-Kovaryans yöntemi ile pozitif ve negatif yönlü VaR değerlerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$\mathbf{VaR_{m,t}^{up} = \mu_{m,t} - z_{m,\alpha}\sqrt{h_{m,t}},} \quad \mathbf{(m = 1, 2)}$$

$$\mathbf{VaR_{m,t}^{down} = \mu_{m,t} + z_{m,\alpha}\sqrt{h_{m,t}},} \quad \mathbf{(m = 1, 2)}$$

$\mu_{m,t}$ m piyasası için koşullu beklenen getiriyi; $z_{m,\alpha}<0$ olmak üzere m piyasası için TGARCH modelinin kalıntı serileri için kullanılan GED dağılımının sol α yüzdelik dilimini; $h_{m,t}$ ise m piyasası için koşullu varyansı ifade etmektedir.

VaR değerleri hesaplandıktan sonra kullanılan VaR modellerinin gerçek riski tahmin etme kabiliyetini belirlemek için geriye dönük test uygulanmıştır. Geriye dönük test için Kupiec(1995) tarafından geliştirilen koşulsuz kapsama testi uygulanmıştır.

Koşulsuz kapsama test sonuçları, GED dağılımına dayanan TGARCH(1,1) ile GARCH(1,1) modellerinin %95 güven düzeyinde hesaplanan pozitif VaR değeri ile %99 güven düzeyinde hesaplanan pozitif ve negatif VaR değerlerini doğru şekilde tahmin ettiğini göstermiştir. Bunun yanı sıra her iki petrol ürünü için %99 güven düzeyinde standart normal dağılım varsayımına dayalı VaR değeri hesaplanarak, GED dağılımına dayanan TGARCH(1,1) ile GARCH(1,1) modellerine dayanan VaR değerleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre normal dağılım varsayımı altında hesaplanan pozitif ve negatif VaR değerleri her iki emtia içinde doğru ve güvenilir çıkmamış, hesaplanan VaR değerleri gerçek piyasa riskini düşük tahmin etmiştir.

Çalışmada ayrıca HSAF yöntemi kullanarak VaR değeri hesaplanmış ve GED-GARCH modelleri ile karşılaştırılmıştır. WTI ve brent hem petrol getiri serileri için pozitif ve negatif VaR değerleri arasında yer alan getirilerin tüm getirilere oranı %95 güven düzeyinden daha az çıkmış ve LR test istatistiği de kritik değerden büyük hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre GED-GARCH modeline dayalı VaR tahminleri HSAF modeline göre daha iyi performans göstermiştir.

Sonuç olarak Fan, Zhang, Tsai ve Wei (2008) çalışmalarında önerdikleri GED-GARCH modelini, yaygın olarak kullanılan standart normal dağılıma dayalı VaR modeli ve HSAF yöntemine göre daha realistik ve karşılaştırılmalı olarak değerlendirmektedirler.

Altay (2009) çalışmasında, Monte Carlo simülasyon yöntemi ile hesaplanan VaR değerlerinin, 10/01/1997–16/06/2006 tarihleri arasındaki ham petrol varil fiyatlarındaki değişimlerden kaynaklanan riskleri tahmin etmedeki etkinliğini incelemiştir.

Çalışmada tüm üretici ülkelerin tahmini petrol ihracatı hacmine göre ağırlıklandırılmış FOB (free on board, güvertede teslim) spot fiyatları ortalaması kullanılmış ve fiyat getiri oranları ardışık haftalık fiyat verilerinin birinci logaritmik farkları alınarak hesaplanmıştır. Fiyat getiri serisinin özet istatistikleri incelendiğinde serinin sola çarpık olduğu, basıklık değerinin 3'ten büyük olduğu, diğer bir deyişle getiri oranı dağılımının kalın kuyruklu olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Jarque-Bera test istatistiği ile ham petrol fiyatlarından türetilen değişim oranlarının normal dağılıma uymadığı doğrulanmıştır.

Çalışmada Monte Carlo simülasyonu ile VaR değerinin hesaplanabilmesi için 10/01/1997-16/05/2008 dönemlerini kapsayan 593 haftalık ham petrol fiyatları iki ayrı döneme ayrılmıştır. 17/01/1997–16/06/2006 tarihleri arasındaki dönem tahmin dönemi olarak alınmış ve petrol fiyatlarından hesaplanan getiri oranlarının dağılım özelliklerinin tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Rastsal sayı üretilmesi yoluyla simülasyonun gerçekleştirileceği dağılım özellikleri bu dönemden elde edilmiştir. 23/06/2006-16/05/2008 tarihleri arasındaki 100 haftalık zaman dilimi ise test dönemi olarak alınmış ve VaR tahminlerinin gerçekleşen kayıplarla karşılaştırılarak yöntemin ne derecede başarılı olduğunun sınanması için kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemin ilk aşamasında, tahmin dönemine ait 492 haftalık getiri oranının istatistiksel dağılımı çıkarılmıştır. Elde edilen dağılımın özelliklerine bağlı olarak rastsal sayı üretme yöntemiyle 5000 iterasyon yapılmış ve elde edilen 5000 adet rastsal getiri oranı serisinin ortalaması alınarak yeni bir getiri oranı serisi elde edilmiştir. Oluşturulan seri 100 adet kantile ayrılarak dağılımın sol tarafında kalan ilk %1, %5 ve %10'luk uç değerler fiyat düşüşleri nedeniyle karşılaşılacak riskin ölçülmesi için, dağılımın sağ tarafında kalan %1, %5 ve %10'luk uç değerler ise fiyat artışları

nedeniyle karşılaşılacak riskin ölçülmesi için hesaplanmıştır. Söz konusu uç değerlere denk gelen getiri oranları, test döneminin başladığı haftadan bir hafta önceki petrol fiyatına uygulanarak test döneminin birinci haftasındaki VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Bir sonraki hafta için VaR değerlerinin hesaplanması ise tahmin döneminin ilk verisi çıkarılıp, test döneminin ilk haftasındaki veri eklenerek, pencere uzunluğu 492 olarak sabit kalmak üzere elde edilen yeni veri setinin olasılık dağılımının çıkarılması ve bu dağılımın özelliklerine sahip 5000 adet rastsal seri üretilmesi ile aynı yöntemin uygulanması yoluyla elde edilmiştir. Yöntem, pencere uzunluğu her defasında bir hafta kaydırılarak sabit tutulmak üzere test döneminin tamamı için toplam 100 kez tekrarlanmış ve tüm test dönemi için %99, %95 ve %90 güven düzeylerinde VaR değerleri hesaplanmıştır.

Monte Carlo simülasyonu yöntemi ile fiyat artışları ve fiyat düşüşleri için tahmin edilen %99, %95 ve %90 güven düzeyindeki VaR değerleri ve test dönemi boyunca gerçekleşen fiyat değişimleri karşılaştırıldığında, test dönemi boyunca gerek yükseliş yönünde gerekse düşüş yönünde gerçekleşen fiyat değişimlerinin tümünün %99 düzeyinde tahmin edilen VaR değerlerinden daha düşük olduğunu gözlemlenmiştir. Ancak %95 ve %90 güven düzeyleri için tahmin edilen VaR değerlerinin tamamı, gerçekleşen fiyat değişimlerinden daha düşük değildir.

Çalışmada uygulanan modelin performansını ölçmek amacıyla binary ve kuadratik kayıp fonksiyonları kullanılmıştır. Binary kayıp fonksiyonu, test dönemi içinde tahmin edilen VaR değerlerinin gerçekleşen fiyat değişimleri ile karşılaştırılmasıyla yüzde kaçının VaR değerinden daha yüksek gerçekleştiğini göstermektedir ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\textbf{Kısa pozizyon için: } \mathbf{BK_t} = \begin{cases} \mathbf{1}, & \textbf{if } \boldsymbol{\Delta P_t} > \mathbf{VaR_t}(\boldsymbol{K}) \\ \mathbf{0}, & \textbf{if } \boldsymbol{\Delta P_t} \leq \mathbf{VaR_t}(\boldsymbol{K}) \end{cases}$$

$$\textbf{Uzun pozizyon için: } \mathbf{BK_t} = \begin{cases} \mathbf{1}, & \textbf{if } \boldsymbol{\Delta P_t} < \mathbf{VaR_t}(\boldsymbol{K}) \\ \mathbf{0}, & \textbf{if } \boldsymbol{\Delta P_t} \geq \mathbf{VaR_t}(\boldsymbol{K}) \end{cases}$$

BK_t, t zamanında hesaplanan binary kayıp fonksiyonunu ve ΔP_t, t zamanında gerçekleşen fiyat değişimini ifade etmektedir.

Binary kayıp fonksiyonunun ortalaması (ort(BK_t)) ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{ort}(\mathbf{BK}_t) = (\sum_{t=1}^{n} \boldsymbol{BK_t})/\boldsymbol{n}$$

Binary kayıp fonksiyonu, test dönemi içinde tahmin edilen VaR değerlerinin, gerçekleşen fiyat değişimleri ile karşılaştırılmasıyla yüzde kaçının VaR değerinden daha yüksek gerçekleştiğini göstermektedir.

Kuadratik kayıp fonksiyonu ise öngörülemeyen kayıp tutarının büyüklüğünün VaR performansının ölçülmesinde dikkate almak amacıyla kullanılmakta ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\textbf{Kısa pozisyon için: } \mathbf{KK_t} = \begin{cases} \mathbf{1 + (\Delta P_t - VaR_t)^2} & , \quad \textbf{if } \mathbf{\Delta P_t > VaR_t}(\boldsymbol{K}) \\ \mathbf{0} & , \quad \textbf{if } \mathbf{\Delta P_t \leq VaR_t}(\boldsymbol{K}) \end{cases}$$

$$\textbf{Uzun pozisyon için: } \mathbf{KK_t} = \begin{cases} \mathbf{1 + (\Delta P_t - VaR_t)^2} & , \quad \textbf{if } \mathbf{\Delta P_t < VaR_t}(\boldsymbol{K}) \\ \mathbf{0} & , \quad \textbf{if } \mathbf{\Delta P_t \geq VaR_t}(\boldsymbol{K}) \end{cases}$$

Kuadratik kayıp fonksiyonunun ortalaması (ort(KK_t)) ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{ort(KK_t)} = (\sum_{\mathbf{t=1}}^{\mathbf{n}} \mathbf{KK_t})/\mathbf{n}$$

Elde edilen bulgular, tüm VaR değerleri için ort(BK_t) değerlerinin hesaplandıkları güven düzeylerinde α (=1-güven düzeyi) değerlerinden daha düşük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Monte Carlo simülasyon yönteminin VaR tahmininde başarılı bir yöntem olduğu söylenebilir. Yöntemin kısa ve uzun pozisyonlarda riski öngörmedeki performansı incelendiğinde de %99 güven düzeyinde hesaplanan VaR değerlerinin öngöremediği düzeyde bir risk gerçekleşmemiştir. VaR'ın riski öngörmedeki yetersizliğinin şiddetini değerlendiren ort(KK_t) istatistiği ise Monte Carlo simülasyon yöntemi ile tahmin edilen VaR değerinin kısa pozisyon için daha başarılı olduğunu göstermiştir.

4.2. Metal Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Literatürde riske maruz değerin tahminine yönelik enerji ürünlerinin yanı sıra metal ürünlerini de içeren çalışmalar bulunmaktadır. Giot ve Laurent (2003) tarafından yapılan çalışmada; alüminyum, nikel, bakır, brent ve WTI ham petrol günlük fiyatları ile kakao vadeli işlem fiyatlarından oluşan beş yıllık veri seti kullanılarak, kısa ve uzun pozisyon alan yatırımcı açısından RiskMetrics, skewed student APARCH ve skewed student ARCH modellerinin performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmada alüminyum, bakır ve nikelden oluşan metal ürünleri için 03.01.1989-31.01.2002 tarihleri arasındaki günlük spot fiyatlar kullanılırken, brent ve WTI ham petrol için 20.05.1987-18.03.2002 tarihleri arasındaki günlük spot fiyatlar kullanılmıştır. Ayrıca çalışmaya tarımsal ürün olarak 03.01.1994–31.01.2002 dönemlerine ait kakao vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin günlük fiyatlar da dahil edilmiştir. Çalışmada tüm fiyat serilerinin logaritmik getirileri hesaplanarak, tanımlayıcı istatistikler belirlenmiştir. Bu kapsamda petrol ürünlerine ilişkin getiri serileri için basıklık katsayısı oldukça yüksek ve sola çarpıkken, kakao serileri sağa çarpık ve basıklık derecesi 3'den küçüktür. Alüminyum ve nikel getiri serileri sola, bakır ise sağa çarpıkken; basıklık katsayıları 3'den büyüktür.

Giot ve Laurent (2003) çalışmalarında, getiri serilerinin değişen varyansa sahip olmasından dolayı, koşullu varyansı tanımlamak için ARCH modellerinin daha uygun olduğunu belirterek, VaR değerinin hesaplanmasında ARCH modellerine dayanan parametrik VaR yöntemini tercih etmişlerdir. Bu kapsamda volatiliteyi modellemek için simetrik (RiskMetrics ve student APARCH) ve asimetrik (skewed student APARCH ve skewed student ARCH) olmak üzere dört model oluşturulmuştur.

RiskMetrics modeli, şişman kuyruk dağılımına sahip getirilerin volatilitesini tahmin etmede zayıf kalmakla birlikte uygulamacılar tarafından yaygın şekilde kullanıldığı için çalışmada yer verilmiştir. RiskMetrics yöntemi normal dağılıma sahip IGARCH modeline benzemekte ve modelde koşullu varyans (h_t) matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{h_t^2 = (1-\lambda)e_{t-1}^2 + \lambda h_{t-1}^2}$$

Yukarıdaki eşitlikte λ; değeri 0,94 olarak alınmıştır.

Student APARCH modeli, GARCH(1,1) modelinin genişletilmiş şekli olup kalın kuyruk dağılımlarını dikkate almakta ve koşullu varyans aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\mathbf{h_t^\delta = \omega + \alpha_1 + (|e_{t-1}| - \alpha_n e_{t-1})^\delta + \beta_1 h_{t-1}^\delta}$$

ω, α_1, α_n, β_1 ve δ tahmin edilecek parametrelerdir. δ parametresi 0'dan büyük olmak üzere varyansın (h_t) Box-Cox dönüşümüdür. α_n, -1 ile +1 arasında değerler almakta ve kaldıraç etkisini göstermektedir. α_n parametresinin pozitif değer alması geçmiş dönemlerdeki negatif şokların bugünkü koşullu varyans üzerinde geçmiş dönemdeki pozitif şoklardan daha derin etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Skewed student APARCH modeli serilerin hem asimetri hem de şişman kuyruk yapılarını dikkate almakta ve model matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$f\left(\epsilon|\xi,\upsilon\right)=\begin{cases}\dfrac{2}{\xi+\frac{1}{\xi}}\,sg\left[\xi(s\epsilon+m)\,|\upsilon\right] & \text{if } \epsilon<-\dfrac{m}{s}\\ \dfrac{2}{\xi+\frac{1}{\xi}}\,sg\left[(s\epsilon+m)/\xi\,|\upsilon\right] & \text{if } \epsilon\geq-\dfrac{m}{s}\end{cases}$$

g(.|υ) simetrik student yoğunluğunu, υ kuyruk şişmanlığını belirleyen serbestlik derecesini, ξ asimetri katsayısını ifade etmektedir. m ve s^2 ise sırasıyla standartlaştırılmamış skewed student dağılımının ortalaması ve varyansını simgelemekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$m=\frac{\Gamma\left(\frac{\upsilon-1}{2}\right)\sqrt{\upsilon-2}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)}\left(\xi-\frac{1}{\xi}\right)$$

$$s^2=\left(\xi^2+\frac{1}{\xi^2}-1\right)-m^2$$

Çalışmanın sonraki aşamasında, uzun ve kısa pozisyon alan yatırımcı açısından modellerin VaR değerini tahmin etmedeki başarısını değerlendirmek amacıyla farklı anlamlılık düzeylerinde 1 günlük VaR değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre RiskMetrics yöntemi %1 ve daha düşük anlamlılık düzeylerinde zayıf bir performans sergilemiş ve başarı düzeyi %52,7 oranında kalmıştır. Skewed student APARCH modeli ise piyasa riskinin ölçülmesinde gerek kısa gerekse uzun pozisyonlarda mükemmel sonuç vermiş ve başarı oranı %98,3 düzeyinde gerçekleşmiştir. Skewed student ARCH modeli yüksek anlamlılık düzeyinde başarılı olamasa da Riskmetrics modeline göre iyi sonuç vermektedir. Modelin başarı oranı %63,3 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu kapsamda skewed student APARCH modeli diğer modeller ile karşılaştırıldığında çalışmaya konu olan tüm emtialar için piyasa riskinin ölçümünde daha başarılı sonuç vermektedir.

Füss, Adams ve Kaiser (2008), 1991-2006 dönemini kapsayan çalışmalarında; tarım, enerji, endüstriyel metal, canlı hayvan ve kıymetli metallere ilişkin S&P GSCI emtia endekslerinin günlük verileri kullanarak çeşitli dinamik VaR yöntemleri ile geleneksel VaR yöntemlerinin performansını incelemişlerdir. Çalışma da örneklem

dönemi olarak 01.01.1991-31.12.2006 tarihleri arası seçilmiştir. İlk olarak emtia endekslerine ait fiyat serilerinin logaritmik getirisi hesaplanmış, ardından tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Tüm endeksler için tanımlayıcı istatistikler getiri serilerinin normal dağılım göstermediğini ve kalın kuyruk özelliğine sahip olduğunu işaret etmektedir.

Çalışmanın sonraki bölümlerinde ise örneklem dönemi üç dönem ayrılarak, çeşitli VaR modelleri karşılaştırılmıştır. İlk dönem 01.01.1991-28.12.2004 tarihlerini arasını kapsamaktadır. Bu dönem tahmin dönemi olarak kullanılmıştır. 28.12.2004-29.11.2006 tarihleri arası ise ikinci dönem olarak seçilmiş ve bir sonraki günün VaR değerlerini tahmin etmek için kullanılmıştır. Örneklem döneminin son 23 günü ise VaR modellerinin tahmin başarısını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Çalışmada VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerden biri geleneksel VaR modelidir. Bu modelde getiri serilerinin normal dağıldığı varsayılmakta ve VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{VaR} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\eta} * \boldsymbol{\sigma}$$

μ ortalamayı, σ standart sapmayı, η ise dağılım fonksiyonundan sapma değerini ifade etmektedir. Çalışmada 1 günlük VaR değeri hesaplanmış ve %95 güven düzeyi dikkate alınmıştır.

Çalışmada kullanılan getiri serilerinin normal dağılım göstermediği belirtilerek, geleneksel VaR yöntemin riski daha düşük tahmin edeceği ifade edilmiş ve CF-VaR (Cornish-Fisher expansion VaR) yöntemi de çalışmaya dahil edilmiştir. Bu yöntem normal dağılım sergilemeyen getiri serileri için VaR değerini tahmin etmeye olanak sağlamakta ve η değeri matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\boldsymbol{\eta_{CF}} = \boldsymbol{\eta} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{6}}(\boldsymbol{\eta}^{\mathbf{2}} - \mathbf{1})\mathbf{S} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{24}}(\boldsymbol{\eta}^{\mathbf{3}} - \mathbf{3}\boldsymbol{\eta})\mathbf{K} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{36}}(\mathbf{2}\boldsymbol{\eta}^{\mathbf{3}} - \mathbf{5}\boldsymbol{\eta})\mathbf{S}^{\mathbf{2}}$$

S ve K dağılımın sırasıyla çarpıklık ve basıklık katsayısını ifade etmektedir.

Ayrıca çalışmada RiskMetrics ve GARCH modellerine dayalı VaR değerleri de hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan GARCH(1,1) modeli için koşullu standart sapma (h_t) ve VaR değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır:

$$\sqrt{\mathbf{h_t}} = \sqrt{\boldsymbol{\alpha_0} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \boldsymbol{\alpha_i}\, \boldsymbol{\varepsilon}_{\mathbf{t-i}}^{\mathbf{2}} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{p}} \boldsymbol{\beta_i}\, \mathbf{h_{t-i}}}$$

$$\mathbf{VaR} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\eta} * \sqrt{\mathbf{h_t}}$$

RiskMetrics yönteminde ise koşullu varyans (σ_{t-1}^2) ve %95 güven düzeyinde VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\boldsymbol{\sigma_t^2} = \boldsymbol{\lambda\sigma_{t-1}^2} + (\mathbf{1} - \boldsymbol{\lambda})\mathbf{r_{t-1}^2}$$

$$\mathbf{VaR} = -\mathbf{1,65} * \boldsymbol{\sigma}$$

Yukarıdaki eşitlikte λ parametresi 0,90 ve 1 arasında bir değer almaktadır. Çalışmada değeri 0,94 olarak dikkate alınmıştır.

Çalışmada kullanılan diğer bir model ise CAViaR (Conditional Autoregressive Value at Risk) modelidir. Bu model yarı parametrik bir model olup, hata terimi ve volatilitenin olasılık yoğunluğunda zaman içerisinde meydana gelen değişimin modellenmesine izin vermektedir. Model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{f_t(\beta)} = \mathbf{f(r_{t-1}, \beta_\theta)}$$

$$\mathbf{f_t(\beta)} = \boldsymbol{\gamma_0} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \boldsymbol{\gamma_i}\, \mathbf{f_{t-i}(\beta)} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{p}} \boldsymbol{\alpha_i}\, \mathbf{l(r_{t-i}, \varphi)}$$

Yukarıdaki eşitlikte θ, VaR hesaplamalarına ilişkin olasılığı; r_t, varlık getirilerinin t zamanındaki vektörü; β_θ, bilinmeyen parametre vektörünü; $f_t(\beta)$, θ anlamlılık düzeyinde VaR değerini simgelemektedir.

Çalışmada uygulanan modellerin performanslarının değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmıştır. İlk olarak korelasyon karşılaştırılması yapılarak getiri değişimlerine en duyarlı yöntem belirlenmiştir. Bu kapsamda getiri kareleri ile VaR modelleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Getiri karelerinin alınmasının nedeni, pozitif ve negatif getirilerdeki değişimin daha yüksek oynaklığa neden olarak VaR değerlerini etkilemesi olarak açıklanmıştır. Korelasyon karşılaştırması sonucunda, en güçlü negatif korelasyon GARCH ile CAViaR modellerine dayanan VaR yöntemlerinde ortaya çıkmaktadır. VaR modellerinin performans değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise başarı oranıdır (hit ratio). Bu oran, hesaplanan VaR değerinden daha fazla negatif getirinin elde edildiği gün sayısını vermektedir. Çalışmada %5 anlamlık düzeyinde VaR değeri hesaplandığı için başarı oranının %5 olması beklenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre CAViaR modelinde başarı oranı %5'e yaklaşırken, GARCH ve CF-VaR modelleri riski sırasıyla yüksek ve düşük tahmin etmişlerdir.

Füss, Adams ve Kaiser (2008) çalışmalarının sonucunda, dinamik VaR modelleri olarak belirtilen CAViaR ve GARCH modeline dayanan VaR yöntemlerinin

geleneksel yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiği bulgusuna ulaşmışlardır. Ayrıca bu yöntemlerin emtiaların getirilerindeki önemli değişmelere duyarlı oldukları ve bu durumun emtia vadeli işlem sözleşmelerini içeren portföylerin risk yönetiminde önem arz ettiği ifade edilmiştir.

Cheng, Su, ve Tzou (2009) tarafından yapılan çalışmada, petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar göz önünde bulundurularak altın piyasasında VaR değeri incelenmiştir. Bu kapsamda altın fiyatlarının sadece piyasadaki beklenmedik şoklardan değil aynı zamanda spot fiyatlarındaki beklenmedik değişimlerden de etkilendiği varsayımı yapılmıştır. Çalışmada 29.06.1998-20.07.2006 dönemlerine ilişkin günlük altın ve ham petrol fiyatları veri alınarak, tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistiklere göre petrol getirilerinin oynaklığı altın getirilerine göre daha fazla iken her iki getiri serisi için çarpıklık katsayısı %1 düzeyinde anlamlı çıkmış ve asimetri gözlenmiştir. Altın getirilerinde çarpıkık katsayısı pozitifken, petrol getirilerinde negatiftir. Bunun yanı sıra serilerin basıklık katsayısı sıfırdan oldukça büyük ve dolayısıyla aşırı basıklık özelliği taşımaktadır. Ayrıca her iki getiri seriside kalın kuyruk özelliğinden dolayı Jarque-Bera testinden geçememiştir.

Çalışmada altın fiyatları ile petrol fiyatlarındaki volatilite arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmış ve power GARCH (PGARCH) modelleri kullanılmıştır. Altın fiyatlarındaki volatilitenin tahmini için BHK-PGARCH, BHK-PGARCH-HV ve BHK-PGARCH-HV-A olmak üzere PGARCH modeline dayanan üç model ve GARCH modelini esas alan BHK-GARCH, BHK-GARCH-HV ve BHK-GARCH-HV-A modelleri geliştirilmiştir.

PGARCH modeli Ding, Garnger ve Engle (1993) tarafından geliştirilen yeni nesil GARCH modelleridir. Bu modellerin koşullu varyansı (Bolerslev, 1986) hem de koşullu standart sapma (Taylor,1986) modellerini iç içe koyma esnekliğine sahip olmasından dolayı çalışmada tercih edilmiştir. BHK modeli ise Brenner, Harjes ve Kroner (1996) tarafından geliştirilen faiz oranı modeli olup, altın volatilitesinin gözlenmesinde kullanılmıştır.

Çalışmada BHK-PGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{r_t} = \boldsymbol{\Phi_0} + \boldsymbol{\Phi_1}\mathbf{r_{t-1}} + \boldsymbol{\varphi_1}\mathbf{Var}\left(\boldsymbol{\varepsilon}_{1,t}^{\mathbf{oil}}\right) + \boldsymbol{\varphi_2}\mathbf{Var}\left(\boldsymbol{\varepsilon}_{2,t}^{\mathbf{oil}}\right) + \mathbf{e_t}$$

$$\mathbf{e_t} = \sqrt{\boldsymbol{\sigma}_{\mathbf{t}}^{\mathbf{K}}\mathbf{P}_{\mathbf{t-1}}^{\boldsymbol{\gamma}}}\mathbf{Z_t}, \quad \mathbf{Z_t} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{1})$$

$$\mathbf{E(e_t) = 0, \qquad E(e_t^2) = \sigma_t^K P_{t-1}^{2\gamma}}$$

$$\mathbf{\sigma_t^K = c + a|e_{t-1}|^K + b\sigma_t^K + \varphi_3 Var(\varepsilon_{1,t}^{oil}) + \varphi_4 Var(\varepsilon_{2,t}^{oil})}$$

Yukarıdaki eşitlikte r_t, t döneminde altın getirisini; $\mathbf{Var(\varepsilon_{1,t}^{oil})}$ ve $\mathbf{Var(\varepsilon_{2,t}^{oil})}$, sırasıyla yayılım kaynaklı ve sıçrama kaynaklı ham petrol varyansını; e_t, hem altın volatilitesi (σ) hem de altın fiyat düzeyi (P) ile ilişkili olup ortalaması sıfır ve varyansı $\mathbf{\sigma_t^K P_{t-1}^{2\gamma}}$ olan hata terimini ve γ parameteresi düzey etkisini simgelemektedir. γ altın fiyat düzeyine bağlı volatiliteye imkan vermekte ve γ değeri yükseldikçe volatilite altın fiyat düzeyine daha duyarlı olmaktadır. Eğer γ değeri sıfıra eşit olursa etki düzeyi ortadan kalkmakta ve model PGARCH modeline dönüşmektedir. κ parametresi kuvvet terimidir ve GARCH modelinde 2'ye eşittir.

Ham petrol fiyatlarındaki yüksek volatiliteyi vurgulamak amacıyla BHK-PGARCH modeli geliştirilerek BHK-PGARCH-HV modeli oluşturulmuştur. Yüksek volatilite ortalamadan daha yüksek olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{Var(\varepsilon_{1,t}^{oil_HV}) = \begin{cases} Var(\varepsilon_{1,t}^{oil}) & Var(\varepsilon_{1,t}^{oil}) \geq E[Var(\varepsilon_{1,t}^{oil})] \\ 0 & aksi\ taktirde \end{cases} \quad i = 1, 2}$$

Çalışmada kullanılan diğer bir model ise BHK-PGARCH-HV-A modelidir. Bu modelde ham petrole ilişkin volatilite yayılım kaynaklı ve sıçrama kaynaklı olarak ikiye ayrılmamış, toplam olarak verilmiştir. Modele ilşkin ortalama ve varyans matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \varphi_1 Var(\varepsilon_t^{oil_{HV}}) + e_t}$$

$$\mathbf{e_t = \sqrt{\sigma_t^K} P_{t-1}^{\gamma} Z_t, \qquad Z_t \sim N(0, 1)}$$

$$\mathbf{\sigma_t^K = c + a|e_{t-1}|^K + b\sigma_{t-1}^K + \varphi_3 Var(\varepsilon_t^{oil_{HV}})}$$

Altın getirilerinin modellenmesinde kullanılan altı modelin amprik sonuçlarına göre altın getirileri üzerinde petrol fiyatlarındaki volatilitenin etkisi ve volatilite φ_1, φ_2, φ_3 ve φ_4 katsayıları tarafından belirlenmektedir. Bu katsayıların çoğu negatif değerler alırken, istatistiksel açıdan da anlamlıdırlar. Bu durum petrol getirilerine ilişkin volatilite ile altın getirileri ya da altın volatilitesi arasında negatif bir ilişki bulunduğunu, daha yüksek petrol volatilitesinin daha düşük altın getirisine ya da altın volatilitesine neden olacağını ifade etmektedir. c, a ve b varyans katsayıları açısından değerlendirildiğinde tüm katsayılar pozitif ve %1 düzeyde anlamlıdırlar. Ayrıca düzey

etkisini gösteren γ parametresi de istatistiksel açıdan anlamlı çıkmıştır. Bu durum altın getirilerindeki volatilitenin altın fiyat düzeyine bağlı olduğunu ve altın piyasasında düzey etkisinin varlığını göstermektedir. Bu etki HV modelleri ve PGARCH modellerinde HV ve GARCH tipi olmayan modellere göre daha fazla ortaya çıkmıştır.

Çalışmada tahmin edilen modeller üzerinden, %90, %95, %99, %99,5 güven aralıkları dikkate alınarak VaR değerleri hesaplanmıştır. VaR fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$\int_{-\infty}^{Var(h,\alpha)} f_{t+h}(r)dr = 1 - \alpha$$

r, portföy getirisini; h, veri dönemini; α, güven düzeyini; f(r), r'nin olasılık yoğunluk fonksiyonunu simgelemektedir.

Tahmin edilen VaR modellerinin doğruluğunu test etmek için genel kayıp fonksiyonu, binary kayıp fonksiyonu, kuadratik kayıp fonksiyonu ve koşulsuz kapsama testi uygulanmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre tahmin edilen VaR modelleri arasında en yüksek varyansa HV modelleri, en düşük varyansa ise HV-A modelleri sahiptir. Bunun yanı sıra altın piyasasında HV modelleri en iyi sonucu verirken, HV-A modelleri en kötü sonucu vermiştir. Diğer taraftan PGARCH modelleri GARCH modellerine göre daha iyi performans gösterirken, yüksek güven düzeyinde GARCH-HV modeli kadar iyi performans gösterememiştir. Bu durum petrol fiyatlarındaki yüksek volatilitenin altın getirileri üzerinde kilit rol oynadığını göstermektedir. Sonuç olarak PGARCH-HV modelinin yüksek volatilitelerde esnek bir yapıya sahip olmasından dolayı VaR değerinin tahmininde ve ölçülmesinde en iyi model olduğu ifade edilmiştir.

Hammoudeha, Malikb ve McAleerc (2011) tarafından yapılan çalışmada ise kıymetli metallerde maruz kalınan piyasa riskini yönetmek ve riskten korunma stratejileri geliştirebilmek için altın, gümüş, platinyum ve paladyum metallerinin getirilerindeki volatilite ve korelasyon incelemiştir. Kıymetli metal yatırımlarında karşılaşılan piyasa riskinin analizinde riske maruz değer yöntemi geliştirilmiş ve optimal risk yönetim stratejileri oluşturulmuştur. VaR değerinin hesaplanmasında RiskMetrics, farklı GARCH modelleri (normal ve t dağılımlı modeller) ve yarı parametrik filtrelenmiş tarihi simülasyon yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmada örneklem dönemi olarak 04.01.1995-12.11.2009 tarihleri arası seçilmiş ve fiyat serisi olarak altın, gümüş platin ve paladyum metallerinin günlük kapanış fiyatları esas alınmıştır. Fiyat serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler serilerin normal dağılım özelliğine sahip olmadığını, ayrıca tüm serilerinin basıklık katsayılarının yüksek olduğunu göstermiştir.

VaR değerlerinin hesaplanması amacıyla volatilite tahmininde RiskMetrics, GARCH(1,1), t dağılımına sahip GARCH (t-GARCH), GARCH'a dayalı filtreli tarihi simülasyon (GARCH-FHS) yöntemleri kullanılmıştır.

RiskMetrics yönteminde varyans (h_t), IGARCH modelinden hareketle aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{h_t} = (\mathbf{1}-\boldsymbol{\lambda})\mathbf{e_{t-1}^2} + \boldsymbol{\lambda}\mathbf{h_{t-1}}$$

Yukarıdaki eşitlikte λ; değeri 0,94 olarak alınmış ve hata teriminin normal dağıldığı varsayılmıştır.

RiskMetrics yönteminde VaR değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{VaR^{RM}(p)} = \mathbf{Z_p}\sqrt{\mathbf{h_t}}$$

GARCH(1,1) modelinde koşullu varyans ve VaR değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\mathbf{h_t} = \boldsymbol{\omega} + \boldsymbol{\alpha}\boldsymbol{\varepsilon_{t-1}^2} + \boldsymbol{\beta}\mathbf{h_{t-1}}$$

$$\mathbf{VaR^{GARCH}(p)} = \mathbf{Z_p}\sqrt{\mathbf{h_t}}$$

Volatilitenin t-GARCH modeli kullanılarak tahmin edilmesi durumunda VaR değeri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$\mathbf{VaR^{GARCH-T}(p)} = \mathbf{T_p}(\hat{\boldsymbol{\nu}}_\mathbf{t})\sqrt{\frac{\hat{\boldsymbol{\nu}}_\mathbf{t}-\mathbf{2}}{\hat{\boldsymbol{\nu}}_\mathbf{t}}}\sqrt{\mathbf{h_t}}$$

GARCH-FHS yönteminde, parametrik GARCH modeli standart getiri serisi ($\widehat{\boldsymbol{z_t}}$) oluştutularak filtre edilmektedir. ($\widehat{\boldsymbol{z_t}}$) değeri, $\boldsymbol{R_t}/\sqrt{\boldsymbol{h_t}}$ şeklinde hesaplanmaktadır. VaR değeri ise aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$\mathbf{VaR^{GARCH-FHS}(p)} = \mathbf{Z_p}\sqrt{\mathbf{h_t}}$$

Çalışmada VaR ölçülerinin performansını değerlendirmek amacıyla koşullu ve koşulsuz kapsama testleri uygulanmıştır. Koşulsuz kapsama testi olarak Kupiec (1995) tarafından geliştirilmiş olabilirlik oranı testi (LR_{uc}) uygulanmıştır. Koşulsuz kapsama

testi sonuçlaına göre, GARCH-FHS modelinin performansı iyi iken RiskMetrics ve GARCH modeli zayıf performans göstermişlerdir. GARCH-t modeli ise en iyi sonucu veren model olmuştur.

Çalışmada koşullu kapsama testi olarak Christoffersen (1998) tarafından geliştirilen olabilirlik oranı testi (LR_{IND}) kullanılmıştır. Test VaR değerlerinin sıralı bağımsızlığını incelemekte ve olabilirlik oranı aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$\boldsymbol{LR_{IND} = 2\left[n_{00}In\left(\frac{\Pi_{00}}{1-\Pi}\right) + n_{01}In\left(\frac{1-\Pi_{00}}{\Pi}\right) + n_{10}In\left(\frac{\Pi_{10}}{1-\Pi}\right) + n_{11}In\left(\frac{1-\Pi_{10}}{\Pi}\right)\right]}$$

$n_{i,j}$, j değerini izleyen i değerinin gözlem sayısını (i,j:0,1); $\Pi_{01}= n_{01}/(n_{00}+n_{01})$ ve $\Pi_{11}= n_{11}/(n_{10}+n_{11})$ ifade etmektedir.

LR_{IND} test sonuçları RiskMetrics ve GARCH yöntemlerinin yetersiz olduğunu, VaR değerlerinden sapmaların bağımsız olmadığını göstermektedir. GARCH-FHS modeli altın dışındaki metaller için VaR değerini tahmin etmede başarısız iken, GARCH-t modeli diğer modeller arasında en iyi sonucu vermekte ve aynı zamanda sapmalar bağımsız çıkmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular, gerek koşullu gerekse koşulsuz kapsama testlerine göre dört metal içinde t dağılımlı GARCH modelinin en doğru ve en sağlam VaR tahminlerini verdiğini göstermiştir.

Metal ürünlerini konu olan diğer bir çalışma Cheng ve Hung (2011) tarafından yapılmıştır. Çalışmada 2002-2009 dönemine ait ham petrol, benzin, kalorifer yakıtından oluşan petrol ürünleri ile altın, gümüş ve bakırdan oluşan metallerin spot ve vadeli işlem getirilerinden hareketle, parametrik ve parameterik olmayan yöntemlerle VaR değerleri tahmin edilmiştir. İlk olarak çalışmaya konu olan emtiaların tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir. Bu kapsamda petrol ürünlerinin standart sapmalarının metal ürünlerinden daha yüksek olduğu tespit edilirken, spot benzin ve altın vadeli işlem sözleşmeleri dışında çarpıklık katsayılarının negatif ve basıkık katsayılarının da oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum getiri dağılımlarının normal dağılımdan daha geniş, dağılımın kuyruğununda daha kalın olduğunu ifade etmektedir. Bunun yanısıra Jarque-Bera istatistiği de yüksek ve anlamlıdır, yani normal dağılım varsayımı reddedilmektedir.

Çalışmaya konu olan emtiaların getiri dağılımlarını modellemek amacıyla çarpık genelleştirilmiş t dağılımı (skewed generalized t distribution, SGT), normal dağılım ve GED dağılımı kullanılmıştır. Getirilerin volatilitelerini modellemek için ise GARCH(1,1) modeli oluşturulmuştur.

SGT dağılımı farklı düzeylerde basıklık ve çarpıklık katsayılarına sahip dağılımlar için uygun olup, dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{f}\left(\mathbf{z_t}\middle|\mathbf{n},\boldsymbol{\kappa},\boldsymbol{\lambda}\right)=\mathbf{C}(\mathbf{1}+\frac{|\mathbf{z_t}+\boldsymbol{\delta}|^{\boldsymbol{\kappa}}}{\left(\mathbf{(n+1)}\mid\boldsymbol{\kappa}\right)(\mathbf{1}+\mathbf{sign}(\mathbf{z_t}+\boldsymbol{\delta})\boldsymbol{\lambda})^{\boldsymbol{\kappa}}\boldsymbol{\theta}^{\boldsymbol{\kappa}}})^{-\frac{\mathbf{n+1}}{\boldsymbol{\kappa}}}$$

$$\mathbf{C}=\mathbf{0,5\kappa}\left(\frac{\mathbf{n+1}}{\boldsymbol{\kappa}}\right)^{-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\kappa}}}\mathbf{B}\left(\frac{\mathbf{n}}{\mathbf{k}},\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{k}}\right)^{-\mathbf{1}}\boldsymbol{\theta}^{-\mathbf{1}},\boldsymbol{\theta}=\frac{\mathbf{1}}{\sqrt{\mathbf{g}-\boldsymbol{\rho}^{\mathbf{2}}}},\boldsymbol{\delta}=\boldsymbol{\rho\theta}$$

$$\boldsymbol{\rho}=\mathbf{2\lambda B}\left(\frac{\mathbf{n}}{\mathbf{k}},\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{k}}\right)^{-\mathbf{1}}\left(\frac{\mathbf{n+1}}{\boldsymbol{\kappa}}\right)^{-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\kappa}}}\mathbf{B}\left(\frac{\mathbf{n-1}}{\boldsymbol{\kappa}},\frac{\mathbf{2}}{\boldsymbol{\kappa}}\right)$$

$$\mathbf{g}=(\mathbf{1}+\mathbf{3}\boldsymbol{\lambda}^{\mathbf{2}})\left(\frac{\mathbf{n}}{\mathbf{k}},\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{k}}\right)^{-\mathbf{1}}\left(\frac{\mathbf{n+1}}{\boldsymbol{\kappa}}\right)^{-\frac{\mathbf{2}}{\boldsymbol{\kappa}}}\mathbf{B}\left(\frac{\mathbf{n-2}}{\boldsymbol{\kappa}},\frac{\mathbf{3}}{\boldsymbol{\kappa}}\right)$$

λ, çarpıklık parametresini; sign, işaret fonksiyonunu; B(-), beta fonksiyonunu; δ, Pearson çarpıklık parametresini göstermektedir. Ayrıca n>2, κ>0 ve -1<λ<1 kısıtlarını sağlaması gerekmektedir. λ parametresinin pozitif olması yoğunluk fonksiyonunun sağa çarpık olduğunu, negatif olması ise sola çarpık olduğunu ifade etmektedir. n ve κ parametreleri de yoğunluğun kuyruğunu ve boyunu kontrol etmektedir.

Çalışmada VaR değerinin hesaplanmasında parametrik yöntem ile paremetrik olmayan yöntem olarak filtreli tarihsel simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Parametrik yöntem kullanılarak bir günlük VaR değeri aşağıdaki şekilde tahmin edilmektedir:

$$\mathbf{VaR_{t+1}}=\mathbf{z_\alpha\sigma_t}+\boldsymbol{\mu_t}$$

VaR ölçülerinin performansını değerlendirmek amacıyla koşullu ve koşulsuz kapsama testleri uygulanmıştır. Koşulsuz kapsama test sonuçlarına göre hem spot piyasada hemde vadeli işlem piyasasında tüm emtialar için VaR tahminlerinin doğru olduğunu savunan boş hipotezin reddedilme sayısı GED ve SGT modellerinde normal dağılımdan daha azdır. Bu sayı SGT dağılımı için 10 iken, GED ve normal dağılımda sırasıyla 11 ve 16'dır. Bu durum GED ve SGT dağılımlara dayalı VaR modelleri normal dağılıma dayalı VaR modellerinin daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Koşullu

kapsam test sonuçlarına göre ise boş hipotezin reddedilme sayısı GED ve SGT modellerinde sırasıyla 16 ve 18 iken, normal dağılımda 21'dir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, boş hipotezin reddedilme sayıları dikkate alındığında SGT dağılımını esas alan VaR modelleri ile daha doğru tahminler yapılmıştır.

4.3. Tarım Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Tarım sektöründe piyasa riskini hesaplamak amacıyla VaR yönteminin uygulandığı çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalardan ilki Manfredo ve Leuthold (1999) tarafından yapılmıştır. Manfredo ve Leuthold (1999) çalışmalarında herhangi bir uygulamaya yer vermemiş, parametrik ve simülasyon yöntemlerinin piyasa riskini tahmin etmedeki başarısı ve yöntemler arasındaki farkları incelemişlerdir. Ayrıca bu yöntemlerin tarımsal ürünlere konu olan portföyler de ve bu ürünlere dayalı işletmelerde de uygulanabileceğine değinmişlerdir.

Manfredo ve Leuthold (2001)'un diğer bir çalışmalarında ise parametrik ve simülasyon yöntemlerinin sığır besleme marjlarındaki olası kayıpları tahmin etmedeki başarısı incelenmiştir. Sığır besleme marjı, besi sığırı fiyatları ile girdi olarak kullanılan mısır fiyatları arasındaki fark olarak tanımlanmıştır. Çalışmada, Ocak 1984- Aralık 1997 dönemlerini kapsayan 14 yıllık besi sığırı ve mısırın haftalık nakit fiyatları kullanılmış ve logaritmik getirileri hesaplanmıştır. Sığır besleme marjının volatilitesini tahmin etmek için hareketli ortalama, çok değişkenli GARCH (MGARCH(1,1)), student-t dağılımlı çok değişkenli GARCH (t-MGARCH(1,1)), üstsel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama (EWMA) modelleri kullanılmış ve VaR değerleri ise varyans-kovaryans yöntemi, RiskMetrics ve tarihi simülasyon yöntemleri kullanılarak %90, %95, %99 güven aralıklarında hesaplanmıştır. Hesaplanan VaR değerlerinin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla Lopez (1997) tarafından geliştirilen LR testi uygulanmıştır. Test, belirlenen güven düzeyinde gerçek kayıpların hesaplanan VaR değerinden sapmalar ile karşılaştırarak, VaR hesaplama yönteminin yeterliliğini belirlemektedir.

LR testinde boş hipotez $\delta = \delta^*$ şeklinde kurulmakta ve δ, %5 gibi anlamlılık düzeylerini ifade ederken, δ^*, sapmaların sayısının(X) gözlem sayısına oranını(N) ifade etmektedir. LR test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{LR} = \mathbf{2}\left[\mathbf{In}(\boldsymbol{\delta}^{*\mathbf{X}}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\delta}^{*})^{\mathbf{N}-\mathbf{X}}) - \mathbf{In}(\boldsymbol{\delta}^{\mathbf{X}}\left(\mathbf{1}-\boldsymbol{\delta}\ \right)^{\mathbf{N}-\mathbf{X}}\right]$$

Test sonuçlarına göre hem RiskMetrics yöntemi hem de tarihi simülasyon yöntemi her üç güven düzeyinde de VaR değerinin tahmininde çok sağlıklı sonuçlar vermiştir.

Tarım sektörüne dayalı başka bir çalışma da White ve Dawson (2005) tarafından yapılmıştır. Çalışmada buğday, arpa, kolza tohumu, patates ve şeker pancarından oluşan bir varlık portföyüne sahip bir çiftlik için VaR yöntemi kullanılarak piyasa riski tahmin edilmeye çalışılmıştır. White ve Dawson (2005) çalışmalarında ekilebilir alanlara sahip bir çiftlik için piyasa riskinin, ekim ve hasat dönemleri ile hasat ve satış dönemleri arasında olmak üzere iki şekilde ortaya çıktığını ifade ederek, çalışmalarında ikinci dönemde ortaya çıkan fiyat riskini ele aldıklarını belirtmişlerdir.

Çalışmada buğday, arpa, kolza tohumu, patates ve şeker pancarının 10.08.1995-31.05.2001 tarihleri arasındaki haftalık fiyatlar esas alınmıştır. Emtia getirilerinin volatilitesini belirlemek için t dağılımına ve normal dağılıma sahip çok değişkenli GARCH(1,1) modelleri ile RiskMetrics modeli kullanılmıştır. VaR değerlerinin tahmininde ise Monte Carlo simülasyon yönteminden yararlanılmıştır.

VaR değerinin geçerliliğini test etmek amacıyla geriye dönük test olarak Kupiec (1995) ve Christoffersen (1998) tarafından geliştirilmiş LR testleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre VaR değerinin tahmininde GARCH modelleri daha iyi sonuçlar verirken, RiskMetrics yöntemi olası kayıpları daha düşük tahmin etmektedir.

Emtia piyasasında VaR yönteminin uygulanmasına yönelik finans literatüründe yer alan çalışmalar yukarıda özetlenmiş ve emtia türüne göre sınıflandırılarak Tablo 8, 9 ve 10'de verilmiştir.

Tablo 8.

Enerji Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Yazarlar	Dönem	Veri Seti	Volatilite Tahmin Modelleri	VaR Hesaplama Yöntemi	Sonuç
Khindanov ve Atakhanov (2002)	1995–2000 1983–2000 1990-2000 1997-2001	WTI ve Brent ham petrol , Henry Hub doğalgaz, IPE gaz yağı ve COB elektrik bir ve üç aylık vadeli işlem sözleşme fiyatları	–	Pareto durağan ve normal dağılım varsayımına dayalı VaR	Pareto durağan modele dayanan VaR tahminleri, normal dağılım varsayımına dayanan modele göre gerçek kayıpları yakalamada daha doğru sonuçlar vermektedir.

Cabedo ve Moya (2003)	1992–1999	Günlük Brent petrol fiyatları	ARMA (1,1), GARCH(1,1), ARCH(p)	Tarihi Simülasyon yöntemi, HSAF ve ARCH modellemesine dayalı varyans-kovaryans yöntemi	HSAF yöntemi, standart tarihi simülasyon yöntemi ve ARCH modellemesine dayalı Varyans-Kovaryans yöntemine göre daha etkin ve daha esnek risk tahmininde bulunmaktadır.
Sadorsky (2006)	1988-2003	WTI ham petrol, doğal gaz, kalorifer yakıtı ve kurşunsuz benzin vadeli işlem fiyatları	RW, HM, MA, ES, LS, AR, GARCH(1,1), (TGARCH), (GARCH-M), SS, VAR, BIGARCH	Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler	TGARCH modeli kalorifer yakıtı ve doğal gaz için en uygun yöntem olurken, ham petrol ve kurşunsuz benzin için GARCH modeli en uygun modeldir. Ayrıca parametrik olmayan modeller parametrik modellere göre daha iyi performans göstermektedir.
Sadeghi ve Shavvalpour (2006)	1997-2003	Haftalık OPEC petrol fiyatları	ARMA ve GARCH modeli	HSAF ve Varyans-Kovaryans Yöntemi	HSAF yöntemi, GARCH'a dayalı varyans kovaryans yöntemine göre daha etkin sonuç vermektedir
Hung, Lee ve Liu (2008)	1996-2006	WTI ham petrol, brent ham petrol, kalorifer yakıtı, propan ve NYHCGR (New York Harbor Conventional Gasoline Regular)	Normal dağılım, student t dağılımı ve GARCH-HT(1,1)modelleri	Varyans-Kovaryans Yöntemi	GARCH-HT modelini esas alan VaR tahminleri, düşük ve yüksek güven düzeylerinde diğer GARCH yöntemlerine göre daha başarılıdır.
Fan, Zhang, Tsai ve Wei (2008)	1987-2006	WTI ve Brent ham petrol spot fiyatlar	Normal ve GED dağılımına dayalı ARMA(1,1)-TGARCH(1,1) ve MA(1)-GARCH-M(1,1)	HSAF ve Varyans-Kovaryans Yöntemi	GED-GARCH modeline dayalı VaR tahminleri daha gerçekçi sonuçlar vermektedir.
Altay (2009)	1997-2006	Haftalık ham petrol FOB varil fiyatları ortalaması		Monte-Carlo simülasyon yöntemi	Model riskini ve zaman serilerindeki kalın kuyruk problemini ortadan kaldıran Monte Carlo simülasyon yöntemi VaR değerinin hesaplamasında başarılıdır.

Tablo 9.

Metal Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Yazarlar	Dönem	Veri Seti	Volatilite Tahmin Modelleri	VaR Hesaplama Yöntemi	Sonuç
Giot ve Laurent (2003)	1989-2002 1987-2002 1994-2002	Alüminyum, bakır, nikel, brent ve WTI ham petrol günlük spot fiyatları, günlük kakao vadeli işlem fiyatları	RiskMetrics ve student APARCH, çarpık student APARCH ve çarpık student ARCH	Varyans-Kovaryans Yöntemi	Çarpık student APARCH modeli diğer modeller ile karşılaştırıldığında piyasa riskinin ölçümünde daha başarılı sonuç vermektedir
Füss, Adams ve Kaiser (2008)	1991-2006	Tarım, enerji, endüstriyel metal, canlı hayvan ve kıymetli metallere ilişkin S&P GSCI emtia endekslerinin günlük verileri	RiskMetrics ve GARCH(1,1)	Varyans-Kovaryans Yöntemi ve yarı parametrik yöntem (CaViaR)	Dinamik VaR modelleri olarak belirtilen CAViaR ve GARCH modeline dayanan VaR yöntemlerinin geleneksel yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiği bulgusuna ulaşmışlardır
Cheng, Su, ve Tzou (2009)	1998-2006	Altın ve ham petrol günlük fiyatları	PGARCH, BHK-PGARCH-HV, BHK-PGARCH-HV-A, BHK-GARCH, BHK-GARCH-HV ve BHK-GARCH-HV-A	Varyans-Kovaryans Yöntemi	PGARCH-HV modeli yüksek volatilitelerde esnek bir yapıya sahip olmasından dolayı VaR tahmininde en iyi modeldir
Hammoudeha, Malikb ve McAleerc (2011)	1995-2009	Altın, gümüş platin ve paladyum metallerinin günlük kapanış fiyatları	RiskMetrics, GARCH(1,1), t-GARCH, GARCH-FHS	Varyans-Kovaryans Yöntemi	t-GARCH modeli en doğru ve en sağlam VaR tahminlerini vermiştir
Cheng ve Hung (2011)	2002-2009	Ham petrol, benzin, kalorifer yakıtından oluşan petrol ürünleri ile altın, gümüş ve bakırdan oluşan metallerin spot ve vadeli işlem fiyatları	Normal, SGT ve GED dağılımına dayanan GARCH(1,1 modeli	Varyans-Kovaryans Yöntemi ve Filtreli Tarihsel Simülasyon	En doğru VaR tahmini SGT dağılımına dayanan Varyans-Kovaryans Yöntemi ile hesaplananmıştır

Tablo10.

Tarım Ürünlerini Konu Alan Çalışmalar

Yazarlar	Dönem	Veri Seti	Volatilite Tahmin Modelleri	VaR Hesaplama Yöntemi	Sonuç
Manfredo ve Leuthold (1999)	-	-	-	-	Parametrik ve simülasyon yöntemlerinin piyasa riskini tahmin etmedeki başarısı ve yöntemler arasındaki farkları incelemişlerdir. Ayrıca bu yöntemlerin tarımsal ürünlere konu olan portföyler de ve bu ürünlere dayalı işletmelerde de uygulanabileceğine değinmişlerdir
Manfredo ve Leuthold (2001)	1984-1997	Sığır besleme marjı	MA, MGARCH (1,1)-t MGARCH (1,1), RiskMetrics	Varyans-Kovaryans yöntemi ve Tarihi Simülasyon yöntemleri	Hem RiskMetrics yöntemi hem de Tarihi Simülasyon yöntemi VaR değerinin tahmininde çok sağlıklı sonuçlar vermiştir.
White ve Dawson (2005)	1995-2001	Buğday, arpa, kolza tohumu, patates ve şeker pancarından oluşan bir varlık portföyüne sahip bir çiftlik	t dağılımına ve normal dağılıma sahip M-GARCH (1,1), RiskMetrics	Monte-Carlo simülasyon yöntemi	GARCH modelleri daha iyi sonuçlar verirken, Riskmetrics yöntemi olası kayıpları daha düşük tahmin etmektedir.

BÖLÜM V

EMTİA PİYASASINDA PİYASA RİSKİNİN RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde, metal, enerji ve tarımsal ürünlerden oluşan emtialardan hareketle riske maruz değer yöntemi ile emtia piyasasında piyasa riski ölçülmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda ilk olarak çalışmada kullanılan veri seti ve yöntem hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Daha sonraki aşamada Varyans-Kovaryans yöntemi kullanılarak piyasa riski hesaplanmış ve yapılan öngörülerin doğruluğu araştırılmıştır. En son aşamada elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

5.1. Araştırma Verileri ve Yöntemi

Çalışmanın bu kısmında araştırmada kullanılan veri seti, verilerin hangi kaynaklardan sağlandığı ve analize hazır hale getirmek için yapılan işlemler ile çalışmada kullanılan yöntem hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

5.1.1. Araştırma Verileri

Çalışmada altın, gümüş, bakır, alüminyum, petrol, doğal gaz, buğday ve soya ürünlerine ait günlük fiyatlardan oluşan veri seti kullanılmış ve veri setine ilişkin bilgiler Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11:

Çalışmaya Konu Olan Veri Seti

VERİ SETİ	AÇIKLAMA	ÖRNEKLEM DÖNEMİ	ÖRNEKLEM İÇİ DÖNEM	ÖRNEKLEM DIŞI DÖNEM
BİST Altin	Usd/Ons BİST kapanış fiyatı	02.01.2003–27.11.2013	02.01.2003-13.11.2012	14.11.2012-27.11.2013
Londra Altin	Usd/Ons Londra öğleden sonra fiyat	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-13.12.2012	14.12.2012-28.11.2013
Gümüş	Usd/Ons Londra fiyat	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-27.11.2012	28.11.2012-28.11.2013
Bakir	Usd/Ton LME peşin fiyat	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-13.12.2012	14.12.2012-28.11.2013
Alüminyum	Usd/Ton LME peşin fiyat	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-13.12.2012	14.12.2012-28.11.2013
Brent Petrol	FOB Usd/Varil spot fiyat	02.01.2003–27.11.2013	02.01.2003-30.11.2012	03.12.2012-27.11.2013
WTI Petrol	FOB Usd/Varil spot fiyat	02.01.2003–27.11.2013	02.01.2003-30.11.2012	03.12.2012-27.11.2013
Doğal Gaz	Henry Hub Teslim Usd/MBtu spot fiyat	02.01.2003–27.11.2013	02.01.2003-30.11.2012	03.12.2012-27.11.2013
Buğday Sub Index	6 ülkenin FOB ihracat fiyatından oluşturulan indeks	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-13.12.2012	14.12.2012-28.11.2013
Soya Sub Index	Arjantin, Brezilya ve ABD FOB ihracat fiyatından oluşturulan indeks	02.01.2003–28.11.2013	02.01.2003-13.12.2012	14.12.2012-28.11.2013

Borsa İstanbul (BİST) kıymetli madenler ve kıymetli taşlar piyasasında işlem gören Usd/Ons altın fiyatlarının 02.01.2003–27.11.2013 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerleri kullanılmıştır. Fiyatlar, Türkiye Cumhuriyeti Merlez Bankası (TCMB) elektronik veri dağıtım sisteminden sağlanmıştır. 02.01.2003–27.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 13.11.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 14.11.2012–

27.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Çalışmada diğer bir altın veri seti olarak Londra'da öğleden sonra yapılan altın fiyat sabitleme seansında oluşan Usd/Ons altın fiyatlarının 02.01.2003–28.11.2013 tarihleri arasındaki günlük öğleden sonra değerleri kullanılmıştır. Fiyatlar, Dünya Altın Konseyi (World Gold Council) internet sitesinden (http://www.gold.org/) sağlanmıştır. 02.01.2003–28.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 13.12.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 14.12.2012–28.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Gümüş için Londra'da yapılan gümüş fiyat sabitleme seansında oluşan Usd/Ons gümüş fiyatlarının 02.01.2003–28.11.2013 tarihleri arasındaki günlük sabit değerleri kullanılmıştır. Fiyatlar, Londra Külçe Piyasası Birliğinin (The London Bullion Market Association) internet sitesinden (http://www.lbma.org.uk) sağlanmıştır. 02.01.2003–28.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003-27.11.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 28.11.2012–28.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Bakır için Londra Metal Borsası (LME) Usd/Ton bakır fiyatlarının 02.01.2003–28.11.2013 tarihleri arasındaki günlük peşin değerleri kullanılmıştır. Fiyatlar, Datastream veri tabanından sağlanmıştır. 02.01.2003–28.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 13.12.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 14.12.2012–28.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Alüminyum için LME Usd/Ton alüminyum fiyatlarının 02.01.2003–28.11.2013 tarihleri arasındaki günlük peşin değerleri kullanılmıştır. Fiyatlar, Datastream veri tabanından sağlanmıştır. 02.01.2003–28.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 13.12.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak

ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 14.12.2012–28.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Ham petrol için Enerji Bilgi İdaresi (U.S. Energy Information Administration, EIA, http://www.eia.gov/) tarafından yayımlanan 02.01.2003–27.11.2013 tarihleri arasındaki Batı Teksas tipi (West Texas Intermadiate, WTI) ve brent petrole ilişkin güvertede teslim (free on board, FOB) Usd/Varil günlük spot fiyatları kullanılmıştır. 02.01.2003–27.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 30.11.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 03.12.2012–27.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Doğal gaz için EIA tarafından yayımlanan 02.01.2003–27.11.2013 tarihleri arasındaki Henry Hub teslim Usd/MBtu günlük spot fiyatları kullanılmıştır. 02.01.2003–27.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 30.11.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 03.12.2012–27.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Buğday ve soya için Uluslararası Tahıl Konseyi (International Grains Council, IGC, http://www.igc.int/) tarafından yayımlanan 02.01.2003–28.11.2013 tarihleri arasındaki günlük buğday ve soya indeksleri kullanılmıştır. Buğday indeksi, Arjantin, Avustralya, Karadeniz, Kanada, Fransa ve ABD ülkelerinin FOB buğday ihraç fiyatları temel alınarak; soya indeksi ise Arjantin, Brezilya ve ABD FOB soya ihraç fiyatları esas alınarak oluşturulmuştur. 02.01.2003–28.11.2013 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 02.01.2003- 13.12.2012 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak modelllerin tahmini için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 14.12.2012–28.11.2013 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Çalışmada yukarıda belirtilen emtialara ilişkin günlük fiyat serilerinden hesaplanan logaritmik getiriler kullanılmıştır. Logaritmik günlük getirilerin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\mathbf{Y_t = In(p_t/p_{t-1})}$$

Y_t: emtianın t günündeki logaritmik getirisi

p_t: emtianın t günündeki kapanış fiyatı

p_{t-1}: emtianın t-1 günündeki kapanış fiyatı

5.1.2. Araştırma Yöntemi

Çalışmanın bu kısmında, kullanılan analiz tekniklerine ilişkin açıklamalar yapılmaktadır.

5.1.2.1. Volatilitenin Tahmininde Kullanılan Modeller

Normal dağılım varsayımı altında VaR değeri hesaplanmasında, en önemli parametrelerden biri olan standart sapmanın zamandan bağımsız olduğu başka bir ifadeyle durağan olduğu kabul edilmektedir. Piyasa fiyatlarına ilişkin tarihsel veriler incelendiğinde ise değişimlerin standart sapmasının zaman içinde değiştiği gözlenmektedir (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003, s. 32). Özellikle finansal zaman serilerinde görülen aşırı basıklık, volatilite kümelenmesi (finansal varlıkların fiyatlarındaki büyük miktarlı değişimleri büyük miktarlı, küçük miktarlı değişimleri de yine küçük miktarlı değişimlerin takip etmesi) ve kaldıraç etkisi (Negatif şokların oynaklığı, pozitif şoklardan daha fazla arttırması) varyansın sabit olma varsayımını geçerli kılmamaktadır (Özden, 2008, s. 340). Bu durum Engle (1982, 1983) ve Crag (1982)'in çalışmalarında kanıtlamış ve zaman serisi modellerinde varyansın varsayıldığı gibi genellikle sabit olmadığını ifade edilmiştir (Nargeleçekenler, 2004, s. 154). Bu kapsamda varyansın sabit olduğu varsayımı ile yapılacak VaR hesaplamaları gerçek piyasa riskini yansıtmada başarılı olmayacağından, koşullu varyanstaki zamana bağlı değişimleri dikkate alan modellerin hesaplamalarda kullanılması daha doğru olacaktır. Bu kapsamda çalışmada emtia getiri serilerine ilişkin koşullu varyansı modellemek için ARCH, GARCH modelleri ile asimetrik GARCH modelleri kullanılmaktadır.

Ayrıca finansal zaman serileri aşırı basık (leptokurtosis) ve kalın kuyruklu bir dağılıma sahiptir. Bu nedenle volatilitenin modellenmesinde bu özelliğin de dikkate alınması gerekmektedir (Alexander, 2008, s. 157). Bu kapsamda çalışmada finansal

zaman serilerinde aşırı basık karakteristiği dikkate alan student-t ve genelleştirilmiş hata dağılımına (GED) dayanan GARCH modellerine yer verilmektedir. Böylece alternatif modellerin, emtia getiri serilerine ilişkin oynaklığı tahminlemedeki başarılarını değerlendirme imkanı sağlanacaktır.

5.1.2.1.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli

Geleneksel ekonometrik modellerde oynaklığın bir ölçüsü olan varyansın, zamana bağlı olarak değişmediği yani zamandan bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Ancak finansal zaman serilerinin varyansı genellikle zamana bağlı bir şekilde değişkenlik (heteroskedasticity) göstermektedir. Bu nedenle, sabit varyans (homoskedasticity) varsayımı üzerine kurulan geleneksel zaman serisi modelleri, yeterli olmamaya başlamış ve Engle (1982) finansal varlıkların dinamik özelliğinin daha iyi anlaşılması ve zaman içinde değişen varyansın tahmin edilebilmesi için otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) modelini geliştirmiştir (Özden, 2008, s. 340). Engle (1982), koşulsuz varyans sabit iken koşullu varyansın zamana bağımlı olduğu durumlarda, bu koşullu varyansı hata terimlerinin karelerinin bir fonksiyonu olarak belirlemiştir (Çabuk, Özmen ve Kökcen, 2011, s. 2). Bu kapsamda Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH(q) modelinde koşullu ortalama ve varyans aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Engle, 1982: s.994):

$$\mathbf{Y_t} = \boldsymbol{a} + \mathbf{b'X_t} + \boldsymbol{\varepsilon_t} \quad \mathbf{Y_t}|\boldsymbol{\Psi_{t-1}} \sim \mathbf{N}(\mathbf{b'X_t}, \mathbf{h_t})$$

$$\mathbf{h_t} = \boldsymbol{\alpha_0} + \boldsymbol{\alpha_1}\boldsymbol{\varepsilon_{t-1}^2} + \boldsymbol{\alpha_2}\boldsymbol{\varepsilon_{t-2}^2} + \ldots + \boldsymbol{\alpha_q}\boldsymbol{\varepsilon_{t-q}^2} = \boldsymbol{\alpha_0} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \boldsymbol{\alpha_i}\boldsymbol{\varepsilon_{t-i}^2}$$

Yukarıdaki eşitlikte Ψ, bilgi setini; t, zaman indeksini; Y_t ve h_t sırasıyla, koşullu ortalama ve varyansı; X_t bağımsız değişken vektörünü; b, parametre vektörünü; ε_t, sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini; q, hata karelerinin gecikme uzunluğunu yani ARCH modelinin derecesini $\boldsymbol{a}$ ve α_0 sabit değerleri; α_i koşullu varyans üzerindeki ARCH etkisini ifade etmektedir.

ARCH sürecinde yer alan parametrelere ilişkin bazı kısıtlar konulmuştur. Koşullu varyans (h_t), ε_t'nin gerçekleşen bütün değerleri için pozitif olmak zorundadır. Bu koşulun sağlanması için $\alpha_0>0$ ve $\alpha_i \geq 0$ kısıtları gerçekleşmelidir. Ayrıca ARCH sürecinde hata karelerinin negatif olmayacağından, bütün ε_t değerleri için koşullu varyans denklemi de negatif değer almayacaktır. ARCH süreci ile ilgili ikinci bir kısıt

ise, α parametrelerinin sabit terim hariç her birinin veya toplamlarının 1'den küçük olması gerekliliğidir. Bu kısıt sürecin kararlılığının sağlanması için gereklidir. Aksi halde α parametrelerinin toplamlarının 1'den büyük olması durumunda süreç sonsuz bir varyansa sahip olacaktır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2006, s. 251).

ARCH modeli uygulanmadan önce ARCH etkisinin varlığı test edilmelidir. Bu çalışmada ARCH etkisinin varlığını belirlemek için Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH-LM testi uygulanmıştır.

Hata karelerindeki otokorelasyonun testi olarak da düşünülen ARCH-LM testi aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Brooks , 2008, s. 390).

İlk olarak getiri serisine ilişkin aşağıdaki verilen eşitliğe uygun doğrusal bir regresyon denklemi oluşturulur ve hata terimleri (ε_t) bulunur.

$$\mathbf{y_t = \beta_1 + \beta_2 y_{t-1} + \cdots + \beta_q y_{t-q} + \varepsilon_t}$$

İkinci aşamada yukarıdaki denklemden tahmin edilen hata kareleri ($\boldsymbol{\varepsilon_t^2}$) kendi gecikmeli değerlerinin fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\boldsymbol{\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \ldots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + v_t}$$

Sonraki aşamada hata karelerine ilişkin regreyon denkleminin R^2 değeri hesaplanılır. Buradan hareketle LM test istatistiği T (gözlem sayısı)*R^2 şeklinde hesaplananarak, q serbestlik dereceli Ki-kare tablo değeri ($\boldsymbol{\chi_q^2}$) ile karşılaştırılır. LM test istatistiğinin $\boldsymbol{\chi_q^2}$ tablo değerinden büyük olması durumunda boş hipotez reddedilmektedir. Bu durum hata kareleri arasında otokorelasyonun ve ARCH etkisinin varlığını ortaya koymaktadır.

5.1.2.1.2. Normal Dağılım Gösteren Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modelleri

Ortalama (μ) ve varyans (h) olmak üzere iki parametre tarafından karakterize edilen normal dağılım, belli bir ortalama etrafında simetrik bir dağılım göstermekte ve dağılımın merkezi ortalama parametresi tarafından belirlenmektedir. Dağılımın şekli ise varyans parametresi tarafından şekillendirilmektedir. Varyans parametresi küçüldükçe dağılım daha dar ve sivri bir şekil alırken, parametre büyüdükçe daha geniş ve yassı bir şekil almaktadır. Bu kapsamda ortalaması μ, varyansı h olan normal dağılıma sahip X rastsal değişkeni için olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmekte ve

dağılım N(μ,h) olarak gösterilmektedir (Güner, Mitov, & Racheva-Yotova, 2013, s. 733).

$$\mathbf{f\left(X\middle|\mu,h\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi h}}exp(-\frac{(X-\mu)^2}{2h})}$$

5.1.2.1.2.1. Simetrik GARCH Modelleri

Çalışmada simetrik GARCH modeli olarak, standart GARCH modeli ve GARCH-M modelleri kullanılmıştır.

5.1.2.1.2.1.1. GARCH Modeli

Bolerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli, ARCH modelinde olduğu gibi hata terimi varyansının sabit olmadığı ve geçmişteki bilgilerin etkisiyle koşullu olarak değiştiği varsayımını temel almaktadır. Bu doğrultuda, geçmiş dönem hata terimlerini (ARCH etkisi) ve koşullu varyansları (GARCH etkisi) stokastik sürece dahil ederek gelecekteki oynaklığın saptanmasına imkan sunmaktadır (Aksoy ve Olgun, 2009, s. 38).

GARCH(p,q) modeline ilişkin koşullu ortalama ve varyans denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Bollerslev 1986, s.309):

$$\mathbf{Y_t=\boldsymbol{a}+b'X_t+\varepsilon_t\quad,\qquad \boldsymbol{\varepsilon_t}\middle|\boldsymbol{\Psi_{t-1}}\sim N(0,h_t)}$$

$$\mathbf{h_t=\alpha_0+\sum_{i=1}^{q}\alpha_i\,\varepsilon_{t-i}^2+\sum_{j=1}^{p}\beta_j\,h_{t-j}}$$

Yukarıdaki eşitlikte Ψ, bilgi setini; t, zaman indeksini; Y_t ve h_t sırasıyla, koşullu ortalama ve varyansı; ε_t, sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini; q, hata karelerinin gecikme uzunluğunu; p, koşullu varyansın gecikme uzunluğunu; X_t bağımsız değişken vektörünü; b, parametre vektörünü; α_i ve β_j sırasıyla koşullu varyans üzerindeki ARCH ve GARCH etkilerini; $\boldsymbol{a}$ ve α_0 katsayıları ise koşullu varyans denkleminin sabit değerlerini simgelemektedir.

GARCH(p,q) modelinde görüldüğü üzere koşullu varyans, kendi gecikmeli değerine ve hata teriminin gecikmeli değerine bağlı olarak modellenmekte ve modelin parametrelerinin tahmininde en çok olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca modelin geçerliliği için denklemde yer alan sabit parametresinin sıfırdan büyük ($\alpha_0>0$), α_i ve β_j parametrelerinin sıfıra eşit ya da sıfırdan

büyük ($\alpha_i \geq 0$ ve $\beta_j \geq 0$), p değerinin sıfırdan büyük ve q değerinin ise sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra modelin durağanlığı için α_i ve β_j parametreleri toplamının birden küçük olması zorunludur (Bollerslev 1986, s.309).

5.1.2.1.2.1.2. Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH-M) Modeli

GARCH-M modeli, Engle, Lilien ve Robins (1987) tarafından geliştirilen ARCH-M modelinin GARCH modeline uyarlanmış şeklidir. GARCH-M modeli, koşullu ortalamanın koşullu varyans tarafından belirlenmesine izin vermektedir. Modele ilişkin koşullu ortalama ve varyans denklemi sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Asteriou & Hall, 2007, s. 263):

$$\mathbf{Y_t = a + b'X_t + \lambda h_t + \varepsilon_t} \quad \mathbf{\varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)}$$

$$\mathbf{h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j h_{t-j}}$$

Yukarıdaki eşitlikte Ψ, bilgi setini; t, zaman indeksini; Y_t ve h_t sırasıyla, koşullu ortalama ve varyansı; ε_t, sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini; q, hata karelerinin gecikme uzunluğunu; p, koşullu varyansın gecikme uzunluğunu; X_t bağımsız değişken vektörünü; b, parametre vektörünü; α_i ve β_j sırasıyla koşullu varyans üzerindeki ARCH ve GARCH etkilerini; $\boldsymbol{a}$ ve α_0 katsayıları, koşullu varyans denkleminin sabit değerlerini simgelemektedir. Modelde yer alan λ parametresi ise risk primini ifade etmekte olup, bu parametrenin pozitif olması getirinin kendi oynaklık değeri ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle riski ifade eden koşullu varyanstaki bir artış koşullu ortalamada yükselişe neden olacaktır (Ahmed Elsheikh M. & Suliman, 2011, s. 119).

GARCH-M modelinin geçerliliği için standart GARCH modelinde olduğu gibi sabit parametresinin (α_0) sıfırdan büyük, α_i ve β_j parametrelerinin sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük ve α_i ve β_j parametreleri toplamının birden küçük olma kısıtlarını sağlaması gerekmektedir.

5.1.2.1.2.2. Asimetrik GARCH Modelleri

Standart GARCH modeli, olumlu (pozitif şoklar, $\varepsilon_{t-1} > 0$ olması durumu) ve olumsuz haberlerin (negatif şoklar, $\varepsilon_{t-1} < 0$ olması durumu) volatilite (h_t) üzerinde

yarattığı etkiyi simetrik şekilde ele almaktadır. Başka bir ifadeyle olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisi aynı yani $\boldsymbol{\alpha_i \varepsilon_{t-1}^2}$ kadar olmaktadır. Fakat olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerinde asimetrik etkisi olabilir. Genel olarak olumsuz haberler finansal piyasalara ulaştığında varlık fiyatlarının dalgalanma gösterdiği ve volatilitenin hızla arttığı gözlemlenirken, olumlu haberlerde volatilitenin daha yavaş olduğu gözlemlenmektedir. Böyle durumlarda simetrik GARCH modelleri yetersiz kalmaktadır (R. Carter , William E. , & Guay C. , 2010, s. 527). Bu kapsamda simetrik GARCH modellerinin, şokların neden olduğu negatif ve pozitif yöndeki asimetrik tepkiye izin vermemesi ve koşullu varyansın her zaman pozitif olması için parametre kısıtlarını sağlama zorunluluğu gibi dezavantajlarından dolayı asimetrik GARCH modelleri geliştirilmiştir (Cont, 2010, s. 809).

Asimetrik GARCH modelleri özellikle her frekanstaki emtia ve hisse senedi endekslerine ilişkin veri seti için simetrik GARCH modellerine göre daha uygun görülmektedir. Çünkü hisse senedi piyasalarında görülen getirilerdeki negatif yönlü büyük bir değişim pozitif yönlü değişime göre daha fazla oynaklığa neden olmaktadır. Emtia piyasasında ise tam tersi bir asimetri söz konusu olmakta; emtia fiyatlarındaki yükseliş tüketici için kötü bir haber olarak algılanarak, istikrar bozucu bir etki yaratmaktadır. Bu nedenle emtia piyasasında getirilerdeki pozitif yönlü büyük bir değişim negatif yönlü değişimden daha fazla oynaklığa neden olmaktadır (Alexander, 2008, s. 148). Bu kapsamda asimetrik GARCH modelleri pozitif ve negatif getirilerin volatilite üzerindeki asimetrik etkileri yani finansal zaman serilerinde gözlemlenen kaldıraç etkisini modellemeye olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada asimetrik GARCH modelleri arasında yer alan EGARCH ve GJR-GARCH modelleri uygulanmış ve modeller aşağıda açıklanmıştır.

5.1.2.1.2.2.1. Üssel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (EGARCH) Modeli

Simetrik GARCH modellerinin zayıf yönlerini gidermek amacıyla Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\boldsymbol{\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{i=1}^{q} \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \log(h_{t-j}),\ \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)}$$

Yukarıdaki eşitlikte Ψ, bilgi setini; t, zaman indeksini; h_t, koşullu varyansı; ε_t, sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini; α_0, α_i, β_j ve γ_i tahmin edilecek parametrelerdir. γ parametresi asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini ölçmektedir. Bu parametrenin negatif olması durumunda olumlu haberlerin neden olduğu pozitif şoklar, olumsuz haberlerin neden olduğu negatif şoklara göre daha az volatilite yaratmakta yani kaldıraç etkisi bulunmaktadır. Parameterenin sıfır olması halinde model simetrik olmaktadır (Asteriou & Hall, 2007, s. 269). Böyle bir durumda pozitif ve negatif şokların volatilite üzerindeki etkisi aynı olmaktadır. Ayrıca modelin durağan olabilmesi için β_j toplamının birden küçük olması gerekmektedir (Wang & Wu, 2012, s. 2173).

EGARCH modelinin üç temel özelliği bulunmaktadır. Birincisi, değişen varyans logaritmik doğrusal formda modellenmektedir. Bu nedenle parametreler negatif değerlere sahip olsa da değişen varyans hiçbir zaman negatif olmamaktadır. İkincisi, modelde geçmiş dönem hata terimlerinin kareleri ($\boldsymbol{\varepsilon_{t-1}^2}$) yerine hata terimin standart değerini ($\boldsymbol{\varepsilon_{t-1}}$) kullanmaktadır. Böylece şokların kalıcılığı ve büyüklüğü hakkında daha doğru yorumlar yapmaya imkan sağlanmaktadır. Son özelliği ise kaldıraç etkisini modellemeye imkan sağlamasıdır (Enders, 2009, s. 156).

5.1.2.1.2.2.2. GJR-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GJR-GARCH) Modeli

Pozitif ve negatif şokların volatilite üzerinde aynı etkiye sahip olmadığını varsayan GJR-GARCH modeli, Glosten, Jaganathan, Runkle (1993) ve Zakoian (1994) tarafından geliştirilmiştir. Model pozitif ve negatif şokların yarattığı asimetrik etkiyi dikkate almakta ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\mathbf{h_t} = \boldsymbol{\alpha_0} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \boldsymbol{\alpha_i}\, \boldsymbol{\varepsilon_{t-i}^2} + \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{q}} \boldsymbol{\gamma_i} \mathbf{D_{t-i}}\, \boldsymbol{\varepsilon_{t-i}^2} + \sum_{\mathbf{j=1}}^{\mathbf{p}} \boldsymbol{\beta_j}\, \mathbf{h_{t-j}} \quad \boldsymbol{\varepsilon_t} | \boldsymbol{\Psi_{t-1}} \sim \boldsymbol{N(0, h_t)}$$

$$\mathbf{D_{t-i}} = \begin{cases} \mathbf{1} & \boldsymbol{\varepsilon_{t-1} < 0\ ise\ (olumsuz\ haberler)} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{\varepsilon_{t-1} > 0\ ise\ (olumlu\ haberler)} \end{cases}$$

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü üzere GJR-GARCH modeli, negatif şokların volatilite üzerinde pozitif şoklardan daha fazla etki yaratmasına olanak sağlayacak şekilde standart GARCH modelinin genişletilmesiyle elde edilmektedir (Alexander, 2008, s. 150). D_{t-i} değişkeni hata teriminin sıfırdan küçük olması durumunda 1 değerini alırken, sıfırdan büyük ya da eşit olması durumunda 0 değerini almaktadır. Böylece

olumlu (pozitif şokların) ya da olumsuz haberlerin (negatif şokların) volatilite üzerinde farklı etki yaratması sağlanmış olmaktadır. Olumlu haberlerin yarattığı pozitif şokların volatilite üzerinde etkisi $\boldsymbol{\alpha_i \varepsilon_{t-1}^2}$kadar olurken, olumsuz haberlerin neden olduğu negatif şokların etkisi ise $\boldsymbol{(\alpha_i + \gamma_i)\varepsilon_{t-1}^2}$ kadar olacaktır. γ_i parametresi asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini ölçmekte ve γ'nın sıfır olması halinde model standart GARCH modeline dönüşmektedir. Negatif şokların volatilite üzerinde pozitif şokların daha fazla etki yaratabilmesi için γ parametresinin istatistiki açıdan anlamlı ve pozitif olması gerekmektedir (R. Carter , William E. , & Guay C. , 2010, s. 528)**.** Ayrıca modelin durağan olabilmesi için $\alpha_i+\beta_j+0{,}5\gamma_i$ toplamının birden küçük olması gerekmektedir (Wang & Wu, 2012, s. 2173).

5.1.2.1.3. Student-t Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (t-GARCH)

Normal dağılıma sahip GARCH modelleri, piyasalarda dalgalanmaların arttığı dönemlerde finansal getirilerdeki volatiliteyi tam olarak modelleyememektedir. Özellikle günlük ya da yüksek frekanslı veri setinin kullanıldığı durumlarda, piyasa getirileri çarpık ve aşırı basık bir dağılım sergilemekte ve normal bir dağılım göstermemektedir (Alexander, 2008, s. 158). Ayrıca Van Den Goorbergh ve Vlaar (1999) ve Giot (2000) gibi VaR yöntemi üzerine yapılan çoğu çalışma normal dağılımlı modellerin kalın kuyruk ve sivri dağılımları dikkate almadığını göstermiştir (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1175) Bu kapsamda Bollerslev (1987) tarafından student-t dağılımlı GARCH modeli önerilmiştir (Alexander, 2008, s. 158). Student-t dağılımı normal dağılım gibi simetrik, fakat daha sivri ve daha kalın kuyruğa sahip bir dağılımdır. Bu nedenle getiri serilerinin modellenmesinde normal dağılımdan daha uygun düşmektedir (Güner, Mitov, & Racheva-Yotova, 2013, s. 734). Bollerslev (1987)**).** Ayrıca student-t dağılımı, çoğu zaman serilerinin normal dağılmayan karakteristiklerinden dolayı serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yansıttığı için en yaygın kullanılan dağılımdır (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1176).

Modelde, koşullu varyans ve ortalama eşitliği GARCH modellerinde belirtildiği gibidir. Log-olabilirlik fonksiyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1177):

$$L(r_t|\Theta) = \sum_{t=1}^{T} In\left(\frac{\Gamma\left[\frac{\upsilon+1}{2}\right]}{\Gamma\left(\frac{\upsilon}{2}\right)\sqrt{\pi(\upsilon-2)}}\right) - \frac{1}{2In\sigma_t^2} - \left(\frac{\upsilon+1}{2}\right) In[1+\frac{u_t^2}{\upsilon-2}]$$

Yukarıdaki eşitlikte Θ, $\boldsymbol{a}$, α_0 α_i, β_j ve υ parametrelerinden oluşan t-GARCH modelinin parametre vektörünü; υ, serbestlik derecesini ve Γ(.), gama fonksiyonunu ifade etmektedir. υ, parametresi dağılımın kuyruk kalınlığını kontrol etmekte ve pozitif değer almaktadır. Parametre küçüldükçe kuyruk kalınlaşmakta, parametre katsayısının 30'u geçmesi halinde ise dağılım normal dağılıma yaklaşmaktadır (Güner, Mitov, & Racheva-Yotova, 2013, s. 734).

5.1.2.1.4. Genelleştirilmiş Hata Dağılımlı Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeli (GED-GARCH)

Nelson (1991) tarafından geliştirilen GED, finansal verilerdeki asimetri özelliklerini dikkate almakta ve EGARCH modelinin GED özelliğini gösterdiğini varsaymaktadır (Mazıbaş, 2005, s. 9). GED dağılımına ilişkin yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Nelson, 1991, s. 352):

$$f(z) = \frac{\upsilon exp\left[-\left(\frac{1}{2}\right)\left|\frac{z}{\lambda}\right|^{\upsilon}\right]}{\lambda 2^{\left(1+\frac{1}{\upsilon}\right)}\Gamma\left(\frac{1}{\upsilon}\right)}$$

$$\lambda = \left[\frac{2^{\left(-\frac{2}{\upsilon}\right)}\Gamma\left(\frac{1}{\upsilon}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{\upsilon}\right)}\right]^{1/2}$$

Yukarıdaki eşitlikte $-\infty<z<\infty$ ve $0<\upsilon\leq\infty$ olmak üzere; υ, kuyruk kalınlığını gösteren bir parametreyi ifade etmekte ve aynı zamanda serbestlik derecesi olarak da adlandırılmaktadır. $\upsilon=2$ olması durumunda z dağılımı normal dağılıma sahip olmakta, $\upsilon<2$ olması durumunda z dağılımı normal dağılımdan daha kalın kuyruğa sahip olmakta ve $\upsilon>2$ olması durumunda ise z dağılımı normal dağılımdan daha ince kuyruğa sahip olmaktadır (Nelson, 1991, s. 353).

5.1.2.2. VaR Hesaplama Yöntemleri

Çalışmada normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında bir günlük elde tutma süresi dikkate alınarak literatürde yaygın olarak kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile VaR değerleri hesaplanmıştır.

Normal dağılım varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Cheng ve Hung, 2011:162):

$$\mathbf{VaR_t^N = \mu + \hat{\sigma}_t z_\alpha}$$

Yukarıdaki eşitlikte $\mathbf{VaR_t^N}$, t dönemine ait normal dağılım varsayımı altında öngörülen VaR değerini; μ, koşullu ortalamayı; $\hat{\sigma}_t$, t dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı; $\mathbf{z_\alpha}$ ise normal dağılımın sol tarafındaki α yüzdelik dilimine karşılık gelen tablo değerini ifade etmektedir. Çalışmada %99 güven düzeyi esas alındığı için bu güven aralıklarına karşılık gelen tablo değerleri -2,326'dir.

Student-t varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında ise aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır:

$$\mathbf{VaR_t^T = \mu + \hat{\sigma}_t t_{\alpha,\upsilon}}$$

Yukarıdaki eşitlikte $\mathbf{VaR_t^T}$, t dönemine ait student-t dağılımı varsayımı altında öngörülen VaR değerini; $\hat{\sigma}_t$, t dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı; $t_{\alpha,\upsilon}$, student-t dağılım varsayımı altında, υ serbestlik derecesinde, dağılımın sol tarafındaki α yüzdelik dilimine karşılık gelen kritik değeri simgelemektedir.

GED dağılımı varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Fan, Zhang, Tsai ve Wei, 2008, s. 3159)

$$\mathbf{VaR_t^{GED} = \mu + \hat{\sigma}_t z_{\alpha,\upsilon}}$$

Yukarıdaki eşitlikte $\mathbf{VaR_t^{GED}}$, t dönemine ait GED dağılımı varsayımı altında öngörülen VaR değerini; μ, koşullu ortalamayı; $\hat{\sigma}_t$, t dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı; $\mathbf{z_{\alpha,\upsilon}}$ ise GED dağılım varsayımı altında, υ serbestlik derecesinde, dağılımın sol tarafındaki α yüzdelik dilimine karşılık gelen kritik değeri ifade etmektedir.

VaR eşitliğinde yer alan μ koşullu ortalama ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1176; Cheng ve Hung, 2011, s. 162):

$$\mathbf{Y_t = \mu_t + \varepsilon_t \, , \varepsilon_t \sim (0, h_t)}$$

Y_t, emtianın t dönemindeki getiri oranını; μ ise emtianın t dönemindeki koşullu ortalamasını ifade etmektedir.

5.1.2.3. Geriye Dönük Testler

Riske maruz değer hesaplamasının önemli aşamalarından birini oluşturan geriye dönük testler, özellikle risk yöneticileri için VaR hesaplamalarında kullanılan modellerin zayıf yönlerini belirlemeye ve öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve etkinliğini test etmeye olanak sağlamaktadır. Geriye dönük testler, çeşitli modeller kullanılarak öngörülen VaR değerlerinin gerçekleşen kazanç ve kayıplarla karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Belli bir dönemde gerçekleşen kaybın öngörülen VaR değerinden fazla olması aşım olarak adlandırılmakta ve aşım sayısının belirlenen anlamlılık düzeyine göre hesaplanan kayıp sayısını geçmemesi beklenmektedir (Jorion, 2010, s. 357). Aksi takdirde VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan modele olan güveni sarsacaktır.

Çalışmada VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan modellerin doğruluğunu test etmek için Kupiec (1995) ve Christoffersen (1998) testleri uygulanmıştır. Testlere ilişkin yöntem aşağıda incelenmiştir.

5.1.2.3.1. Kupiec testi

Kupiec (1995) tarafından geliştirilen koşulsuz kapsama testi, VaR modellerinin gerçek riski yeterince tahminleyip tahminlemediğini belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir serbestlik derecesinde $\boldsymbol{\chi_1^2}$ dağılımına sahip Kupiec (1995) testinde olabilirlik oranı test istatistiği (LR_{uc}) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{LR_{uc} = 2In[(1-f)^{T-N}f^{N}] - 2In[(1-\alpha)^{T-N}\alpha^{N}],\quad LR{\sim}\chi^{2}(1)}$$

Yukarıdaki eşitlikte T, örneklem büyüklüğünü; N, aşım sayısını; f, aşım oranını yani aşım sayısının örneklem büyüklüğüne oranını ve 1-α güven düzeyini simgelemektedir. Kupiec (1995) testinde boş hipotez f=α şeklinde ifade edilmekte ve LR_{uc} istatistiği, %99 güven seviyesinde 6,64 kritik tablo değerlerini aşması durumunda boş hipotez reddedilmektedir. Bu durum VaR modelinin yeterli olmadığını ifade etmektedir (Fan, Zhang, Tsai ve Wei, 2008, s. 3160).

5.1.2.3.2. Christoffersen Testi

Kupiec testi sadece aşım sayısı üzerine odaklanmakta fakat aşımların rastsal dağılıp dağılmadığını incelememektedir. Christoffersen (1998) tarafından geliştirilen koşullu kapsama testi hem toplam aşım sayısının beklenen sayıya eşit olup olmadığını

hem de aşımların bağımsız şekilde dağılıp dağılmadığını incelemektedir (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1179). Bu kapsamda iki serbestlik derecesinde $\boldsymbol{\chi_2^2}$ dağılımına sahip Christoffersen (1998) testinde olabilirlik oranı test istatistiği (LR_{cc}) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\mathbf{LR_{cc} = -2log\frac{(1-\alpha)^{n_0}\alpha^{n_1}}{(1-\hat{\pi}_{01})^{n_{00}}\hat{\pi}_{01}^{n_{01}}(1-\hat{\pi}_{11})^{n_{10}}\hat{\pi}_{11}^{n_{11}}} \sim \chi^2(2)}$$

Yukarıdaki eşitlikte n_0, örneklem büyüklüğü ile aşım sayısı arasındaki farkı (T-N); n_1, aşım sayısını $n_{i,j}$, j değerini izleyen i değerinin gözlem sayısını (i,j:0,1); $\pi_{01}= n_{01}/(n_{00}+n_{01})$ ve $\pi_{11}= n_{11}/(n_{10}+n_{11})$ ifade etmektedir. Christoffersen (1998) testinde boş hipotez aşımların bağımsız olduğunu ve beklenen aşım oranının α anlamlılık düzeyine eşit olduğunu ifade etmektedir (Cheng ve Hung, 2011:164). LR_{cc} istatistiği, %99 güven seviyesinde 9,21 kritik tablo değerlerini aşması durumunda boş hipotez reddedilmektedir (Hung, Lee ve Liu, 2008, s. 1185).

5.2. Araştırma Bulguları

Çalışmanın bu kısmında, Varyans-Kovaryans yöntemi ile emtia piyasasında VaR değeri hesaplanarak, sonuçlar değerlendirilmektedir.

5.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Çalışmada kullanılan emtia serilerinin logaritmik getirilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12.

Emtia Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	BİST ALTIN	LONDRA ALTIN	GÜMÜŞ	BAKIR	ALÜMİNYUM
Ortalama	0,000335	0,000452	0,000452	0,000527	0,000083
Medyan	0,000694	0,000398	0,000398	0,000000	0,000000
Maksimum	0,068918	0,068414	0,068414	0,117259	0,060679
Minimum	-0,05934	-0,095962	-0,095962	-0,103580	-0,082551
Standart Sapma	0,011902	0,012331	0,012331	0,019371	0,015080
	BRENT PETROL	**WTI PETROL**	**DOĞALGAZ**	**BUĞDAY**	**SOYA**
Ortalama	0,000470	0,000388	- 0,000088	0,000217	0,000315
Medyan	0,000807	0,001098	0,000000	0,000000	0,000496
Maksimum	0,181297	0,164137	0,576663	0,058461	0,060896
Minimum	-0,168320	-0,151909	-0,568175	-0,045107	-0,095060
Standart Sapma	0,021714	0,024232	0,044629	0,008976	0,015576

Tablo 12 incelendiğinde, en yüksek ortalama getiriye sahip emtia bakır iken doğalgaz en düşük ortalama getiriye sahiptir. Bakır için ortalama getiri 0,000527, doğalgaz için ise - 0,000088' dir. Metal ürünleri içerisinde en düşük getiriyi ise alüminyum, en yüksek getiriyi bakır sağlamıştır. Enerji ürünleri içerisinde en yüksek getiri brent petrolden elde edilirken, doğal gazın ortalama getirisi negatiftir. Tarımsal ürünler içerisinde ise soya en yüksek ortalama getiriye sahiptir. Standart sapma, metal ve tarım ürünlerine göre enerji ürünlerinde daha yüksektir. Brent petrol, WTI petrol ve doğal gaz için standart sapma değerleri sırasıyla 0,021714, 0,024232 ve 0,044629'dır.

Emtia serilerinin logaritmik getirilerine ait zaman yolu grafikleri Ek A'da yer almaktadır. Ek A incelendiğinde serilerin yaklaşık sıfır ortalama etrafında dağılım gösterdiği ve volatilite kümelenmesinin olduğu yani getirilerdeki büyük ve küçük değişimleri sırasıyla büyük ve küçük değişimlerin takip ettiği gözlemlenmektedir. Bu durum serinin durağan olabileceği ve getiri serilerindeki volatilitenin zaman içinde değişim gösterdiği hakkında ipucu vermektedir.

5.2.2. Serilere İlişkin Durağanlık Analizi

Getiri serilerine ilişkin uygun modelin belirlenebilmesi için serilerin durağan olması gerekmektedir. Bu kapsamda analize konu olan emtialara ilişkin getiri serilerinin durağanlığını incelemek için literatürde yaygın olarak kullanılan ve birbirlerini tamamlayan ADF (Augemented Dickey Fuller) ve PP (Phillips Peron) birim kök testleri uygulanmıştır. Her iki birim kök testinde, hesaplanan test istatistiklerinin mutlak değeri çeşitli anlamlılık düzeylerinde MacKinnon kritik değerlerinin mutlak değerinden büyük olması durumunda serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden boş hipotez reddedilmekte yani serinin durağan olduğu kabul edilmektedir. Bu kapsamda ADF ve PP birim kök testleri sabit terim, sabit terim ve trend içeren modeller kullanılarak gerçekleştirilmiş ve Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13.

Emtia Getiri Serilerine İlişkin Birim Kök Test Sonuçları

	ADF		**PP**	
GETİRİ SERİLERİ	SABİT TERİMLİ	SABİT TERİMLİ VE TRENDLİ	SABİT TERİMLİ	SABİT TERİMLİ VE TRENDLİ
BİST Altin	-49,0352***	-49,0249***	-49,0419***	-49,0314***
Londra Altin	-50,5578***	-50,5481***	-50,5962***	-50,5859***
Gümüş	-55,1211***	-55,1107***	-55,1979***	-55,1874***
Bakir	-54,5525***	-54,5791***	-54,5372***	-54,5744***
Alüminyum	-53,2959***	-53,3017***	-53,3004***	-53,3081***
Brent Petrol	-50,2958***	-50,2875***	-50,2978***	-50,2896***
WTI Petrol	-51,7228***	-51,7177***	-51,8035***	-51,8063***
Doğal Gaz	-41,5456***	-41,5411***	-48,8529***	-48,8488***
Buğday	-20,4114***	-20,4078***	-42,4027***	-42,3964***
Soya	-50,5747***	-50,5655***	-50,6106***	-50,6016***

Not. Gecikme sayısının belirlenmesinde SIC bilgi kriteri kullanılmıştır.

*** İlgili katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 14'de sunulan ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre tüm katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu durumda çalışmaya konu olan getiri serilerinin birim kök içermediği ve serilerin durağan olduğu kabul edilir.

5.2.3. Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Ortalama ve Koşullu Varyans Modellerinin Belirlenmesi

VaR değerinin hesaplanabilmesi için emtia getiri serileri için uygun koşullu ortalama ve varyans modellerinin belirlenmesi ve bu model parametrelerinin örneklem içi döneme ilişkin getiri serilerinden hareketle tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda analize konu olan getiri serileri için koşullu ortalama modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur (Hung, Lee, & Liu, 2008, s. 1176; Cheng & Hung, 201, s. 162):

$$\mathbf{Y_t = \mu_t + \varepsilon_t}\,,\ \boldsymbol{\varepsilon_t \sim (0, h_t)}$$

Yukarıdaki eşitlikte Y_t, emtianın t dönemindeki getiri oranını; μ ise emtianın t dönemindeki koşullu ortalamasını ifade etmektedir.

Çalışmada emtia getirilerine ilişkin değişen varyansı modellemek için normal, student-t ve GED dağılımına dayanan ARCH(q), GARCH(p,q), GARCH-M(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) modelleri kullanılmıştır. Fakat GARCH tipi modellerle değişen varyansı tahmin etmeden önce ARCH etkisinin varlığının test edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH-LM testi uygulanmıştır.

Tablo 14'de örneklem içi döneme ait emtia getiri serilerine ilişkin farklı gecikme düzeylerinde uygulanan ARCH-LM test sonuçları yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre bütün gecikmelerde LM test istatistiği %1 anlamlılık düzeyinde χ^2 tablo değerinden daha yüksek çıkmış ve emtia getiri serilerine ait hata terimlerinde ARCH etkisinin olduğunu savunan alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu kapsamda emtia getiri serilerine ilişkin koşullu varyans GARCH modelleri dikkate alınarak tahmin edilebilecektir.

Tablo 14.

Emtia Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		BİST ALTIN	LONDRA ALTIN	GÜMÜŞ	BAKIR	ALÜMİNYUM
LM(1)	$T*R^2$	52,88312***	25,49252***	227,4922***	163,4285***	10,69289***
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	142,1812***	174,9051***	251,1603***	343,2785***	73,37091***
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	192,8312***	216,5389***	293,7022***	401,9427***	105,6372***
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	260,5132***	271,3258***	312,8574***	432,3096***	141,4981***
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	289,9178***	304,6623***	323,0676***	440,0533***	147,7045***
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566
ARCH-LM		**BRENT PETROL**	**WTI PETROL**	**DOĞAL GAZ**	**BUĞDAY**	**SOYA**
LM(1)	T*R2	40,79554***	205,7332***	586,9367***	76,09719***	44,20073***
	X2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	T*R2	123,1366***	393,8627***	862,2869***	225,8777***	187,4064***
	X2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	T*R2	166,1478***	413,9986***	884,8116***	251,0659***	236,7701***
	X2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	T*R2	254,9848***	472,0812***	886,8047***	275,2964***	253,1895***
	X2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	T*R2	345,7563***	507,1707***	889,4752***	281,4011***	265,6069***
	X2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Not. ***İlgili katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır.

Emtia getiri serilerine ilişkin normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH(q), GARCH(p,q), GARCH-M(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) koşullu değişen varyans modelleri oluşturulmuştur. Literatürde oynaklığın öngörülmesinde GARCH(1,1) modelini esas alan modellerin uygun bir model olduğu belirtilmekle birlikte (Hung, Lee, & Liu (2008); Sadorsky (2006); Sadeghi & Shavvalpour (2006); Enders (2004); Mabrouk & Saadi, 2012, s. 52) çalışmada 3 gecikmeye kadar modeller oluşturularak; bu modeller arasında en uygun olanları, parametrelerin anlamlı olması, model parametrelerinin

pozitif olması ($\alpha_0>0$, $\alpha_i\geq0$, $\beta_i\geq0$), model durağanlık koşulunun sağlanması, AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olması dikkate alınarak belirlenmiştir.

5.2.3.1. BİST Altın İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

BİST altın getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.1.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında BİST altın getiri serileri için modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Bu iki model dışında diğer modeller arasında AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) en uygun model seçilmektedir. Ayrıca model parametre toplamlarının ($\alpha_i+\beta_i$) 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum geçmiş dönemde yaşanan şokların cari dönemde de etkisinin devam ettiğini göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından BİST altın serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli ile asimetrik modeller arasında yer alan EGARCH ve GJR-GARCH modelleri kullanılarak da tahmin edilmiş ve bu modeller yukarıda belirtilen kriterler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri arasından GARCH-M(1,1) ve GARCH-M(3,2) dışındaki modellerin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH-M(3,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Sonuç olarak GARCH-M(1,1) modeli BİST altın getiri serilerine ilişkin koşullu değişen varyansı tahmin etmek için uygun bir model olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu

görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, EGARCH(1,1,1), EGARCH(2,1,1), EGARCH(3,1,1), EGARCH(3,2,2), GJR-GARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(2,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte GJR-GARCH(2,1,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; EGARCH(2,1,1), EGARCH(3,1,1) ve EGARCH(3,2,2) modelleri durağanlık koşulunu yerine getirmemektedir. Durağanlık koşulunu sağlayan EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve BİST altın getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda BİST altın için tüm kriterleri sağlayan EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.1.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde BİST altın serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(3,2), t-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(3,2) ile t-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda BİST altın serisi için t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak

oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, BİST altın için student-t dağılımına sahip t-GARCH-M(1,1), t-GARCH-M(3,2) ve t-GARCH-M(3,3) modelleri dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(3,2) ve t-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda BİST altın için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t-GJR-GARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, t-EGARCH(1,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH(1,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sırasıyla pozitif ve negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve BİST altın getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda BİST altın serisi için t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için uygun model olarak değerlendirilmektedir.

5.2.3.1.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde BİST altın serileri için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GED-GARCH(3,2) ve GED-

GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(3,2) ile GED-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Bu durumda BİST altın serisi için GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, BİST altın için GED dağılımına sahip GED-GARCH-M(1,1) ve GED-GARCH-M(3,2) modelleri dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat BİST altın için GED-GARCH-M(3,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; BİST altın için GED-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda BİST altın serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(2,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat GED-GJR-GARCH(2,1,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-EGARCH(2,1,1) modeli durağanlık koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda BİST altın serisi için asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında GED-EGARCH(1,1,1) ile GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, hem GED-EGARCH(1,1,1) hem de GED-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, GED-EGARCH(1,1,1) ve GED-GJR-

GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve BİST altın getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir.

BİST altın getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek B'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek C'de sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin BİST altın getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.2. Londra Altın İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Londra altın getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.2.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında Londra altın getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1) ve GARCH(2,1) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(2,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük

olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından Londra altın serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1) ve GARCH-M(2,1) modelleri dışında diğer modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH-M(2,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. . Bu durumda Londra altın serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını göstermektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; Londra altın için EGARCH(1,1,1), EGARCH(1,2,2), EGARCH(1,3,3), EGARCH(2,1,1), EGARCH(2,2,2), EGARCH(2,3,3), EGARCH(3,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,1,1), GJR-GARCH(2,2,2) ve GJR-GARCH(3,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,1,1), GJR-GARCH(2,2,2) ve GJR-GARCH(3,1,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,3,3) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(1,3,3) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH ve GJR-GARCH modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu

göstermektedir. Bu bağlamda Londra altın için EGARCH(1,3,3) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.2.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, Londra altın serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1) ve t-GARCH(2,1) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(2,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında Londra altın serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, Londra altın için t-GARCH-M(1,1) ve t-GARCH-M(2,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(2,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda Londra altın serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-EGARCH(2,1,1), t-EGARCH(2,2,2), t-EGARCH(3,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(1,2,2), t-GJR-GARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(2,3,3) modelleri modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t-GJR-GARCH(1,2,2), t-GJR-GARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(2,3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından

değerlendirildiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH(1,1,1) ve t-EGARCH(1,2,2) modelleri arasında en düşük AIC ve SIC kriterine sahip model t-EGARCH(1,2,2) modelidir. Londra altın için t-EGARCH(1,2,2) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, t-EGARCH(1,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda Londra altın için için t-EGARCH(1,2,2) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.2.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, Londra altın için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GED-GARCH(2,1) ve GED-GARCH(3,1) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(2,1) ve GED-GARCH(3,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında Londra altın serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, Londra altın için GED-GARCH-M(1,1), GED-GARCH-M(2,1) ve GED-GARCH-M(3,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(2,1) ve GED-GARCH-M(3,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, GED-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda Londra altın serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve

negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(1,2,2), GED-EGARCH(2,1,1), GED-EGARCH(2,2,2), GED-EGARCH(3,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(1,2,2), GED-GJR-GARCH(2,1,1), GED-GJR-GARCH(2,2,2), GED-GJR-GARCH(3,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat GED-GJR-GARCH(1,2,2), GED-GJR-GARCH(2,1,1), GED-GJR-GARCH(2,2,2), GED-GJR-GARCH(3,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(1,2,2), GED-EGARCH(2,2,2) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulunu sağlayan GED-EGARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-EGARCH(2,2,2) modelidir. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresi hem GED-EGARCH(2,2,2) hem de GED-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi GED-EGARCH(2,2,2) modelinde pozitif, GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelinde negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve Londra altın getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında Londra altın serisi için GED-EGARCH(2,2,2) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir

Londra altın getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek Ç'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek D'de sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(1,3,3), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(2,2,2), GED-

GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin Londra altın getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.3. Gümüş İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Gümüş getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.3.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında gümüş getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,1), GARCH(2,2) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,2) ve GARCH(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(2,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(2,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından gümüş serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(1,2), GARCH-M(1,3), GARCH-M(2,1), GARCH-M(2,2) ve GARCH-M(3,3) modelleri dışında tüm modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH(1,2), GARCH(1,3), GARCH(2,2) ve GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller

arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH-M(2,1) modeli en uygun model olmaktadır Ayrıca model parametre toplamlarının 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını göstermektedir. Bunun yanı sıra koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak GARCH-M(2,1) modeli gümüş getiri serilerine ilişkin koşullu değişen varyansı tahmin etmek için uygun bir model olduğu söylenebilir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; gümüş için EGARCH(1,1,1), EGARCH(1,2,2), EGARCH(3,2,2), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,1,1) ve GJR-GARCH(2,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, belirtilen modeller durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulunu sağlayan EGARCH ve GJR-GARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC değerine sahip model EGARCH(3,2,2) ve GJR-GARCH(1,2,2) modelleridir. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(3,2,2) ve GJR-GARCH(1,2,2) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH(3,2,2) ve GJR-GARCH(1,2,2) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda gümüş serileri için EGARCH(3,2,2) ve GJR-GARCH(1,2,2) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.3.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı ve pozitif olması açısından değerlendirildiğinde, gümüş serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3) ve t-GARCH(1,1) modelleridir. Bu modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında gümüş

serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, gümüş için t-GARCH-M(1,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Model durağanlık koşulunu ve parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda gümüş serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu ortalama ve varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-EGARCH(2,1,1), t-EGARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-EGARCH(2,1,1), t- ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC kriterine sahip model t-EGARCH(1,2,2) modelidir. Gümüş için t-EGARCH(1,2,2) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, t-EGARCH(1,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda gümüş için t-EGARCH(1,2,2) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.3.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, gümüş için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GARCH(1,2), GED-GARCH(2,1), GED-GARCH(2,2) ve GED-GARCH(3,2) modelleridir. Bu modeller arasında GARCH(1,2), GED-GARCH(2,2) ve

GED-GARCH(3,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(2,1) modelidir. Model ayrıca durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri arasında gümüş serisi için GED-GARCH(2,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, gümüş için GED-GARCH-M(1,1), GED-GARCH-M(1,2), GED-GARCH-M(2,1), GED-GARCH-M(2,2) ve GED-GARCH-M(3,2) modelleridir. Bu modeller arasında GARCH-M(1,2), GED-GARCH-M(2,2) ve GED-GARCH-M(3,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-GARCH-M(2,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda gümüş serisi için en uygun model GED-GARCH-M(2,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve pozitif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu ortalama ve varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(1,2,2), GED-EGARCH(3,2,2), GED-GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, belirtilen modeller durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulunu sağlayan GED-EGARCH ve GED-GJR-GARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-EGARCH(1,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1) modelleridir. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, hem GED-EGARCH(1,2,2) hem de GED-GJR-GARCH(2,1,1) modellerinde sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi GED-EGARCH(1,2,2) modellerinde pozitif, GED-GJR-GARCH(2,1,1) modelinde negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve gümüş getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda

asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında gümüş serisi için GED-EGARCH(1,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1)modelleri koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Gümüş getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek E'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar t-GARCH(1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1) ve t-GARCH-M(1,1) modellerinde ARCH etkisinin ortadan kalkmadığını, diğer modellerde ise ARCH etkisinin olmadığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek F'de sonuçları verilen t-GARCH(1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1) ve t-GARCH-M(1,1) modelleri dışındaki GARCH(2,1), EGARCH(3,2,2), GJR-GARCH(1,2,2), GARCH-M(2,1), t-EGARCH(1,2,2), GED-GARCH(2,1), GED-EGARCH(1,2,2), GED-GJR-GARCH(2,1,1) ve GED-GARCH-M(2,1) modellerinin gümüş getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.4. Bakır İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Bakır getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.4.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında bakır getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(2,1), GARCH(3,1), GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(2,1) GARCH(3,1),

GARCH(3,2) ve GARCH(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından bakır serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(2,1), GARCH-M(3,1), GARCH-M(3,2) ve GARCH-M(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH-M(2,1) GARCH-M(3,1), GARCH-M(3,2) ve GARCH-M(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda bakır serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve pozitif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; bakır için EGARCH(1,1,1), EGARCH(2,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,2,2), GJR-GARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(3,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,2,2), GJR-GARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(3,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH ve GJR-GARCH modellerinde sırasıyla negatif ve pozitif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu

bağlamda bakır için EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.4.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, bakır serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(2,1) ve t-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(2,1) ve t-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında bakır serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, bakır için t-GARCH-M(1,1), t-GARC-M(2,1) ve t-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(2,1) ve t-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Bu durumda bakır serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(2,1,1), t-EGARCH(3,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t-GJR-GARCH(1,2,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, t-EGARCH(1,1,1) ve t-EGARCH(2,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu iki model arasında en düşük AIC ve SIC kriterine sahip model t-EGARCH(1,1,1) modelidir. Bakır için t-

EGARCH(1,1,1) modelinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, modelde negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda bakır için t-EGARCH(1,1,1) modeli koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modeldir.

5.2.3.4.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, bakır için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GED-GARCH(2,1) ve GED-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(2,1) ve GED-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında bakır serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, bakır için GED-GARCH-M(1,1), GED-GARCH-M(2,1) ve GED-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(2,1) ve GED-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda bakır serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-

EGARCH(1,1,1) ve GED-GJR-GARCH(1,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat GED-GJR-GARCH(1,2,2), modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Bu kapsamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında bakır serisi için GED-EGARCH(1,1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için uygun model olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Modelde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresi sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi GED-EGARCH(1,1,1) nodelinde negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve bakır getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir.

Bakır getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek G'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek Ğ'de sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin bakır getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.5. Alüminyum İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Alüminyum getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.5.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında alüminyum getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(2,1), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(2,1), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından alüminyum serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(2,1), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH-M(2,1), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda alüminyum serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını göstermektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; alüminyum için EGARCH(1,1,1), EGARCH(2,1,1), EGARCH(3,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(2,1,1) ve GJR-GARCH(3,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(2,1,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,1,1), EGARCH(2,1,1), EGARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. EGARCH modelleri arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre EGARCH(1,1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Modellerde

kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH ve GJR-GARCH modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda alüminyum için EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.5.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, alüminyum serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1) ve t-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında alüminyum serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, alüminyum için t-GARCH-M(1,1) ve t-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda alüminyum serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, gerek t-EGARCH(p,q) gerekse t-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında parametreleri anlamlı

bir model yer almamaktadır. Bu bağlamda student-t dağılımı varsayımı altında alüminyum getiri serilerinde kaldıraç etkisi bulunmamakta, olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisi aynı olmaktadır.

5.2.3.5.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, alüminyum için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1) ve GED-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GED-GARCH(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında alüminyum serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, alüminyum için GED-GARCH-M(1,1) ve GED-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda alüminyum serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, gerek GED-EGARCH(p,q) gerekse GED-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında parametreleri anlamlı bir model yer almamaktadır. Bu bağlamda GED dağılımı varsayımı altında alüminyum getiri serilerinde kaldıraç etkisi bulunmamakta, olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisi aynı olmaktadır.

Alüminyum getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek H'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek I'da sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin alüminyum getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.6. Brent Petrol İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Brent petrol getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.6.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında brent petrol getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3) ve GARCH(1,1) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Modeller parametrelerin pozitif olma ve durağanlık koşulunu yerine getirmektedir. Bu modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından brent petrol serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1) dışındaki modellere ilişkin koşullu

varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Model parametrelerin pozitif olması ve durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Bu durumda brent petrol serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve pozitif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; brent petrol için EGARCH(1,1,1), EGARCH(2,1,1) ve EGARCH(2,2,2) modelleri dışında diğer modellerin parametrelerinin anlamsız olduğu görülmektedir. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, her üç model de durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre EGARCH(2,2,2) modeli en uygun model olmaktadır. Modelde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(2,2,2) modelinde γ parametresinin negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda brent petrol için EGARCH(2,2,2) modeli koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modeldir.

5.2.3.6.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, Brent petrol serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1) ve t-GARCH(3,1) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(3,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında brent petrol serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, brent petrol için t-GARCH-M(1,1) ve

t-GARCH-M(3,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(3,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda brent petrol serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), ve t-EGARCH(2,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, her iki model de durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH(1,1,1) ve t-EGARCH(2,1,1) modelleri arasında en düşük AIC ve SIC kriterine sahip model t-EGARCH(1,1,1) modelidir. Brent petrol için t-EGARCH(1,1,1) modelinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda brent petrol için t-EGARCH(1,1,1) modeli koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modeldir.

5.2.3.6.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, brent petrol için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3) ve GED-GARCH(1,1) modelleridir. Modeller parametrelerin pozitif olma ve durağanlık koşulunu yerine getirmektedir. Bu modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GED-GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Bu kapsamda GED-GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından brent petrol serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak

oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, GED-GARCH-M(1,1) dışındaki modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Model, parametrelerin pozitif olması ve durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Bu durumda brent petrol serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1) ve GED-EGARCH(2,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; her iki model de durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulunu sağlayan GED-EGARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-EGARCH(1,1,1) modelidir. Modelde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresi negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve brent petrol getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında brent petrol için GED-EGARCH(1,1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir

Brent petrol getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek İ'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek J'de sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(2,2,2), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin brent petrol getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan

anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.7. WTI Petol İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

WTI petrol getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.7.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında WTI petrol getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1) ve GARCH(2,2) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(1,2) ve GARCH(2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(2,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(2,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından WTI petrol serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(1,2), GARCH-M(2,1) ve GARCH-M(2,2) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH-M(1,2) ve GARCH-M(2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH-M(2,1) modeli en uygun model olmaktadır. Bu durumda WTI petrol serisi için en uygun model GARCH-M(2,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını göstermektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve pozitif olduğu

görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; WTI petrol için EGARCH(1,1,1), EGARCH(1,2,2), EGARCH(2,1,1), EGARCH(2,2,2), EGARCH(3,1,1), EGARCH(3,2,2), EGARCH(3,3,3), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,1,1) ve GJR-GARCH(2,2,2) modelleri dışında diğer modellerin parametrelerinin anlamsız olduğu görülmektedir. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(1,2,2) ve GJR-GARCH(2,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,1,1), EGARCH(1,2,2), EGARCH(2,1,1), EGARCH(3,1,1), EGARCH(3,3,3) ve GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(2,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre EGARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(2,1,1) en uygun modeller olmaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(2,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(2,1,1) modellerinde sırasıyla negatif ve pozitif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda WTI petrol için EGARCH(3,1,1) ve GJR-GARCH(2,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.7.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, WTI petrol serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(1,2), t-GARCH(2,1), t-GARCH(2,2), t-GARCH(2,3), t-GARCH(3,1) ve t-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(1,2), t-GARCH(2,2), t-GARCH(2,3), t-GARCH(3,1) ve t-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(2,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine

getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında WTI petrol serileri için t-GARCH(2,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, t-GARCH-M(1,1), t-GARCH-M(1,2), t-GARCH-M(2,1), t-GARCH-M(2,2), t-GARCH-M(2,3), t-GARCH-M(3,1) ve t-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(1,2), t-GARCH-M(2,2), t-GARCH-M(2,3), t-GARCH-M(3,1) ve t-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH-M(2,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda WTI petrol serisi için en uygun model t-GARCH-M(2,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-EGARCH(2,2,2), t-EGARCH(3,1,1), t-EGARCH(3,3,3), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t- t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,2,2), t-EGARCH(3,1,1), t-EGARCH(3,3,3)ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC kriterine sahip model t-EGARCH(3,1,1) modelidir. WTI petrol için t-EGARCH(3,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, t-EGARCH(3,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla negatif ve pozitif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda WTI petrol

için t-EGARCH(3,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.7.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, WTI petrol için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GED-GARCH(1,2) GED-GARCH(2,1), GED-GARCH(2,2), GED-GARCH(2,3) ve GED-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(1,2), GED-GARCH(2,2), GED-GARCH(2,3) ve GED-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(2,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında WTI petrol serisi için GED-GARCH(2,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, WTI petrol için GED-GARCH-M(1,1), GED-GARCH-M(1,2) GED-GARCH-M(2,1), GED-GARCH-M(2,2), GED-GARCH-M(2,3) ve GED-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(1,2), GED-GARCH-M(2,2), GED-GARCH-M(2,3) ve GED-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH-M(2,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda WTI petrol serisi için en uygun model GED-GARCH-M(2,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(2,1,1), GED-EGARCH(2,2,2), GED-

EGARCH(3,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(2,1,1), GED-GJR-GARCH(2,2,2) ve GED-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat GED-GJR-GARCH(2,2,2), GED-GJR-GARCH(3,1,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-EGARCH(1,1,1), GED-EGARCH(2,1,1), GED-EGARCH(3,1,1) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Durağanlık koşulunu sağlayan GED-EGARCH modelleri arasında en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-EGARCH(3,1,1) modelidir. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresi hem GED-EGARCH(3,1,1) hem de GED-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi GED-EGARCH(3,1,1) modelinde negatif, GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelinde pozitif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve WTI petrol getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumsuz haberlerin olumlu haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında WTI petrol serisi için GED-EGARCH(3,1,1) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir

WTI petrol getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek K'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek L'de sonuçları verilen GARCH(2,1), EGARCH(3,1,1), GJR-GARCH(2,1,1), GARCH-M(2,1), t-GARCH(2,1), t-EGARCH(3,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GARCH-M(2,1), GED-GARCH(2,1), GED-EGARCH(3,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(2,1) modellerinin WTI petrol getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini

göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.8. Doğal Gaz İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Doğal gaz getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.8.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında doğal gaz getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(1,2), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu, GARCH(1,1) modeli durağanlık koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(2,1) modeli en uygun model olmaktadır. Bu kapsamda GARCH(2,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından doğal gaz serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(1,2), GARCH-M(2,1), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modelleri dışında diğer modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH-M(1,2), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu, GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda doğal gaz serisi için en uygun model GARCH-M(2,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını göstermektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; doğal gaz için EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2), GJR-GARCH(2,1,1), ve GJR-GARCH(3,3,3) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(1,2,2) ve GJR-GARCH(3,3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda doğal gaz için EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.8.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, doğalgaz serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(2,2) ve t-GARCH(3,1) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(2,2) ve t-GARCH(3,1) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında doğal gaz serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, doğal gaz için t-GARCH-M(1,1), t-GARCH-M(2,2) ve t-GARCH-M(3,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(2,2) ve t-GARCH-M(3,1) modeli

parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda doğal gaz serisi için en uygun model t-GARCH(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, gerek t-EGARCH(p,q) gerekse t-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında parametreleri anlamlı bir model yer almamaktadır. Bu bağlamda student-t dağılımı varsayımı altında doğal gaz getiri serilerinde kaldıraç etkisi bulunmamakta, olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisi aynı olmaktadır.

5.2.3.2.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, doğal gaz için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1) ve GED-GARCH(3,1) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(3,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında doğal gaz serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, doğal gaz için GED-GARCH-M(1,1) ve GED-GARCH-M(3,1) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(3,1) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır.

Bu durumda doğal gaz serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, gerek GED-EGARCH(p,q) gerekse GED-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında parametreleri anlamlı bir model yer almamaktadır. Bu bağlamda student-t dağılımı varsayımı altında doğal gaz getiri serilerinde kaldıraç etkisi bulunmamakta, olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisi aynı olmaktadır.

Doğal gaz getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek M'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek N'de sonuçları verilen GARCH(2,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(2,1), t-GARCH(1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin doğal gaz getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.9. Buğday İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Buğday getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.9.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında buğday getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1) ve GARCH(1,2) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(1,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından buğday serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1) ve GARCH-M(1,2) modelleri dışında diğer modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH-M(1,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda buğday serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu yerine getirmektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; buğday için EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,2,2) ve GJR-GARCH(2,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Bu modellerin parametreleri anlamlı olmakla birlikte, GJR-GARCH(1,2,2) ve GJR-GARCH(2,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, EGARCH(1,1,1) ve GJR-

GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda buğday için EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.9.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, buğday serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(1,2) ve t-GARCH(2,2) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(1,2) ve t-GARCH(2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında buğday serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, buğday için t-GARCH-M(1,1), t-GARCH-M(1,2) ve t-GARCH-M(2,2) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(1,2) ve t-GARCH-M(2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda buğday serisi için en uygun model t-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-EGARCH(1,1,1), t-EGARCH(2,2,2), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t-

GJR-GARCH(2,2,2) ve t-GJR-GARCH(3,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. t-EGARCH(1,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi, t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda buğday için t-EGARCH(1,1,1) ile t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modellerdir.

5.2.3.9.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, buğday için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1) ve GED-GARCH(2,2) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(2,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında buğday serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, buğday için GED-GARCH-M(1,1) ve GED-GARCH-M(2,2) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(2,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Bu durumda buğday serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki

açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(1,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat GED-GJR-GARCH(1,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,2,2) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde; GED-EGARCH(1,1,1) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Modellerde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresi hem GED- EGARCH(1,1,1) hem de GED-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde sıfırdan farklı ve anlamlı olduğu görülmektedir. γ parametresi GED- EGARCH(1,1,1) modelinde pozitif, GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelinde negatif çıkmıştır. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve buğday getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında buğday serisi için GED- EGARCH(1,1,1) ve GED-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir

Buğday getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek O'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek Ö'de sonuçları verilen GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(1,1,1), GED-GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin buğday getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin

olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.3.10. Soya İçin Uygun Modellerin Belirlenmesi

Soya getiri serilerine ilişkin uygun modeller normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında izleyen kısımlarda belirlenmiştir.

5.2.3.10.1 Normal Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Normal dağılım varsayımı altında soya getiri serilerine ilişkin modeller parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde; ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modelleri en uygun modeller olmaktadır. Fakat GARCH(1,2), GARCH(3,1) ve GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Diğer modeller arasında ise AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olmasına göre GARCH(1,1) modeli en uygun model olmaktadır. Ayrıca model parametre toplamlarının 1'e çok yakın olmakla birlikte 1'den küçük olması durağanlık koşulunun sağlandığını ve volatilite kalıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda GARCH(1,1) modeli gerek parametre kısıtlarının yerine getirilmesi gerekse AIC ve SIC değerleri açısından soya serisi için en iyi model olarak değerlendirilmektedir.

Normal dağılım varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modelleri esas alınarak değerlendirildiğinde; GARCH-M(1,1), GARCH-M(1,2), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modelleri dışında diğer modellere ilişkin koşullu varyans denklem parametrelerinin istatistiki açıdan anlamsız olduğu görülmektedir. Fakat GARCH-M(1,2), GARCH-M(3,1) ve GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu yerine getirmemektedir. Bu durumda soya serisi için en uygun model GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu yerine getirmektedir. Modelde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresinin istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. λ parametresinin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH ve GJR-GARCH modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde; soya için GJR-GARCH(1,1,1) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Ayrıca model parametrelerin pozitif olması ve durağanlık koşullarını da sağlamamaktadır. Modelde kaldıraç etkisi incelendiğinde, γ parametresinin negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin varlığını ve emtia getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda soya için GJR-GARCH(1,1,1) modeli koşullu varyansı tahmin etmek için uygun modeldir.

5.2.3.10.2. Student-t Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

Student-t dağılımı varsayımı altında oluşturulan t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, soya serileri için uygun modeller t-ARCH(1), t-ARCH(2), t-ARCH(3), t-GARCH(1,1), t-GARCH(3,1) ve t-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında t-GARCH(3,1) ve t-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model t-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda t-ARCH(q) ve t-GARCH(p,q) modelleri arasında soya serileri için t-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

Student-t dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, buğday için t-GARCH-M(1,1), t-GARCH-M(3,1) ve t-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat t-GARCH-M(3,1) ve t-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Modeller durağanlık koşulunu sağlama kriteri açısından değerlendirildiğinde t-GARCH-M(1,1) modeli durağanlık koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda soya serisi için en uygun model t-GARCH(1,1) modeli olmaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan t-EGARCH(p,q) ve t-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, t-GJR-GARCH(2,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Fakat t-GJR-GARCH(2,2,2) modeli parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Bu kapsamda, gerek t-EGARCH(p,q) gerekse t-GJR-GARCH(p,q) modelleri arasında koşullu varyansı modellemek için uygun bir model bulunmamaktadır. Bu durum student-t dağılımı varsayımı altında soya getiri serilerinde kaldıraç etkisi bulunmadığını, olumlu ve olumsuz haberlerin volatilite üzerindeki etkisinin aynı olduğunu göstermektedir.

5.2.3.10.3. GED Dağılım Varsayımı Altında Uygun Modellerin Belirlenmesi

GED dağılımı varsayımı altında oluşturulan GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q) modelleri parametrelerin anlamlılığı açısından değerlendirildiğinde, soya için uygun modeller GED-ARCH(1), GED-ARCH(2), GED-ARCH(3), GED-GARCH(1,1), GED-GARCH(3,1) ve GED-GARCH(3,3) modelleridir. Bu modeller arasında GED-GARCH(3,1) ve GED-GARCH(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Diğer modeller içerisinde en düşük AIC ve SIC değerine sahip model GED-GARCH(1,1) modelidir. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Bu durumda GED-ARCH(q) ve GED-GARCH(p,q)modelleri arasında soya serisi için GED-GARCH(1,1) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir.

GED dağılımı varsayımı altında koşullu varyans, GARCH-M modeli kullanılarak da tahmin edilmiştir. Farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan GARCH-M modelleri incelendiğinde, buğday için GED-GARCH-M(1,1), GED-GARCH-M(3,1) ve GED-GARCH-M(3,3) dışındaki tüm model parametreleri istatistiki açıdan anlamsızdır. Fakat GED-GARCH-M(3,1) ve GED-GARCH-M(3,3) modelleri parametrelerin pozitif olma koşulunu sağlamamaktadır. Bu durumda soya serisi için en uygun model GED-GARCH-M(1,1) modeli olmaktadır. Ayrıca model durağanlık koşulunu da sağlamaktadır. Koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi modelde istatistiki açıdan anlamsız ve negatif olduğu görülmektedir. Parametrenin anlamsız olması koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisi olmadığını göstermektedir.

Asimetrik etkiyi dikkate alan GED-EGARCH(p,q) ve GED-GJR-GARCH(p,q) modellerinin koşullu varyans denklem parametreleri incelendiğinde, GED-EGARCH(2,2,2) modelleri dışındaki tüm modellerin parametreleri anlamsızdır. Ayrıca model durağanlık koşulunu da yerine getirmektedir. Modelde kaldıraç etkisi incelendiğinde γ parametresi GED-EGARCH(2,2,2) modelinde pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum kaldıraç etkisinin olduğunu ve soya getiri serilerine ilişkin volatilite üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha fazla istikrar bozucu bir durum yarattığını ifade etmektedir. Bu bağlamda asimetrik etkiyi dikkate alan modeller arasında buğday serisi için GED-EGARCH(2,2,2) modeli koşullu değişen varyansı modellemek için en uygun model olarak değerlendirilmektedir

Soya getiri serileri için normal dağılım, student-t ve GED dağılımı varsayımları altında uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntılarında ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Ek P'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Ek R'de sonuçları verilen GARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1,1), GARCH-M(1,1), t-GARCH(1,1), t-GARCH-M(1,1), GED-GARCH(1,1), GED-EGARCH(2,2,2) ve GED-GARCH-M(1,1) modellerinin soya getiri serilerine uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilite kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılabilir. Fakat her üç dağılıma ilişkin GARCH-M modellerinde koşullu ortalama denkleminde risk primini gösteren λ parametresi istatistiki açıdan anlamsızdır. Bu durum koşullu varyansın koşullu ortalama üzerinde etkisinin olmadığını ve GARCH modeli ile GARCH-M modelinin benzer sonuçlar vereceğini göstermektedir. Ayrıca model parametreleri de birbirlerine çok yakındır. Dolayısıyla VaR öngörülerinin hesaplanmasında GARCH modelleri kullanılmış, GARCH-M modelleri hesaplamalara dahil edilmemiştir.

5.2.4. VaR Öngörülerinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya konu olan her emtia için örneklem içi döneme ilişkin getiri serileri kullanılarak, koşullu ortalama ve koşullu varyans modellerinin parametreleri tahmin edilmiş ve bu tahminlerden hareketle örneklem dışı döneme ait son 250 gözleme ilişkin GARCH modelleri kullanılarak değişen varyans hesaplanmıştır. Bu değerlerden hareketle Varyans-Kovaryans yöntemi ile her emtia serisi için normal, student-t ve GED

dağılımı varsayımı altında bir günlük VaR öngörülerinde bulunulmuştur. VaR değerlerinin hesaplanmasında %99 güven düzeyi dikkate alınmıştır.[1] Örneklem dışı dönemde yer alan her bir iş günü için öngörülen VaR değerleri aynı günde gerçekleşen kazanç ve kayıplarla karşılaştırılarak aşım sayısı belirlenmiştir. Örneklem dışı döneme ait tahmin edilen VaR değerlerinin ortalamasını, bu değerlerin standart sapmasını, aşım sayısı ve oranını içeren özet istatistiki tablo Ek Ş'de gösterilmiştir.

Basel komitesi tespit edilen sapma sayısına göre uygulanan VaR yönteminin güvenilirliğini belirlemeye yönelik bir yöntem geliştirmiştir. Yöntem, hesaplanan sapma sayılarına göre yeşil, sarı, kırmızı olmak üzere farklı bölge tanımlamaları yapmakta ve her bir bölge uygulanan VaR yönteminin güvenilirliği ve başarısı hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca komite, finansal kuruluşların piyasa riskine dayalı sermaye gereksinimini hesaplarken aşım sayısına göre belirlenen bir çarpım faktörü ile öngörülen VaR değerlerinin çarpılarak hesaplanması gerektiğini belirtmiştir. Tablo 15, Basel komitesinin aşım sayılarına göre belirlediği bölgeleri ve piyasa riskine dayalı sermaye gereksiniminde dikkate alınması gereken çarpım faktörlerini göstermektedir. Buna göre %99 güven düzeyinde 250 günlük yapılan geriye dönük test sonuçlarına göre sapma sayısı 5'den az ise uygulanan VaR modeli yeşil bölgede yer almakta ve modelin geçerliliği yüksek kabul edilmektedir. Yeşil bölgede çarpım faktörü 3 olarak alınmaktadır. Sapma sayısı 5 ile 9 arasında ise model sarı bölgede yer almakta ve modelin güvenilirliği hakkında kesin bir yargıya varmak mümkün olmamaktadır. Sarı bölgede çarpım faktörü 3 ile 4 arasında yer almaktadır. 10 ve üzeri sapmalarda ise model kırmızı bölgede yer almakta ve uygulanan modelin yetersiz olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu bölgede ise çarpım faktörü 4 olarak alınmaktadır (Hammoudeh, Malik, &McAleer, 2011, s. 440), (Supervisory Framework For The Use Of

[1]Student-t ve GED dağılımları esas alınarak hesaplanan VaR değerleri için söz konusu dağılım parametrelerinin %99 güven düzeyine karşılık gelen kritik değerleri bu dağılımlara ilişkin olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Ek S'de verilmiştir. Normal dağılımda ise %99 güven düzeyinde -2,326 olarak alınmıştır.

"Backtesting In Conjunction with The Internal Models Approach To Market Risk Capital Requirements, 1996, s. 5; Hendricks & Hirtle, 1997, s. 6).

Tablo 15.

Basel Komitesine Göre Aşım Sayılarına İlişkin Bölgeler

Bölge	Aşım Sayısı	Çarpım Faktörü
Yeşil	0-4	3
Sarı	5	3,40
	6	3,50
	7	3,65
	8	3,75
	9	3,85
Kırmızı	10	4

Tahmin edilen VaR değerlerine ilişkin Ek Ş'de yer alan temel istatistikler, geriye dönük testlerden önce örneklem dışı döneme ilişkin öngörülen VaR değerlerinin ve bu değerlerin tahmininde kullanılan modellerin performansına ilişkin ön değerlendirme yapmaya olanak sağlamaktadır. Modellerin değerlendirilmesinde, yukarıda bahsedilen Basel komitesi tarafından belirlenen düzenlemeler de göz önünde bulundurularak, öngörülere ilişkin ortalama VaR değerleri, aşım sayıları ve oranları esas alınmıştır. Aşım oranının %1 anlamlılık düzeyinden büyük olması modelin piyasa riskini düşük tahmin ettiğini, küçük olması ise piyasa riskinin olduğundan daha yüksek tahmin ettiğini ifade etmektedir. Yaklaşık olarak aşım oranının %0,8 ile %1,2 arasında olması modelin tahminlerinin iyi olduğunu, aşım oranının %0,5 den küçük ve %1,5 den büyük olması ise modelin tahminlerinin kesinlik taşımadığını göstermektedir (Danielsson, 2011, s. 147).

BİST altın serisi için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modellerin ortalama VaR değerini diğer modellere göre genellikle daha düşük öngördüğü görülmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. En yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan modeller ise EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,1,1) ve GED-EGARCH(1,1,1) modelleridir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(1,1,1), t-EGARCH(1,1,1) ve GED- EGARCH(1,1,1) modelleri en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, t-

GARCH(1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri en düşük aşım sayısı ve aşım oranına sahiptir. Bunun yanı tüm modellerde aşım oranları %1 anlamlılık düzeyinden daha yüksek olduğu için modellerin piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimi içerisinde olduğu gözlemlenmektedir. Fakat diğer dağılımlara göre student-t dağılımına dayanan t-GARCH(1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde aşım oranı anlamlılık düzeyine çok yakın olup, %1,2 düzeyindedir. Bu durum modellerin güvenilirliğini arttırmaktadır. Ayrıca modeller yeşil bölgede yer almaktadır.

Londra altın serisi için serileri için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modellerin ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngördüğü görülmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Fakat normal dağılıma dayalı modeller sarı ve kırmızı bölgede yer almaktadır. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise EGARCH(1,3,3) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranlarına bakıldığında, EGARCH(1,3,3) modeli en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, student-t dağılımına dayalı modeller en düşük aşım sayısı ve aşım oranına sahiptir. Bunun yanı sıra student-t dağılımına dayalı modeller dışındaki tüm modeller piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimi içerisinde olduğu gözlemlenmektedir. Çünkü aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinden daha yüksektir. Student-t dağılımına dayanan t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde ise aşım oranı anlamlılık düzeyine çok yakın ve %0,8 düzeyindedir. Bu durum modellerin güvenilirliğini arttırmaktadır. Ayrıca student-t dağılımına dayanan modeller yeşil bölgede yer almaktadır.

Gümüş serisi için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Fakat normal dağılıma dayalı modeller sarı bölgede yer almaktadır. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-EGARCH(1,2,2) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise EGARCH(3,2,2) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, EGARCH(3,2,2) modeli en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, t-EGARCH(1,2,2) modeli en düşük aşım sayısı ve aşım oranına sahiptir. Bunun yanı sıra

tüm modellerde aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinden daha yüksek olduğu için modellerin piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimi içerisinde olduğu belirtilebilir. Çünkü aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinden daha yüksektir. Fakat diğer dağılımlara göre student-t dağılımında aşım oranı anlamlılık düzeyine daha yakın ve yeşil bölgede yer almaktadır.

Bakır serisi için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-EGARCH(1,1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise EGARCH(1,1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, GARCH(1,1) ve EGARCH(1,1,1) modelleri en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, student-t ve GED dağılımına dayalı modellerde aşım sayısı ve aşım oranı sıfırdır. Bu durum student-t ve GED dağılımına dayalı modellerin piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca her üç dağılıma ilişkin tüm modeller yeşil bölgede yer almaktadır. Diğer taraftan normal dağılıma dayalı GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinin altında olmakla birlikte, GARCH(1,1) ve EGARCH(1,1,1) modellerinde anlamlılık düzeyine daha yakın ve %0,8'dir. Bu durum modellerin güvenilirliliğini artırmaktadır.

Alüminyum için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise GJR-GARCH(1,1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, GJR-GARCH(1,1,1) modeli en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, student-t dağılımına dayalı modellerde aşım sayısı ve aşım oranı sıfırdır. Bu durum student-t dağılımına dayalı modellerin piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca her üç dağılıma ilişkin tüm modeller yeşil bölgede yer almaktadır. Diğer taraftan normal dağılıma dayalı GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile

GED-GARCH(1,1) modellerinde aşım oranı anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu durum modellerin güvenilirliliğini artırmaktadır.

Brent petrol için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise GARCH(1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, GARCH(1,1) modeli en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, student-t ve GED dağılımına dayalı modellerde aşım sayısı ve aşım oranı sıfırdır. Normal dağılıma dayanan GARCH(1,1) modelinde aşım oranı anlamlılık düzeyinden oldukça altında %0,4 düzeyindedir. Bu durum normal, student-t ve GED dağılımına dayalı modellerin piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca tüm modeller yeşil bölgede yer almaktadır.

WTI petrol için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GJR-GARCH(1,1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise EGARCH(3,1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı incelendiğinde, her üç dağılıma ilişkin modellerde aşım oranı 0 ve 1'dir ve tüm modeller yeşil bölgede yer almaktadır. Aşım oranı ise normal dağılıma dayalı GARCH(2,1), EGARCH(3,1,1), GJR-ve GARCH(2,1,1) modellerinde, student-t dağılımına dayalı t-EGARCH(3,1,1) modelinde ve GED dağılıma dayanan GED-GARCH(2,1) ve GED-EGARCH(3,1,1) modellerinde %0,4, diğerlerinde sıfırdır. Tüm modellerde aşım oranının %1 anlamlılık düzeyinden oldukça düşük olması, her üç dağılımın da piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir.

Doğal gaz için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde

bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan model ise EGARCH(1,1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranı bakımından değerlendirildiğinde, her üç dağılıma ilişkin modellerde aşım oranı EGARCH(1,1,1) modeli dışında 1'dir. EGARCH(1,1,1) modelinde ise 2'dir. Ayrıca tüm modeller yeşil bölgede yer almaktadır. Aşım oranı EGARCH(1,1,1) modeli dışında tüm modellerde %1 anlamlılık düzeyinin oldukça altında, %0,4 düzeyindedir. Bu bağlamda, modellerin piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimi içerisinde olduğu ifade edilebilir. EGARCH(1,1,1) modelinde ise aşım sayısı anlamlılık düzeyine çok yakın olup, %0,8'dir. Bu durum modelin güvenilirliliğini artırmaktadır.

Buğday için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan modeller ise EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleridir. Aşım sayısı ve aşım oranlarına bakıldığında, GJR-GARCH(1,1,1) modeli en yüksek aşım sayısı ve aşım oranına sahipken, student-t dağılımına dayalı t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile GED-GARCH(1,1) modeli en düşük aşım sayısı ve aşım oranına sahiptir. Aşım oranı student-t dağılımına dayalı t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile GED-GARCH(1,1) modelinde %1 anlamlılık düzeyine çok yakın olup, %0,8 düzeyindedir. Bu durum modellerin güvenilirliliğini artırmaktadır. Bunun dışındaki modeller ise piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin ettiği için aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinin üzerindedir.

Soya için %99 güven düzeyinde normal dağılıma dayalı modeller ortalama VaR değerini diğer modellere göre daha düşük öngörmektedir. Bu durum normal dağılıma dayalı modellerde daha düşük ortalama piyasa riskine maruz kalındığını ifade etmektedir. Fakat modeller sarı bölgede yer almaktadır. Model bazında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama VaR öngörüsünde bulunan t-GARCH(1,1) modeli iken, en düşük öngörüde bulunan modeller ise GARCH(1,1) modelidir. Aşım sayısı ve aşım oranlarına bakıldığında, GARCH(1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri en yüksek aşım sayısına sahipken, student-t dağılımına dayalı modeller t-GARCH(1,1) modeli en düşük aşım sayısına sahiptir. Aşım oranı normal dağılıma dayalı modeller ile

GED-EGARCH(2,2,2) modeli dışındaki GED dağılımına dayanan modellerde anlamlılık düzeyinden oldukça yüksek olup, sırasıyla %2 ve %1,6 düzeyindedir. Bu modellerde piyasa riski olduğundan daha düşük öngörülmektedir. Student-t dağılımına dayalı t-GARCH(1,1) modelinde ise aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine çok yakın olup, %0,8'dir. Bu durum modellerin güvenilirliğini artırmaktadır.

5.2.5. Geriye Dönük Test Sonuçları

Çalışmada farklı dağılımlar kullanılarak öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve modellerin performansını test etmek amacıyla koşulsuz kapsama testi olarak Kupiec (1995) ve koşullu kapsama testi olarak Christoffersen (1998) testleri uygulanmıştır. Testlere ilişkin hesaplanan koşulsuz kapsama ve koşullu kapsama test istatistikleri Ek T'de gösterilmiştir. Bu kapsamda hesaplanan LR_{uc} değerlerinin kritik tablo değerinden büyük olması boş hipotezin reddedildiği yani aşım oranının anlamlılık düzeyine eşit olmadığını ve hesaplanan VaR değerinin doğru olmadığı anlamına gelmektedir. LR_{cc} değerlerinin kritik tablo değerinden büyük olması ise boş hipotezin reddedildiği yani aşımların bağımsız olmadığını ve aşım oranının anlamlılık düzeyine eşit olmadığını ifade etmektedir[2].

BİST altın serileri için gerek LR_{uc} gerekse LR_{cc} test istatistiklerine göre normal, student-t ve GED dağılımına dayanan GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinin performanslarının yeterli olduğu ifade edilebilir. Her üç dağılıma ilişkin modellerin VaR öngörüleri doğru olmakla birlikte, t-GARCH(1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistikleri diğer dağılımlara göre daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu nedenle student-t dağılımının diğer dağılımlara göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir. Bu modeller arasında da en düşük ortalama piyasa riski t-GJR-GARCH(1,1,1) modeli tarafından öngörülmektedir.

Londra altın serilerine ilişkin LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistiklerine göre normal dağılıma dayalı EGARCH(1,3,3), GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-EGARCH(2,2,2) modelleri dışında tüm modellerin performanslarının yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

---

[2] LR_{uc} ve LR_{cc} için tablo değeri %99 güven düzeyinde sırasıyla 6,64 ve 9,21'dir.

Fakat EGARCH(1,3,3) modeli hem LR_{uc} hem de LR_{cc} testlerini geçemezken, GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-EGARCH(2,2,2) modelleri yalnızca LR_{uc} testini geçememiştir. Bu bağlamda GJR-GARCH(1,1,1) ve GED-EGARCH(2,2,2) modellerinin VaR öngörüleri güvenilir değilken, modellere ilişkin aşımlar bağımsızdır. Genel olarak her üç dağılıma ilişkin modellerin VaR öngörüleri doğru olmakla birlikte, t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,2,2) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistikleri normal ve GED dağılımlarına göre daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu nedenle student-t dağılımının diğer dağılımlara göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir. Bu modeller arasında da t-EGARCH(1,2,2) modeli en düşük ortalama piyasa riskini öngörmektedir.

Gümüş serilerine ilişkin LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistiklerine göre normal dağılıma dayalı EGARCH(3,2,2) modeli dışında tüm modellerin VaR öngörülerinin doğru olduğu görülmektedir. Fakat EGARCH(3,2,2) modeli her iki testide geçememiş ve model güvenilir VaR öngörülerinde bulunamamıştır. Genel olarak her üç dağılıma ilişkin modellerin VaR öngörüleri doğru olmakla birlikte t-EGARCH(1,2,2) modelinde, LRuc ve LR_{cc} test istatistikleri normal dağılım ve GED modellerine göre daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu nedenle student-t dağılımının, GED ve normal dağılıma göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir.

Bakır getiri serilerine ilişkin test sonuçları incelendiğinde, student-t ve GED dağılımına ilişkin modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek öngördükleri için aşım söz konusu olmamış ve geriye dönük testler uygulanamamıştır. Normal dağılıma dayalı GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde ise hem LR_{uc} hem de LR_{cc} test istatistiklerine göre modellerin performanslarının yeterli olduğu görülmektedir. Söz konusu modeller arasında GJR-GARCH(1,1,1) modeli dışında aşım oranı anlamlılık düzeyine çok yakındır. Genel olarak değerlendirildiğinde student-t ve GED dağılımına dayalı modellerde normal dağılıma göre aşım sayısı sıfır olmakla birlikte, maruz kalınan piyasa riski daha yüksek çıkmakta ve risk nedeniyle sermaye gereksinimi artmaktadır. GJR-GARCH(1,1,1) modeli dışında normal dağılıma dayalı modellerde ise hem piyasa riski daha düşük hem de aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine yakındır. Bu bağlamda normal dağılım modelinin performansının daha iyi olduğu ifade edilebilir.

Alüminyum getiri serilerine ilişkin test sonuçları incelendiğinde, student-t dağılımına ilişkin modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek öngördükleri için aşım söz konusu olmamış ve geriye dönük testler uygulanamamıştır. Normal dağılıma dayalı GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile GED dağılımına dayalı GED-GARCH(1,1) modelinde ise LRuc ve LR_{cc} test istatistiklerine göre modellerin performanslarının yeterli olduğu görülmektedir. Söz konusu modellerin aşım oranı anlamlılık düzeyine oldukça yakındır. Genel olarak değerlendirildiğinde, student-t dayalı modellerde normal ve GED dağılımlarına göre aşım sayısı sıfır olmakla birlikte, maruz kalınan piyasa riski daha yüksek çıkmakta ve risk nedeniyle sermaye gereksinimi artmaktadır. Normal ve GED dağılımına dayalı modellerde ise aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu bağlamda normal dağılıma dayalı GARCH(1,1), EGARCH(1,1,1) ve GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile GED-GARCH(1,1) modelinin performansının daha iyi olduğu ifade edilebilir.

Brent petrol getiri serilerine ilişkin test sonuçları incelendiğinde, student-t ve GED dağılımına ilişkin modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek öngördükleri için aşım söz konusu olmamış ve geriye dönük testler uygulanamamıştır. Normal dağılıma dayalı GARCH(1,1) modelinde ise hem LR_{uc} hem de LR_{cc} test istatistiklerine göre modelin performansının yeterli olduğu görülmektedir. EGARCH(2,2,2) modelinde de student-t ve GED dağılımına dayanan modellerde olduğu gibi aşım sayısı sıfırıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde student-t ve GED dağılımına dayalı modellerde normal dağılıma göre aşım sayısı sıfır olmakla birlikte, maruz kalınan piyasa riski daha yüksek çıkmakta ve risk nedeniyle sermaye gereksinimi artmaktadır. Normal dağılıma dayalı modellerde ise aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinin oldukça altındadır. Fakat öngörülen ortalama piyasa riski diğer dağılımlara ilişkin modellere göre daha düşüktür. Bu bağlamda normal dağılıma ilişkin GARCH(1,1) modelinin performansının daha iyi olduğu ifade edilebilir.

WTI petrol getiri serilerine ilişkin test sonuçları incelendiğinde, normal dağılıma dayalı tüm modellerin, student-t dağılımında sadece t-EGARCH(3,1,1) modelinin ve GED dağılımına dayalı modellerde GED-GJR-GARRCH(1,1,1) modeli dışındaki diğer modellerin LRuc ve LR_{cc} test istatistiklerine göre modellerin performanslarının yeterli olduğu görülmektedir. Diğer modellerde ise piyasa riskini olduğundan daha yüksek öngörüldüğü için aşım söz konusu olmamış ve geriye dönük testler uygulanamamıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, her üç dağılıma ilişkin modellerin performansları yeterli, LR_{uc} ile LR_{cc} test istatistikleri ve aşım oranı aynı ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyinden küçüktür. Fakat normal dağılıma ilişkin modellerde ortalama piyasa riski diğer modellere göre daha düşük öngörülmektedir. Normal dağılıma dayalı modeller arasında ise EGARCH(3,1,1) modeli piyasa riskini en düşük öngören modeldir.

Doğal gaz serilerine ilişkin LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistiklerine göre her üç dağılıma ilişkin tüm modellerin performanslarının yeterli olduğu görülmektedir. Normal, student-t ve GED dağılımına dayanan modellerin VaR öngörüleri doğru ve EGARCH(1,1,1) modeli dışında LR_{uc} ile LR_{cc} test istatistikleri, aşım sayısı ve oranı aynıdır. Fakat normal dağılıma ilişkin modellerde ortalama piyasa riski daha düşük öngörülmektedir. Bu nedenle normal dağılımın, student-t ve GED dağılımına göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir. Normal dağılıma ilişkin modeller içerisinde de EGARCH(1,1,1) modelinin aşım oranının anlamlılık düzeyine oldukça yakın olması, LR_{uc} ile LR_{cc} test istatistiklerinin ve ortalama piyasa riskinin daha düşük olması nedeniyle daha güvenilir bir model olduğu ifade edilebilir.

Buğday serilerine ilişkin LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistiklerine göre normal, student-t ve GED dağılıma dayalı tüm modellerin performanslarının yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak her üç dağılıma ilişkin modellerin VaR öngörüleri doğru olmakla birlikte, student-t dağılımına dayanan t-GARCH(1,1), t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modelleri ile GED dağılımına ilişkin GED-GARCH(1,1) modelinde LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistikleri normal dağılıma dayanan modellere göre daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine oldukça yakındır. Bu nedenle student-t ve GED dağılımının normal dağılıma göre performansının daha iyi olduğu ve bu dağılımlara ilişkin modeller arasında da GED-GARCH(1,1) modelinin ortalama piyasa riskini daha düşük tahmin ettiği belirtilebilir.

Soya serilerine ilişkin LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistiklerine göre normal, student-t ve GED dağılıma dayalı tüm modellerin performanslarının yeterli olduğu görülmektedir. Fakat GED-EGARCH(2,2,2) modeli piyasa riskini olduğundan daha yüksek öngördüğü için aşım söz konusu olmamış ve geriye dönük testler uygulanamamıştır. Genel olarak her üç dağılıma ilişkin modellerin VaR öngörüleri doğru olmakla birlikte, student-t dağılımına dayanan t-GARCH(1,1) modelinde LR_{uc} ve LR_{cc} test istatistikleri normal ve GED dağılımına dayanan modellere göre daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık

düzeyine oldukça yakındır. Bu nedenle student-t dağılımının diğer dağılımlara göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, metal ürünleri içerisinde altın yatırımcısının maruz kaldığı piyasa riski diğer metallere göre daha düşük iken gümüş yatırımcısı en yüksek piyasa riskine maruz kalmaktadır. Altın yatırımcısının günlük ortalama VaR değeri yaklaşık %3 düzeyinde iken gümüş yatırımcısı için bu oran yaklaşık %5 düzeyine kadar ulaşmaktadır. Bu bağlamda maruz kalınan piyasa riskinden dolayı elde tutulması gereken minimum sermayenin gümüş yatırımcısı için daha yüksek olduğu belirtilebilir. Metal ürünleri içerisinde altın ve gümüş için student-t dağılımına dayalı modeller daha başarılı ve daha doğru VaR öngörülerinde bulunurken, bakır serilerinde normal dağılıma, alüminyum serilerinde ise normal ve GED dağılımına dayalı modeller daha başarılıdır. Bu modeller arasında da asimetrik etkiyi dikkate alan modellerin performansı simetrik modellere göre daha iyidir. Bu durum olumlu ve olumsuz haberlerin metal ürünlerinin fiyatları üzerindeki etkisinin aynı olmadığını ve öngörüde bulunurken bu özelliğin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak bakır dışındaki metal ürünlerinde student-t ve GED dağılımları serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yakalamada normal dağılıma göre daha başarılı olmaktadır. Elde edilen sonuçlar Hammoudeha, Malikb ve McAleerc (2011) ile Cheng ve Hung (2011) çalışmaları ile benzerdir. Altın ve gümüş ürünlerinin de yer aldığı kıymetli metalleri kapsayan çalışmalarında Hammoudeha, Malikb ve McAleerc (2011), t dağılımlı GARCH modelinin kıymetli metaller için en doğru ve en sağlam VaR tahminleri verdiği bulgusuna ulaşmışlardır. Cheng ve Hung (2011) metal ürünlerinin de yer aldığı çalışmalarında geriye dönük test sonuçları GED dağılımın normal dağılıma göre performansının daha iyi olduğunu göstermiştir.

Enerji ürünlerinden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, bu ürünler içerisinde brent petrolün ortalama VaR değeri yaklaşık %3,5 düzeyinde iken WTI petrolün yaklaşık %3,9, doğal gazın ise yaklaşık %6 düzeyindedir. Bu bağlamda brent petrol yatırımcısın daha düşük piyasa riskine maruz kalırken, doğal gaz yatırımcısı daha yüksek piyasa riskine maruz kalmaktadır. Enerji ürünlerinde normal dağılıma dayalı modeller daha iyi performans gösterirken, student- t ve GED dağılıma dayanan modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimindedirler. Bu modeller içerisinde de asimetrik etkiyi dikkate alan modeller daha güvenilir sonuçlar

vermişlerdir. Elde edilen bulgular student-t ve GED dağılımına dayanan modellerin enerji getiri serilerindeki kalın kuyruklu dağılımı yakalamada başarılı olamadığını göstermiştir. Bu durum, Hung, Lee ve Liu (2008) tarafından yapılan çalışmada da ifade edilmiştir. Enerji ürünlerini konu alan çalışmada yüksek güven düzeyinde student-t dağılımına dayanan GARCH modellerinin öngörülerinin zayıf ve yetersiz olduğu gösterilmiştir.

Tarımsal ürünler içerisinde buğday için ortalama VaR değeri yaklaşık %1,6 düzeyinde iken soya için bu oran %3 düzeyine kadar çıkmaktadır. Bu bağlamda buğday yatırımcısı daha düşük piyasa riskine maruz kalırken, soya yatırımcısının maruz kaldığı piyasa riskinden dolayı sermaye gereksinimi daha yüksek olmaktadır. Tarımsal ürünler için student-t ve GED dağılına dayalı modeller daha doğru öngörülerde bulunurken, normal dağılıma dayalı modeller başarısızdır. Normal dağılıma dayalı modeller piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimi içerisindedir. Sonuç olarak metal ürünlerinde olduğu gibi tarımsal ürünlerde de student-t ve GED dağılımları serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yakalamada başarılı olmuştur. Literatürde tarımsal ürünleri konu olan çalışmaların sınırlı olması, kullanılan veri setinin ve VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerin farklı olması elde edilen sonuçların karşılaştırılmasını kısıtlamaktadır.

BÖLÜM VI

SONUÇ

Emtia piyasası işletmelere, yatırım fonlarına, spekülatörlere ve diğer yatırımcılara çok farklı yatırım olanakları sunmakta ve buna bağlı olarak maruz kalınan riskler de çeşitlilik göstermektedir. Emtia yatırımcısının sıklıkla karşılaştığı bu risklerin başında emtia fiyatlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanan piyasa riski gelmektedir. Piyasa riski yatırımcıların ve işletmelerin faaliyetlerini ve yatırım kararlarını doğrudan etkilediği için maruz kalınan riskin tutar olarak öngörülebilmesi önem taşımaktadır. Bu noktada finansal ve finansal olmayan kuruluşlar tarafından yaygın olarak kullanılan ve uluslararası denetim ve gözetim otoriteleri tarafından piyasa riskinin ölçümünde kullanılması önerilen VaR yöntemi ön plana çıkmaktadır.

VaR yöntemi, belli bir dönemde belli bir olasılıkla bir varlığın ya da portföyün değerinde oluşabilecek maksimum kaybı göstermektedir. Yöntemin, piyasa riskini toplam olarak ortaya koyması ve Basel Komitesi tarafından piyasa riskinin ölçülmesinde tavsiye edilmesi kurumsal çapta risk yönetim tekniği olarak yaygın kullanım alanı bulmasında etkili olmuştur. Ülkemizde de Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu tarafından 2001 yılında çıkarılan yönetmelik ve 2006 yılında yayımlanan tebliğ ile VaR yönteminin uygulanmasına yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

VaR yöntemi ile emtia piyasa riskinin ölçülmesinde emtia fiyatlarındaki oynaklığın tahmini, buna ilişkin uygun modelin ve dağılımın belirlenmesi yöntemin en önemli aşamalarını oluşturmakta ve literatürde yer alan çalışmalar da bu konu üzerine yoğunlaşmaktadır. Finansal zaman serilerinde görülen aşırı basıklık, volatilite kümelenmesi ve kaldıraç etkisi volatilitenin öngörülmesinde değişen varyansı esas alan modellerin hesaplamalarda kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada emtia fiyatlarındaki oynaklığı modellemek için simetrik ve asimetrik GARCH modelleri kullanılmıştır. GARCH modellerine dayalı VaR hesaplamalarında model kalıntılarının normal dağıldığı varsayımı yapılmakta ve VaR öngörülerinde bulunulmaktadır. Fakat emtia getiri serilerine ilişkin model kalıntıları normal dağılıma göre genellikle aşırı basık ve kalın kuyruklu bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle çalışmada VaR öngörülerinin, model kalıntılarının dağılımına tepkilerini ölçmek için literatürde yaygın

olarak kullanılan normal dağılım, emtia getiri serilerindeki aşırı basıklığı ve kalın kuyruğu dikkate alan student-t ve GED dağılımları varsayımı altında modeller oluşturulmuştur. Bu kapsamda çalışmada normal, student-t ve GED dağılımı varsayımına dayanan modeller kullanılarak, piyasa riskinin ölçülmesinde kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile öngörülecek VaR değerleri için uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi ve bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarısının geriye dönük testler ile ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışmada VaR yöntemi ile emtia piyasasında piyasa riskini ölçmek amacıyla Ocak 2003-Kasım 2013 dönemlerine ait altın, gümüş, bakır, alüminyum, brent ve WTI petrol, doğal gaz, buğday ve soya emtialarına ilişkin günlük getiri serileri kullanılmıştır. Örneklem dönemi ikiye ayrılarak örneklem içi dönem, emtia getiri serilerine ilişkin normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak oluşturulan ARCH(q), GARCH(p,q), GARCH-M(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) koşullu değişen varyans modelleri arasından uygun modellerin belirlenmesi ve model parametrelerinin tahmini için kullanılmıştır. Emtia getiri serilerine ilişkin volatiliteyi tahmin etmek için belirlenen bu modellerden hareketle örneklem dışı döneme ait son 250 gözleme ilişkin değişen varyans hesaplanmış ve Varyans-Kovaryans yöntemi ile %99 güven düzeyinde her emtia serisi için normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında bir günlük VaR öngörülerinde bulunulmuştur. Örneklem dışı dönemde yer alan her bir iş günü için öngörülen VaR değerleri aynı günde gerçekleşen kazanç ve kayıplarla karşılaştırılarak aşım sayısı ve oranı belirlenmiştir. Çalışmada farklı dağılımlar kullanılarak öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve modellerin performansını test etmek amacıyla koşulsuz kapsama testi olarak Kupiec (1995) ve koşullu kapsama testi olarak Christoffersen (1998) testleri uygulanmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, metal ürünleri içerisinde altın yatırımcısı yaklaşık %3 günlük ortalama VaR değeri ile en düşük piyasa riskine maruz kalırken; gümüş yatırımcısı yaklaşık %5 günlük ortalama VaR değeri ile en yüksek piyasa riskine maruz kalmaktadır. Bu durumda gümüş yatırımcısının maruz kaldığı piyasa riski nedeniyle elde tutması gerektiği minimum sermayenin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Model ve dağılım bazında değerlendirildiğinde, altın ve gümüş için student-t dağılımına dayalı modeller daha başarılı ve daha doğru VaR

öngörülerinde bulunurken; bakır serilerinde normal dağılıma, alüminyum serilerinde ise normal ve GED dağılımına dayalı modeller daha başarılıdır. Bu modeller arasında da asimetrik etkiyi dikkate alan modellerin performansı simetrik modellere göre daha iyidir. Bu durum olumlu ve olumsuz haberlerin metal ürünlerinin fiyatları üzerindeki etkisinin aynı olmadığını ve öngörüde bulunurken bu özelliğin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak bakır dışındaki metal ürünlerinde student-t ve GED dağılımları serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yakalamada normal dağılıma göre daha başarılı olmaktadır.

Enerji ürünlerinden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, doğal gaz yatırımcısı en yüksek piyasa riskine maruz kalırken, brent ve WTI petrol ürünleri içersinde WTI petrol yatırımcısının maruz kaldığı piyasa riski daha yüksektir. Bu ürünler içerisinde brent petrolün ortalama VaR değeri yaklaşık %3,5 düzeyinde iken WTI petrolün ortalama VaR değeri yaklaşık %3,9, doğal gazın ortalama VaR değeri ise yaklaşık %6 düzeyindedir. Enerji ürünlerinde normal dağılıma dayalı modeller daha iyi performans gösterirken; student- t ve GED dağılıma dayanan modeller piyasa riskini olduğundan daha yüksek tahmin etme eğilimindedirler. Bu modeller içerisinde de asimetrik etkiyi dikkate alan modeller daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Elde edilen bulgular student-t ve GED dağılımına dayanan modellerin enerji getiri serilerindeki kalın kuyruklu dağılımı yakalamada başarılı olamadığını göstermiştir.

Tarımsal ürünler içerisinde buğday için ortalama VaR değeri yaklaşık %1,6 düzeyinde iken soya için bu oran %3 düzeyine kadar çıkmaktadır. Bu bağlamda buğday yatırımcısı daha düşük piyasa riskine maruz kalırken; soya yatırımcısının maruz kaldığı piyasa riskinden dolayı sermaye gereksinimi daha yüksek olmaktadır. Model ve dağılım bazında değerlendirildiğinde, buğday ve soya için student-t ve GED dağılımına dayalı modeller daha doğru öngörülerde bulunurken, normal dağılıma dayalı modeller piyasa riskini olduğundan daha düşük tahmin etme eğilimi içerisindedir. Sonuç olarak metal ürünlerinde olduğu gibi tarımsal ürünlerde de student-t ve GED dağılımları serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yakalamada başarılı olmuştur.

Gerek Basel düzenlemeleri ve gerekse BDDK'nın getirdiği düzenlemeler bankaların VaR yöntemi ile piyasa risklerini hesaplamalarına ve piyasa riskine ilişkin sermaye yükümlülüklerini belirlemelerine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma başta bankalar olmak üzere bu düzenlemelere tabi finansal kurumların emtia yatırımları

nedeniyle maruz kaldıkları piyasa riskini hesaplarken göz önünde bulundurmaları gereken hususlara dikkat çekmekte ve elde edilen sonuçlar hem ilgili kurumlar hem de emtia yatırımcıları açısından riskin yönetimi ve ölçülmesine ilişkin önemli bilgiler içermektedir. Çalışma her emtia grubunda öne çıkan ürünleri dikkate alarak emtia piyasasında volatilitenin öngörülmesi için uygun dağılım ve uygun modelin belirlenmesine olanak sağlamaktadır. VaR hesaplamalarında emtia serilerine uygun modelin ve dağılımın kullanılmaması piyasa riskinin olduğundan daha yüksek ya da daha düşük hesaplanmasına neden olmakta ve sermaye gereksinimi doğru şekilde belirlenememektedir. Ayrıca çalışmada ürün bazında yatırımcının maruz kaldığı piyasa riski hesaplanarak, hangi emtiaların daha fazla risk içerdiği ortaya konulmaktadır. Böylece yatırımcıların portföy yönetimine ve varlık seçimlerine katkı sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra çalışmada asimetrik etkiyi dikkate alan modeller kullanılarak olumlu ve olumsuz haberlerin emtia fiyatları üzerindeki etkileri de belirlenmeye çalışılmıştır. Buradan hareketle yatırımcı piyasaya ulaşan haberlerin volatilite üzerinde yaratacağı etkinin gücünü tahmin ederek, piyasaya yatırım yapacağı uygun zamana karar verebilecektir. Ülkemizde emtiaların işlem gördüğü piyasaların yeterli derinliğe ulaşmamış olması ve işlem hacminin düşük kalması nedeniyle çalışmada BİST altın dışında ülkemizde işlem gören emtialara yer verilememiş ve bu durum analiz kapsamının daralmasına neden olmuştur. İlave olarak bu çalışmada seçilmiş bazı emtia türleri üzerinde uygulama yapılmıştır. Yeni çalışmalarda farklı emtia türlerinin araştırma konusu yapılması beklenmektedir. Böylece ilgili literatürün derinleşmesi ve daha nitelikli çalışmaların yapılması mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

Acar, Ç., Çiğdem, M., Gümrah, F. ve Parla, M. (2007). *Petrol ve doğal gaz.* Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.

Agricultural Outlook Forum (2013). *The world and USA cotton outlook.* http://www.usda.gov/oce/forum/past_speeches/2013_Speeches/CottonOutlook.pdf. Erişim tarihi: 12.06.2013.

Ağış, Ö. (2012). Doğal gazda arz güvenliği var mı. 18. Uluslararası Enerji ve Çevre Konferansı. İstanbul: Türkiye Kojenerasyon ve Temiz Enerji Teknolojileri Derneği.

Ahmed Elsheikh M. , A., & Suliman, S. (2011). Modeling stock market volatility using garch models evidence from Sudan. *International Journal of Business and Social Science,* 2 (23), 114-128.

Akan, B., Oktay, A. ve Tüzün, Y. (2003). Parametrik riske maruz değer yöntemi ve Türkiye uygulaması. *Bankacılar Dergisi*, *14 (45),* 29-40.

Akgüç, Ö. (1998). *Finansal yönetim* (7. bs.). İstanbul: Avcıol Basım Yayın.

Akram, Q. F. (2009). Commodity prices, interest rates and the dollar. *Energy Economics*, 31, 838-851.

Aksoy, G. ve Olgun, O. (2009). Optimal hedge oranı tahminlemesi üzerine amprik bir çalışma: VOB örmeği. *İkitsat, işletme ve Finans Dergisi, 24(274),* 33-53.

Alan, S. (2008). *Alüminyum raporu*. Ankara: Demir ve Demir Dışı Metaller İhracatçıları Birliği

Alexander, C. (2008). *Market risk analysis volume II: Practical financial econometrics*. England: John Wiley & Sons.

Altay, E. (2009). Petrol fiyatlarindan kaynaklanan riskin tahmin edilmesi: Monte Carlo Simulasyonu Yöntemiyle RmD Yaklaşımı. *İktisat Fakültesi Mecmuası, 59(2),* 61-84.

Arslan, O. (2006). *Bakır sektör profili*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.

Asteriou, D., & Hall, S. (2007). Applied econometrics. New York: Palgrave Macnillan.

Aydın, A. (2000). *Bankacılıkta sermaye yeterliliği ve VaR.* Türkiye Bankalar Birliği Bankacılık Araştırma Grubu.

Babaoğlu, M. (2005). *Mısır ve tarımı.* Edirne: Trakya Tarimsal Araştirma Enstitüsü Müdürlüğü .

Bacon, C. R. (2012). *Practical risk-adjusted performance measurement*. United Kingdom: John Wiley & Sons.

Bank for International Settlements (1996). *Supervisory framework for the use of backtesting ın conjunction with the ınternal models approach to market risk capital requirements*. http://www.bis.org/publ/bcbsc223.pdf. Erişim tarihi: 23.05.2013.

Başcı, E. (2003). Vadeli işlem piyasası aracı olarak swap'ın işleyişi ve finansal piyasalardaki kullanımları. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi,* 11(12), 18-33.

Bayrac, H. N., & Yenilmez, F. (2005). *Türkiye'de petrol sektörü.* www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/Naci1.doc. Erişim tarihi: 12.05.2013

Beder, T., & Marshall, C. M. (2011). *Financial engineering: The evolution of a profession*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Best, P. (1999). *Implementing value at risk*. London: John Wiley & Sons, Inc.

Bilgiç, Ş., Sade, B., & Soylu, S. (2012). *Mısır raporu*. Ulusal Hububat Konseyi.

Bohdalová, M. (2007). A comparison of value–at–risk methods for measurementof the financial risk. *E-Leader*, 1-6.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics, 31*, 307–327.

Bollerslev, T. (1987). A conditional heteroskedastic time series model for security prices and rates of return data. *Review of Economics and Statistics, 69(3),* 542–547.

Bolgün, K. E., & Akçay, M. B. (2009). *Risk yönetimi*. İstanbul: Scala Yayıncılık.

Borsa İstanbul (2013). *Kıymetli madenler ve taşlar piyasası kılavuzu*. http://borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/Kiymetli_Madenler_ve_Taslar_Piyasasi.pdf. Erişim tarihi: 10.04.2013

Borsa İstanbul. http://www.iab.gov.tr/veriler.asp. Erişim tarihi: 16.07.2013.

Bouchentouf, A. (2007). *Commodities for dummies*. Canada: Wiley Publishing.

BP Group (2013). *BP Statistical Review of World Energy.* www.bp.com/statisticalreview. Erişim tarihi: 01.06.2013.

Bradford, A. (2008). *The investment industry for it practitioners: An introductory guide.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Brooks , C. (2008). *Introductory econometrics for finance.* Cambridge: Cambridge University Press.

Burger, M., Graeber, B., & Schindlmayr, G. (2010). *Managing energy risk: An integrated view on power and other energy markets.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Cabedo, J.D., & Moya, I. (2003). Estimating oil price Value at Risk using the historical simulation approach. Energy Economics, 25, 527-539.

Canbaş, S. ve Doğukanlı, H. (2007). *Finansal pazarlar, finansal kurumlar ve sermaye pazarı analizleri* (4. bs.). Adana: Karahan.

Candan, H. ve Özün, A. (2009). *Bankalarda risk yönetimi ve Basel II*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Ceylan, A. ve Korkmaz, T. (2008). *İşletmelerde finansal yönetim* (4. bs.). Bursa: Ekin.

Cheng, W. H., & Hung, J. C. (2011). Skewness and leptokurtosis in GARCH-typed VaR estimation of petroleum and metal asset returns. *Journal of Empirical Finance, 18*, 160–173.

Cheng, W. H., Su, J. B., & Tzou, Y. P. (2009). Value-at-Risk forecasts in gold market under oil shocks. *Middle Eastern Finance and Economics, 4*, 48-64

Choudhry, M. (2006). *An introduction to value-at-risk* (4th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Christian, J. M. (2006). *Commodities rising: The reality behind the hype and how to really profit in the commodities market*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Commonwealth Bank (2012). *Global market research commodities: Agri updates.* https://www.commbank.com.au/. Erişim tarihi: 10.0.2013.

Cont, R. (2010). Encyclopedia of quantitative finance. England: John Wiley & Sons .

Cotton Outlook. http://www.cotlook.com/index.php?action=more_indices. Erişim tarihi: 03.02.2013.

Cotton Research and Development Corporation (2002). *Cotton price distortions*. https://www.icac.org/govt_measures/documents/injury/australia.pdf. Erişim tarihi: 25.05.2013

Culp, C. L., Mensink, R., & Neves, A. M. (1998). Value at risk for asset. *Derivatives Quarterly*, 5 (2), 21-33.

Çabuk, H., Özmen, M. ve Kökcen, A. (2011). Koşullu varyans modelleri: İMKB serileri üzerine bir uygulama. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15(2), 1-18.

Çalışkan, K. (2007). Pamuk, iktidar ve fiyat. *Toplum ve Bilim*, 108, 77-87.

Christoffersen, P.F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International Economic Review, 39*, 841–862.

Çikot, Ö. (2010). Emtia borsaları. *Sermaye Piyasasında Gündem*, 90, 7-32.

Çonkar, K. ve Ata, H. (2002). Riskten korunma aracı olarak türev ürünlerin gelişmiş ülkeler ve Türkiye'de kullanımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F.Dergisi*, 4(2), 1-17.

Damodaran, A. (2007). *Strategic risk taking: A framework for risk management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Danielsson, J. (2011). *Financial risk forecasting: the theory and practice of forecasting market risk with implementation in R and Matlab.* West Sussex: John Wiley & Sons.

Demireli, E. (2007). Finansal yatırım kararlarında risk unsurları ve riske maruz değer. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 122-134.

Doğukanlı, H. (2008). *Uluslararası Finans*. Adana: Karahan Kitapevi.

Dowd, K. (1998). *Beyond value at risk: The new science of risk management*. Chichester: John Wiley & Sons.

Dowd, K. (2002). *Measuring market risk.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Dunsby, A., Eckstein, J., Gaspar, J., & Mulholland, S. (2008). *Commodity investing: Maximizing returns through fundamental analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Dureu, B. (2011). *Raw and finished materials*. New York: Momentum Press.

Durmuşkaya, S. (2011). Türev piyasaların etkinliği testi: İMKB 30-100 ve döviz piyasası. Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Dünya ve Türkiye pamuk fiyatları (t.y). http://www.mkatextile.com/dunya-ve-turkiye-pamuk-fiyatlari.php. Erişim tarihi: 04.03.2013.

Enders, W. (2009). *Applied econometric times series*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Energy Information Administration Office of Oil and Gas (2007). *An analysis of price volatility in natural gas markets.* http://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/feature_articles/2007/ngprivolatility/ngprivolatility.pdf. Erişim tarihi: 12.05.2013.

Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of variance of United Kingdom inflation. *Econometrics 50 (4),* 987–1007.

Engle, R., Lilien, D. M. ve Robins R. P. (1987). Estimating time varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model. *Econometrica*, *55,* 391–407.

European Aluminium Association (t.y). *Primary aluminium consumption.* http://www.alueurope.eu/consumption-primary-aluminium-consumption-in-world-regions/. Erişim tarihi: 28.05.2013.

Fabozzi, F. (2008). The *handbook of finance*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Fabozzi, F., Fuss, R., & Kaiser, D. (2008). *The Handbook of commodity investing*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Fan, Y., Zhang, Y. J., Tsai, H. T., & Wei, Y. M. (2008). Estimating Value at Risk of crude oil price and its spillover effect using the GED-GARCH approach. *Energy Economics*, *30*, 3156–3171.

Fieldhouse, S. (2011). *The FT guide to financial spread betting*. Pearson.

Food and Agriculture Organization (2012, November). *Food outlook: Global market* analysis. http://www.fao.org/docrep/016/al993e/al993e00.pdf. Erişim tarihi: 12.06.2013.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/giews/pricetool/. Erişim tarihi: 12.04.2013.

Francis, J. C., & Kim, D. (2013). *Modern portfolio theory: Foundations, analysis, and new developments*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Frush, S. (2008). *Commodities demystified*. McGraww Hill.

Füss, R., Adams Z., & Kaiser, D. G. (2008). The predictive power of value-at-risk models in commodity futures markets. *Journal of Asset Management*,t, *11*, 261–285 .

Galitz, L. (2013). *The financial times handbook of financial engineering.* FT Publishing International.

Geman, H. (2005). *Commodities and commodity derivatives: Modelling and pricing for agriculturals, metals and energy*. West Sussex: John Wiley & Sons.

Giot, P. (2000). Intraday Value-at-Risk. CORE DP 2045, Maastricht University METEOR RM/00/030.

Giot, P., & Laurent, S. (2003). Market risk in commodity markets: A VaR approach. *Energy Economics, 25*, 435-457.

Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, *48(5),* 1779-1801.

Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü (2013). *2012 yılı pamuk raporu*.http://koop.gtb.gov.tr/data/53319a8c487c8eb1e43d728b/2012%20Y%C4%B1l% C4%B1%20Pamuk%20Raporu.pdf. Erişim tarihi: 16.04.2013.

Güner, B., Mitov, I., & Racheva-Yotova, B. (2013). Fat-tailed models for risk estimation. *In Fabozzi,* Frank J.(Eds), *Encyclopedia of financial models II (pp*. 731-755). New Jersey: John Wiley & Sons.

Gürbüz, A. ve Ergincan, Y. (2004). *Şirket değerlemesi: Klasik ve modern yaklaşımlar.* İstanbul: Literatür.

Gürsakal, S. (2007). Hisse senedi ve döviz piyasası risklerinin riske maruz değer yöntemi ile karşılaştırılması, *Uludağ Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 26(2), 61-76.

Hammoudeha, S., Malikb, F., & McAleerc, M. (2011). Risk management of precious metals. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, *51(4),* 435–441.

Hendricks, D., & Hirtle, B. (1997, December). *Bank capital requirements for market risk: The internal models approach*. FRBNY Economıc Policy Review , 1-12.

Horcher, K. A. (2004). *Essentials of financial risk management*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Hung, J. C., Lee, M. C., & Liu, H. C. (2008). Estimation of Value-at-risk for energy commodities via fat-tailed GARCH Model. *Energy Economics*, (30), 1173-1191.

International Aluminium Institute (2013). *The global aluminium industry 40 years from* 1972. http://www.world-

aluminium.org/media/filer_public/2013/02/25/an_outlook_of_the_global_aluminium_industry_1972_-_present_day.pdf. Erişim tarihi: 16.05.2013.

International Aluminium Institute (t.y). *Primary Aluminium Production.* http://www.world-aluminium.org/statistics/. Erişim tarihi: 26.05.2013.

International Copper Study Group (2012). The world copper factbook. http://www.icsg.org/. Erişim tarihi: 16.06.2013

International Copper Study Group. http://www.icsg.org/index.php/statistics/selected-data. Erişim tarihi: 01.06.2013.

International Energy Agency (2012). *Key world energy statistics 2012.* http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/kwes.pdf. Erişim tarihi: 15.04.2013.

International Monetary Fund. http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx. Erişim tarihi: 01.05.2013.

İstanbul Demir ve Demir Dışı Metaller İhracatçılar Birliği (2012). *2012 Çalışma raporu*. http://www.immib.org.tr/files/iddmibcalismaraporu/iddmibcalismaraporu2012.pdf. Erişim tarihi: 20.03.2013.

İstanbul Maden ve Metaller İhracatçıları Birlikleri. http://www.immib.org.tr/tr/. Erişim tarihi: 25.05.2013.

İşleyen, İ. Ş. (2012, Mayıs-Haziran). Gelir vergisi kanunu kapsamında vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinden elde edilen gelirlerin vergilendirilmesi. *İSMMMO Mali Çözüm Dergisi, 135*-142.

Janabi, M. A. (2009). Commodity price risk management valuation of large trading portfolios under adverse and illiquid market settings. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, 15, 15-50.

Janakiramanan, S. J. (2012). *Derivatives and risk management*. India: Pearson Education.

Jorion, P. (2000). Value at risk: A new benchmark for controlling risk. New York: Mc Graw Hill Inc.

Jorion, P. (2007). Financial *risk manager handbook* (4th. ed). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Jorion, P. (2010). *Financial risk manager handbook + test bank*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Karadağ, İ. (2008). Vadeli işlem piyasalarında, türev ürünlerinden biri: Forward işlemlerinin hukuki yapısı, vergisel boyutu ve muhasebe işleyişi. *Yaklaşım Dergisi,* 60, 1-6.

Karan, M. B. (2001). *Yatırım analizi ve portföy yönetimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Kaygusuzoğlu, M. (2011). Finansal türev ürünlerinden forward sözleşmeleri ve muhasebe işlemleri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(2), 137-149.

Khindanova, I., & Atakhanova, Z. (2002). Stable modeling in energy risk management. *Mathematical Methods of Operations Research*, *55,* 225-245.

Korkmaz, T. ve Bostancı, A. (2011). RMD hesaplamalarında volatilite tahminleme modellerinin karşılaştırılması ve Basel II yaklaşımına göre geriye dönük test edilmesi: İMKB 100 Endeksi uygulaması. *Business and Economics Research Journal*, 2 (3), 1-17.

Koutsoyiannis, A. (1983). A short-run pricing model for a speculative asset, tested with data from the gold bullion market. *Applied Economics*, 15(5), 563-581.

Kupiec, P. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk management models. *Journal of Derivatives, 3*, 73–84.

Laubsch, A. J. (1999). *Risk management: A practical guide.* New York: Riskmetrics Group.

Laurent, G. P. (2003). Market risk in commodity markets: A VaR approach. Energy Economics, 25 (5), 435–457.

Levin, E., & Wright, R. (2006). *Short run and long run determinants of the price of gold (*Research Study No.32). World Gold Council Resarch Study.

Linsmeier, T. J., & Pearson, N. D. (1996). *Risk measurement: An introductin to value at risk.* University of Urbana-Champaign.

London Metal Exchange (t.y). *Production and consumption.* http://www.lme.com/metals/non-ferrous/aluminium/production-and-consumption/. Erişim tarihi: 27.05.2013.

Lowenstein, F. (1952). Factors affecting the domestic mill consumption of cotton. *Journal Agricultural Economics Research*, 4(2), 44-51.

Mabrouk, S., & Saadi, S. (2012). Parametric value-at-risk analysis: Evidence from stock indices. *journal The Quarterly Review of Economics and Finance*. , 52 (3), 305-321.

Maitre d'Hôtel, E., Cotty, T. L., & Jayne, T. (2012). Is a public regulation of food price volatility feasible in Africa? An ARCH approach in Kenya. *Price Volatility and Farm Income Stabilisation Modelling Outcomes and Assessing Market and Policy Based Responses* (pp. 1-16). Dublin: European Association of Agricultural Economists.

Mandacı, P. (2003). Türk bankacılık sektörünün taşıdığı riskler ve finansal krizi aşmada kullanılan risk ölçüm teknikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 67-84.

Manfredo, M. R., & Leuthold, R. M. (1999). Value-at-risk analysis: A review and the potential for agricultural applications. *Review of Agricultural Economics*, 21(1), 99-111.

Manfredo, M., & Leuthold, R. (2001). Market risk and the cattle feeding margin: An application of value-at-risk. *Agribusiness: An International Journal, 17(3),* 333–353.

Mazıbaş, M. (2005). İMKB piyasalarındaki volatilitenin modellenmesi ve öngörülmesi: Asimetrik GARCH modelleri ile bir uygulama. *VII. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü.

Menkul kıymetler ve diğer sermaye piyasası araçları: Sermaye piyasası faaliyetleri ileri düzey lisansı eğitim kitapçığı. (2011). İstanbul: Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği.

Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası (2003). *Bakır raporu.* http://www.metalurji.org.tr/index. Erişim tarihi: 01.06.2013.

Müjdeci, M., Sarıyev, A. ve Polat, V. (2005). Buğdayın gelişme dönemleri ve yaprak alan indeksinin matematiksel modellenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(11), 278-282.

Nargeleçekenler, M. (2004). Euro kuru satış değerindeki volatilitenin ARCH ve GARCH modelleri ile tahmini. *İ.Ü İktisat Fakültesi Mecmuası*, 54(2), 153-179.

Neurberger, A. (2001). *Gold derivatives: The market impact*. London: World Gold Council.

Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica, 59,* 347-70.

O'Brien, D. (2011). *World corn supply-demand trends*. Kansas: Kansas State University.

Okka, O. (2009). *Analitik finansal yönetim: Teori ve problemler.* Ankara: Nobel yayıncılık.

Organ, İ. ve Bozdağan, D. (2012). Türkiye'de opsiyon sözleşmelerinin kullanım alanı ve vergilendirilmesi. *Yenifikir Dergisi* (9), 50-63.

Öktem, E. ve Demirkul, Z. (2009). Petrol fiyatlarının dinamiği ve geleceği. *Türkiye 11. Enerji Kongresi* (s. 1-12). İzmir: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.

Öner, T. (2006). *Soya Sektör Raporu*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.

Örten, R. ve Örten, İ. (2001). *Türev finansal araçlar ve muhasebe uygulamaları*. Ankara: Gazi Büro Kitabevi.

Özcan, S. (2009). Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: Genetiği değiştirilmiş mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2(2), 1-34.

Özden, Ü. (2008). İMKB bileşik 100 endeksi getiri volatilitesinin analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 13, 339-350.

Özhan, T. (2005). *Petrol fiyatları.* Ankara: Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı.

PİGM (2000), 2000 Yılı Petrol Faaliyetleri, *T.C. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, 45. 53-54

R. Carter , H., William E. , G., & Guay C. , L. (2010). *Principles of econometrics*. Danvers: John Wiley & Sons.

Roberts, M. C. (2008). Synchronization and co-movement of metal prices, *Minerals & Energy*, 23, 105-118.

Sadeghi, M., & Shavvalpour, S. (2006). Energy risk management and Value At Risk modeling. *Energy Policy*, *34,* 3367–3373.

Sadorsky, P. (2006). Modeling and forecasting petroleum futures volatility. *Energy Economics*, *28,* 467–488.

Saunders, A., & Cornett, M. (2007). *Financial institutions management: A risk management approach.* McGraw-Hill.

Schofield, N. C. (2007). *Commodity derivatives: Markets and applications*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Schroeder, T. C., Marsh, T. L., & Mintert, J. (2000). *Beef demand determinants*. Joint Evaluation Advisory Committee.

Schwerdt, W., & Wendland, M. V. (2009). *Pricing, risk, and performance measurement in practice*. London: Elsevier.

Sekhar, C. (2003). Price formation in world wheat markets —implications for policy. *Journal of Policy Modeling*, 25(1), 85-106.

Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2006). İstanbul menkul kıymetler borsasında getiri volatilitesinin modellenmesi ve önraporlanması. *Ankara Üniversitesi SVF Dergisi*, 61(4), 243-265.

Simons, K. (1996). Value-at-risk new approaches to risk management. *New England Economic Review*, 1-13.

Spurga, R. C. (2006). *Commodity fundamentals: How to trade the precious metals, energy, grain, and tropical commodity markets.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Starr, M., & Tran, K. (2008). Determinants of the physical demand for gold: Evidence from panel data. *The World Economy*, 31(3), 416-436.

Şahin, S. (2001). Türkiye'de Mısır Ekim Alanlarının Dağılışı ve Mısır Üretimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 73-90.

Taş, O. ve İltüzer, Z. (2008). Monte Carlo simulasyon yöntemi ile riske maruz değerin İMKB30 endeksi ve DİBS portföyü üzerinde bir uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve idari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 67-87.

Taştan, K., Çetin, F. ve Gürer, B. (2012). *Mısır durum ve tahmini 2011/12*. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.

Taylor, F. (2013). *Mastering the commodities markets*. FT Publishing International.

The Silver Institute (2013). *World silver survey 2013: A summary*. http://www.silverinstitute.org/site/publications/. Erişim tarihi: 25.05.2013.

The Silver Institute (2013). World silver survey 2013. https://www.silverinstitute.org/site/wpcontent/uploads/2013/06/WSS2013Summary.pdf. Erişim tarihi: 15.06.2013.

Thomsett, M. C. (2010). *Precious metals: Heavy demand beyond the obvious.* FT Press.

Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü (2013). *2012 yılı hububat sektör raporu*. http://www.tmo.gov.tr/upload/document/raporlar/hububatsektorraporu.pdf. Erişim tarihi. 15.04.2013.

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. http://tobb.org.tr/Oda-BorsaSektorGirisimcilikDairesi/Sayfalar/AnaSayfa.asp. Erişim tarihi: 20.10.2012.

Türkiye Petrolleri (2013). *Petrole dair merak edilenler.* http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/petrolmerak.pdf. Erişim tarihi: 10.05.2013.

Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü (2011). *2010 yılı ham petrol ve doğal gaz sektör raporu*. http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/sektorraporu_2010.pdf. Erişim tarihi: 12.03.2013.

U.S.Department of Agriculture World Cotton Supply And Use. http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1282. Erişim tarihi: 12.06.2013.

Uçkun, N. ve Kandemir, S. (2008). Risk ölçümünde riske maruz değer metodolojisi ve İMKB'de bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 38, 123-131.

United Nations Conference on Trade and Development (1998). *A Survey Of Commodity Risk Management Instruments*. http://unctad.org/en/docs/pocomd15r2.en.pdf. Erişim tarihi: 24.03.2013.

United Statates Department of Agriculture (2007). *GIPSA livestock and meat marketing study hog and pork ındustries final report*. http://www.gipsa.usda.gov/Publications/psp/livemarketstudy/LMMS_Vol_1.pdf. Erişim tarihi: 15.03.2013.

United States Department of Agriculture (2012, December). *Cotton: World markets and trade.* http://www.thefarmsite.com/reports/contents/cwmdec12.pdf. Erişim tarihi: 01.06.2013

United States Department of Agriculture (2013). *Grain: World markets and trade.* http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade. Erişim tarihi: 10.04.2013.

United States Department of Agriculture (t.y). *Production, Supply and Distribution Online.* http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx. Erişim tarihi: 21.04.2013.

United States Geological Survey (2013). *Aluminium* http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminium. Erişim tarihi: 25.05.2013.

United States Geological Survey (2013). *Copper* http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/copper/. Erişim tarihi: 01.06.2013.

United States Geological Survey (2013). *Gold.* http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/. Erişim tarihi: 13.05.2013.

United States Geological Survey (2013). *Silver* http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/silver/. Erişim tarihi: 23.05.2013.

Ünal, Ö. S. (2009). Döviz kuru oynaklığının öngörülmesi ve risk yönetimi: Türkiye örneği. Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, Ankara.

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (2005). VOB *teminatlandırma ve diğer risk yönetimi esasları*. http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/ProcedureTree/2005-6.pdf. Erişim tarihi: 16.06.2013.

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (2006). VOB türev araçlar lisanslama rehberi. http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/EduDocs/Turev%20Araclar%20Lisanslama%20K%C4%B1lavuzu-Mart_2006.pdf. Erişim tarihi: 11.06.2013.

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (2011). VOB Yatırımcı Rehberi. http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/InvestorGuide.aspx. Erişim tarihi: 12.06.2013.

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası (2012). *Yıllık bülten 2012*. http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=614. Erişim tarihi: 17.07.2013.

Van den Goorbergh, R.W.J., Vlaar, P.J.G.(1999). Value-at-Risk analysis of stock returns: Historical simulation, variance techniques or tail index estimation? De Nederlandsche Bank, DNB Staff Reports 40.

Wang, Y., & Wu, C. (2012). Forecasting energy market volatility using GARCH models: Can multivariate models beat univariate models? *Energy Economics*, 34(6), 2167–2181.

Westcott, P. C., & Hoffman, L. A. (1999). Price determination for corn and wheat: The role of market factors and government programs. Washington: U.S.Department of Agriculture Economic Research Service.

White, B., & Dawson, P. J. (2005). Measuring price risk on UK arable farms. J*ournal of Agricultural Economics, 56(2),* 239–252.

World DataBank. http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data. Erişim tarihi: 20.04.2013.

World Gold Council (2007). *Gold Market Knowledge,* http://www.gold.org/research/gold-market-knowledge-supply-and-demand. Erişim *tarihi: 12.06.2013*

World Gold Council (2012). *Gold Demand Trends.* http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trends/. Erişim tarihi: 02.05.2013.

World Gold Council (2012). *Gold Demand Trends.* http://www.gold.org/investment/research/regular_reports/gold_demand_trends/. Erişim tarihi: 15.04.2013.

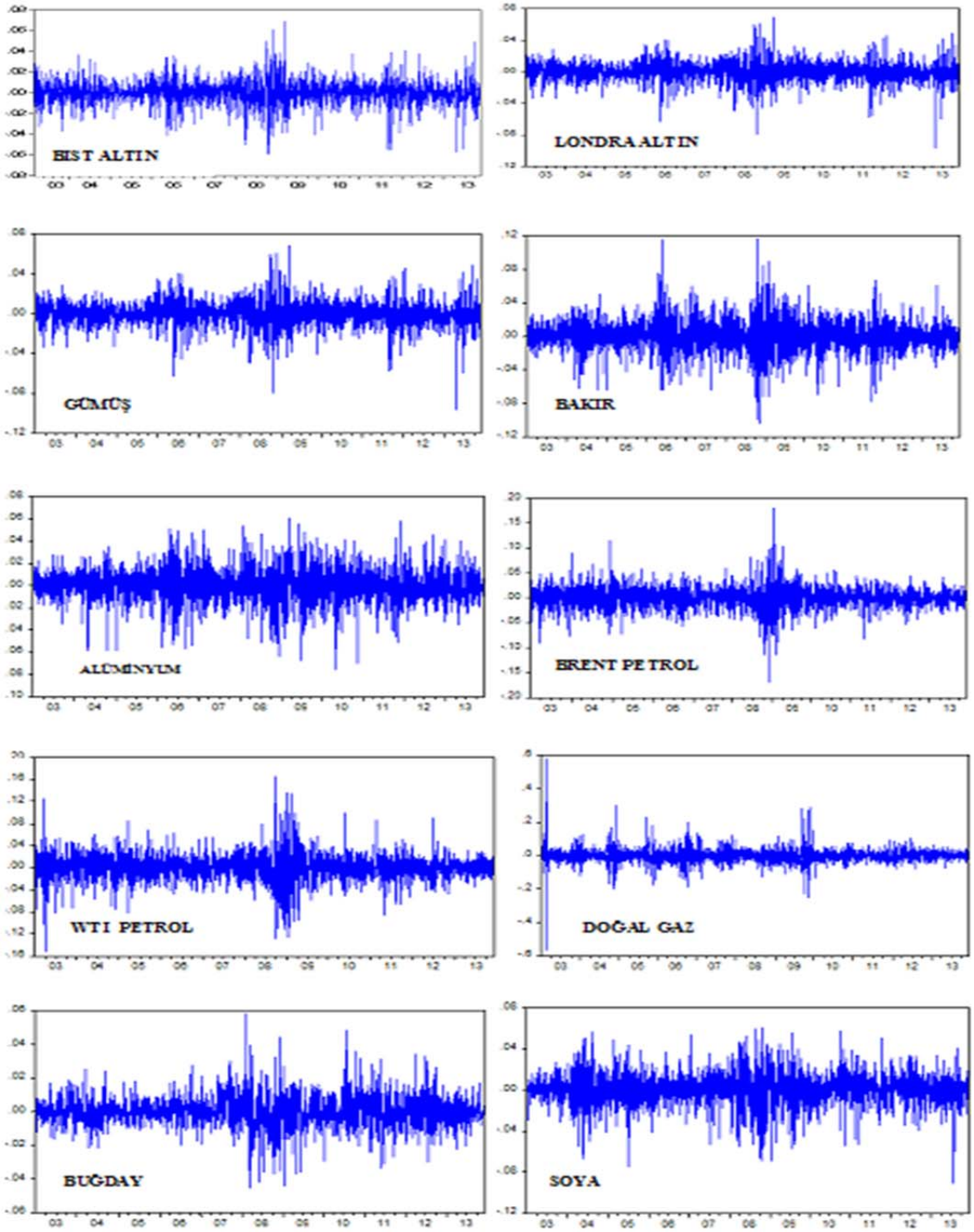
Yılmaz, E. (1997). Çağların Işıltısı. *Bilim ve Teknik*, 5, 32-39.

Yüksel, V. (2010). Döviz kuru riskini azaltmanın yolu forward işlemlerinden geçiyor. *Yaklaşım Dergisi*, 209, 1-4.

Zakoian, J.-M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control, 18*, 931-55.

EKLER

Ek A. Emtia Serilerine İlişkin Zaman Yolu Grafiği



Ek B. BİST Altın Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(1,1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)	t-EGARCH(1,1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,224	1,979	0,718	0,236	0,462	2,142
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	2,112	3,351	3,000	2,128	1,768	3,325
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,740	4,780	3,711	3,695	3,997	4,973
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	9,153	11,733	8,978	9,142	10,239	12,421
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	24,561	26,994	24,605	24,217	26,336	28,251
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

ARCH-LM		t-GJR-GARCH(1,1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(1,1)	GED-EGARCH(1,1,1)	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	GED-GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,854	0,491	0,352	2,002	0,770	0,378
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	2,690	1,799	1,926	3,308	2,860	1,927
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,701	4,008	3,838	4,828	3,701	3,843
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	9,493	10,303	9,681	12,012	9,214	9,754
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	25,667	26,168	25,441	27,542	25,082	25,354
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek C. BİST Altın Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	γ1	β1	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000596***	1,21E-06***	0,050311***		0,941030***	-6,17977	-6,170061
	EGARCH(1,1,1)		0,000768***	-0,130745***	0,100357***	0,026027***	0,993945***	-6,18041	-6,168273
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000701***	8,55E-078***	0,062518***	-0,029950***	0,947537***	-6,18204	-6,16991
	GARCH-M(1,1)	-4,732838	0,001096***	1,21E-06***	0,050037***		0,941293***	-6,17979	-6,167657
STUDENT-T	t-GARCH(1,1)		0,000801***	1,24E-06**	0,047317***		0,944237***	-6,20972	-6,19759
	t-EGARCH(1,1,1)		0,000871***	-0,132011***	0,098058***	0,025674***	0,993517***	-6,2095	-6,194938
	t-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000843***	9,39E-07**	0,059093***	-0,025784***	0,948730***	-6,21036	-6,1958
	t-GARCH-M(1,1)	-4,732838	0,001172***	1,22E-06***	0,046882***		0,944752***	-6,20936	-6,194802
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000766***	1,22E-06**	0,048490***		0,942523***	-6,21392	-6,201787
	GED-EGARCH(1,1,1)		0,000849***	-0,133885***	0,099613***	0,025429***	0,993516***	-6,21381	-6,199246
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000813***	9,08E-07**	0,060370***	-0,027112**	0,947780***	-6,2148	-6,200245
	GED-GARCH-M(1,1)	-2,763587	0,001059***	1,21E-06**	0,048014***		0,943095***	-6,21342	-6,198859

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek Ç. Londra Altın Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(1,3,3)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)	t-EGARCH(1,2,2)
LM(1)	$T*R^2$	3,709	0,448	3,717	3,751	2,582	1,493
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	6,623	1,360	5,833	6,613	5,720	4,698
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	11,758	8,132	11,439	11,556	11,031	10,572
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	16,168	10,138	14,054	15,961	16,134	13,653
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	18,174	16,748	17,119	18,109	18,288	24,491
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

ARCH-LM		t-GJR-GARCH(1,1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(1,1)	GED-EGARCH(2,2,2)	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	GED-GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	2,917	2,950	3,263	2,272	3,571	3,283
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	5,205	5,210	6,262	4,315	5,773	6,245
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	10,729	10,595	11,401	11,388	11,159	11,230
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	14,307	14,164	16,400	12,714	14,542	16,242
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	17,337	17,331	18,521	20,129	17,595	18,472
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek D. LondraAltın Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	α2	α3	γ1	γ2	γ3	β1	β2	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000576***	8,69E-07***	0,043148***						0,951067***		-6,1669	-6,1579
	EGARCH(1,3,3)		0,000792***	-0,121684***	-0,098833***	-0,09377**	0,085255***	-0,123155***	0,113146***	0,048864**	0,994825***		-6,1891	-6,1688
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000701***	5,71E-07**	0,049361***			-0,034391***			0,955534***		-6,1716	-6,1604
	GARCH-M(1,1)	-2,342042	0,000823**	8,77E-07***	0,043223***						0,950919***		-6,1664	-6,1551
STUDENT-T	t-GARCH(1,1)		0,000900***	1,16E-06***	0,041275***						0,951610***		-6,2077	-6,1964
	t-EGARCH(1,2,2)		0,000921***	-0,133471***	-0,148583***	0,244065***		-0,161427***	0,195470***		0,992920***		-6,2228	-6,2048
	t-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000932***	9,69E-07**	0,054752***			-0,026008**			0,953742***		-6,2086	-6,1951
	t-GARCH-M(1,1)	-2,273278	0,001151***	1,22E-06***	0,046882***						0,951502***		-6,2072	-6,1936
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000624***	1,02E-06**	0,041582***						0,951691***		-6,2269	-6,2156
	GED-EGARCH(2,2,2)		0,000677***	-0,075480***	-0,103709**	-0,159847***		-0,128461***	0,150240***		1,466400***	-0,470144***	-6,2425	-6,2222
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000663***	7,93E-07*	0,055126***			-0,027501**			0,954500***		-6,2281	-6,2145
	GED-GARCH-M(1,1)	-1,612091	0,000799**	1,03E-06**	0,041610***						0,951593***		-6,2264	-6,2128

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek E. Gümüş Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(2,1)	EGARCH(3,2,2)	GJR-GARCH(1,2,2)	GARCH-M(2,1)	t-GARCH(1,1)	t-EGARCH(1,2,2)
LM(1)	$T*R^2$	0,941	1,556	0,055	0,920	14,884	1,876
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	3,235	3,560	5,638	3,205	24,139	7,467
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	10,605	10,581	11,459	10,440	28,684	17,911
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	15,258	15,622	14,884	14,973	32,916	22,877
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	21,263	28,545	25,212	20,977	37,481	45,051
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

ARCH-LM		t-GJR-GARCH(1,1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(2,1)	GED-EGARCH(1,2,2)	GED-GJR-GARCH(2,1,1)	GED-GARCH-M(2,1)
LM(1)	$T*R^2$	23,807	14,842	2,926	1,978	4,592	2,951
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	33,115	24,126	7,613	6,991	9,337	7,648
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	38,205	28,586	14,491	14,665	16,134	14,575
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	42,532	32,775	19,079	19,116	20,687	19,208
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	48,887	37,343	24,725	35,988	26,762	24,849
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek F. Gümüş Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	α2	γ1	γ2	β1	β2	β3	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(2,1)		0,001050***	1,18E-05***	0,124035***				0,248511***	0,611041***		-4,8318	-4,8202
	EGARCH(3,2,2)		0,000884**	-0,075526***	0,226610***	-0,165116***	-0,109697***	0,126287***	1,132955***	0,328472***	-0.465259*	-4,8421	-4,8212
	GJR-GARCH(1,2,2)		0,000979**	4,38E-06***	0,040145**	0,035690****	0,167682***	-0,195106***	0,933287***			-4,8452	-4,8290
	GARCH-M(2,1)	-0,645037	0,001304**	1,18E-05***	0,123898***				0,248707***	0,610864***		-4,8311	-4,8172
STUDENT-T	t-EGARCH(1,2,2)		0,001265***	-0,126350***	0,216788***	-0,117998***	-0,124786***	0,170913***	0,993082***			-4,9182	-4,8996
GED	GED-GARCH(2,1)		0,001240***	1,01E-05***	0,101035***				0,260848**	0,620546***		-4,8876	-4,8737
	GED-EGARCH(1,2,2)		0,001129***	-0,153195***	0,208473***	-0,085817***	-0,126813***	0,163311***	0,992049***			-4,9001	-4,8818
	GED-GJR-GARCH(2,1,1)		0,001347***	8,11E-06***	0,116109***		-0,037172**		0,286329***	0,604043***		-4,8879	-4,8716
	GED-GARCH-M(2,1)	0,077110	0,001210**	1,00E-05***	0,101013***				0,260620**	0,620798***		-4,8868	-4,8705

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek G. Bakır Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(1,1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	1,390	0,424	1,960	1,387	1,071
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	4,805	6,518	5,864	4,795	4,938
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	7,940	10,549	8,948	7,926	8,199
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	11,508	16,467	13,057	11,487	11,719
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	14,574	20,131	16,248	14,556	15,035
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566
ARCH-LM		**t-GARCH-M(1,1)**	**t-EGARCH(1,1,1)**	**GED-GARCH(1,1)**	**GED-EGARCH(1,1,1)**	**GED-GARCH-M(1,1)**
LM(1)	$T*R^2$	1,067	0,597	1,219	0,547	1,206
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	4,943	6,957	4,962	6,827	4,973
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	8,230	11,024	8,194	10,909	8,243
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	11,755	16,998	11,785	16,885	11,842
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	15,046	20,978	14,994	20,720	15,020
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek Ğ. Bakır Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	γ1	β1	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000869***	4,22E-06***	0,059538***		0,929691***	-5,2193	-5,2103
	EGARCH(1,1,1)		0,000848***	-0,200827***	0,122643***	-0,018642***	0,986610***	-5,2118	-5,2005
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000795***	4,45E-06***	0,051895***	0,015743***	0,928521***	-5,2194	-5,2081
	GARCH-M(1,1)	0,046516	0,000869*	4,22E-06***	0,059559***		0,929668***	-5,2186	-5,2073
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)		0,001060***	3,21E-06***	0,055812***		0,936224***	-5,2539	-5,2426
	t-EGARCH(1,1,1)		0,000991***	-0,175767***	0,123789***	-0,024590***	0,989911***	-5,2507	-5,2371
	t-GARCH-M(1,1)	-0,488763	0,001188**	3,22E-06***	0,055826***		0,936202***	-5,2531	-5,2396
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000859***	3,56E-06***	0,056915***		0,934018***	-5,2512	-5,2400
	GED-EGARCH(1,1,1)		0,000804***	-0,185315***	0,123052***	-0,021725**	0,988610***	-5,2470	-5,2334
	GED-GARCH-M(1,1)	-0,67429	0,001044**	3,57E-06***	0,056870***		0,934063***	-5,2505	-5,2370

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek H. Alüminyum Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(1,1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,635	0,295	0,784	0,572
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	1,858	3,037	2,025	1,792
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,578	6,434	4,437	3,511
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	7,762	13,319	9,193	7,601
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	8,687	14,530	10,203	8,475
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566

ARCH-LM		t-GARCH(1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(1,1)	GED-GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,980	0,930	0,902	0,867
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	2,002	1,962	1,880	0,185
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,732	3,694	3,537	3,507
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	6,129	6,028	6,424	6,365
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	6,858	6,731	7,212	7,136
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek I. Alüminyum Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	γ1	β1	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000207	2,76E-06***	0,038844***		0,950046***	-5,6112	-5,6022
	EGARCH(1,1,1)		0,000492**	0,208191***	0,097822***	0,017025***	0,983999***	-5,6056	-5,5943
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000312	2,51E-06***	0,052625***	-0,022285***	0,949350***	-5,6127	-5,6014
	GARCH-M(1,1)	-2,6910	0,000719	2,74E-06***	0,038723***		0,950205***	-5,6108	-5,5995
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)		0,000430*	2,61E-06***	0,049220***		0,940799***	-5,6631	-5,6518
	t-GARCH-M(1,1)	-1,6982	0,000746	2,61E-06***	0,049197***		0,940785***	-5,6625	-5,6490
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000254	2,85E-06***	0,046460***		0,942254***	-5,6504	-5,6391
	GED-GARCH-M(1,1)	-1,0699	0,000460	2,84E-06***	0,046321***		0,942410***	-5,6497	-5,6362

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek İ. Brent Petrol Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(2,2,2)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)	
LM(1)	$T*R^2$	1,206	0,025	1,210	1,094	
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	
LM(5)	$T*R^2$	3,629	4,468	3,664	3,666	
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	
LM(10)	$T*R^2$	5,931	6,641	5,982	6,333	
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	
LM(15)	$T*R^2$	10,981	14,660	11,013	11,225	
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	
LM(20)	$T*R^2$	12,009	17,041	12,053	12,365	
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	
ARCH-LM		**t-EGARCH(1,1,1)**	**t-GARCH-M(1,1)**	**GED-GARCH(1,1)**	**GED-EGARCH(1,1,1)**	**GED-GARCH-M(1,1)**
LM(1)	$T*R^2$	0,329	1,134	1,118	0,341	1,174
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	5,142	3,296	3,645	5,071	3,255
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	7,546	5,677	6,133	7,435	5,416
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	14,882	10,777	11,137	14,798	10,666
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	16,257	11,878	12,234	16,198	11,683
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek J. Brent Petrol Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	α2	γ1	γ2	β1	β2	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000987*	4.61E-06*	0.039309*				0.950663*		-4,9108	-4,9015
	EGARCH(2,2,2)		0,000649***	_0.270622*	0.048819***	0.092194*	-0.126441*	0.045202***	0.187116*	0.792069*	-4,9237	-4,9052
	GARCH-M(1,1)	0,175196	0,000918	4.60E-06*	0.039298*				0.950693*		-4,9100	-4,8984
STUDENT-T	t-GARCH(1,1)		0,001138*	5.14E-06*	0.038425*				0.950314*		-4,9379	-4,9263
	t-EGARCH(1,1,1)		0,000922**	_0.146523*	0.076007*		-0.042912*		0.988732*		-4,9415	-4,9276
	t-GARCH-M(1,1)	-1,829486	0,001879**	5.61E-06*	0.039917*				0.947827*		-4,9374	-4,9235
GED	GED-GARCH(1,1)		0,001128*	4.84E-06**	0.038846*				0.950469*		-4,9366	-4,9250
	GED-EGARCH(1,1,1)		0,000914**	_0.150560*	0.076678*		-0.044284*		0.988292*		-4,9404	-4,9265
	GED-GARCH-M(1,1)	-2,046116	0,001932**	5.30E-06*	0.040562*				0.947768*		-4,9363	-4,9223

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek K. WTI Petrol Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(2,1)	EGARCH(3,1,1)	GJR-GARCH(2,1,1)	GARCH-M(2,1)	t-GARCH(2,1)	t-EGARCH(3,1,1)
LM(1)	$T*R^2$	1,218	5,612	1,035	1,234	2,959	5,858
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	6,058	9,035	3,824	6,049	6,758	7,688
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	10,116	11,635	8,232	10,102	10,776	9,999
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	13,069	13,892	11,019	13,070	13,914	11,835
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	15,754	16,421	13,629	15,753	16,971	14,676
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

ARCH-LM		t-GJR-GARCH(1,1,1)	t-GARCH-M(2,1)	GED-GARCH(2,1)	GED-EGARCH(3,1,1)	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	GED-GARCH-M(2,1)
LM(1)	$T*R^2$	6,588	2,905	2,310	5,823	6,214	2,310
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	7,950	6,734	6,849	8,403	7,218	6,849
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	12,022	10,759	10,847	10,669	11,376	10,847
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	14,749	13,883	13,905	12,503	14,155	13,905
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	17,647	16,936	16,819	15,288	17,015	16,819
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek L. WTI Petrol Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	γ1	β1	β2	β3	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(2,1)		0,000965**	2,44E-05***	0,106060***		0,333119***	0,515473***		-4,765	-4,753
	EGARCH(3,1,1)		0,000334	-0,325631***	0,181023***	-0,087144***	0,886088***	-0,719799***	0,809338***	-4,773	-4,756
	GJR-GARCH(2,1,1)		0,000602	2,64E-05***		0,096212***	0,329843***	0,512283***		-4,770	-4,756
	GARCH-M(2,1)	0,229742	0,000863	2,43E-05***	0,105935***		0,333170***	0,515631***		-4,764	-4,750
STUDENT-t	t-GARCH(2,1)		0,001063***	1,55E-05***	0,086209***		0,458748**	0,425543*		-4,800	-4,786
	t-EGARCH(3,1,1)		0,000682*	-0,279345***	0,171506***	-0,089268***	0,966042***	-0,625299***	0,640260***	-4,807	-4,789
	t-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000801**	1,15E-05***	0,022952**	0,066236***	0,920758***			-4,805	-4,791
	t-GARCH-M(2,1)	-0,252351	0,001175*	1,56E-05***	0,086543***		0,457442**	0,426339**		-4,799	-4,783
GED	GED-GARCH(2,1)		0,001130***	1,88E-05***	0,092825***		0,389279**	0,482214***		-4,791	-4,777
	GED-EGARCH(3,1,1)		0,000698*	-0,301685***	0,177841***	-0,087031***	0,910342***	-0,684228***	0,752574***	-4,796	-4,779
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000853**	1,34E-05***	0,028009***	0,062082***	0,914160***			-4,794	-4,780
	GED-GARCH-M(2,1)	-0,478349	0,001343*	1,90E-05***	0,093383***		0,388884**	0,481706***		-4,790	-4,774

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek M. Doğal Gaz Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(2,1)	EGARCH(1,1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(2,1)	t-GARCH(1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(1,1)	GED-GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,225	0,755	0,530	0,295	0,724	0,826	0,689	0,779
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	2,013	2,844	2,055	1,806	2,146	2,068	2,153	2,078
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,791	4,705	3,924	3,587	3,338	3,254	3,447	3,372
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	4,397	5,141	4,517	4,208	3,760	3,685	3,881	3,816
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	5,277	6,304	5,452	5,072	4,427	4,339	4,620	4,543
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek N. Doğal Gaz Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	Λ	μ	α0	α1	γ1	β1	β2	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(2,1)		-0,000959	3,55E-05***	0,173526***		0,607613***	0,220498*	-3,7082	-3,6965
	EGARCH(1,1,1)		-0,000847	-0,315763***	0,256170***	0,017555***	0,980802***		-3,7165	-3,7048
	GJR-GARCH(1,1,1)		-0,000746	2,83E-05***	0,155046***	-0,023034***	0,858794***		-3,7072	-3,6955
	GARCH-M(2,1)	-0,351198	-0,000571	3,55E-05***	0,174091***		0,605125***	0,222472*	-3,7077	-3,6936
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)		-0,000657	6,50E-05***	0,137348***		0,826892***		-3,8083	-3,7965
	t-GARCH-M(1,1)	-0,305999	-0,000313	6,47E-05***	0,137050***		0,827356***		-3,8076	-3,7936
GED	GED-GARCH(1,1)		-0,000141	5,30E-05***	0,137774***		0,839184***		-3,7897	-3,7780
	GED-GARCH-M(1,1)	-0,270328	0,000144	5,27E-05***	0,137513***		0,839551***		-3,7891	-3,7750

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek O. Buğday Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	EGARCH(1,1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)	t-EGARCH(1,1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,499	0,795	0,472	0,772	0,737	0,822
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	1,170	3,773	2,755	4,992	5,085	4,215
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	3,680	6,761	6,152	8,113	8,366	7,265
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	6,787	11,385	11,338	13,146	13,280	11,490
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	9,198	12,647	12,583	14,402	14,558	12,827
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566
ARCH-LM		**t-GJR-GARCH(1,1,1)**	**t-GARCH-M(1,1)**	**GED-GARCH(1,1)**	**GED-EGARCH(1,1,1)**	**GED-GJR-GARCH(1,1,1)**	**GED-GARCH-M(1,1)**
LM(1)	$T*R^2$	0,426	0,823	0,767	0,856	0,488	0,867
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	2,840	5,465	5,121	4,235	3,022	5,544
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	6,270	8,676	8,342	7,239	6,420	8,681
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	11,180	13,403	13,365	11,598	11,395	13,485
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	12,470	14,658	14,658	12,896	12,664	14,750
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek Ö. Buğday Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	γ1	β1	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000167	3,89E-07***	0,056181***		0,940865***	-6,7487	-6,7396
	EGARCH(1,1,1)		0,000242*	-0,160660***	0,119350***	0,023128***	0,992859***	-6,7567	-6,7454
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000229***	3,70E-07***	0,064968***	-0,027183***	0,945114***	-6,7527	-6,7414
	GARCH-M(1,1)	-2,0230	0,000287	3,80E-07***	0,055365***		0,941743***	-6,7481	-6,7368
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)		0,000135	5,06E-07**	0,055746***		0,939335***	-6,7708	-6,7595
	t-EGARCH(1,1,1)		0,000174	-0,175113***	0,119425***	0,022232***	0,991369***	-6,7762	-6,7626
	t-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000162	4,86E-07***	0,065230***	-0,025678***	0,942154***	-6,7730	-6,7595
	t-GARCH-M(1,1)	-1,9766	0,000254	4,95E-07**	0,054717***		0,940444***	-6,7702	-6,7567
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000118	4,42E-07**	0,055430***		0,940489***	-6,7670	-6,7557
	GED-EGARCH(1,1,1)		0,000168	-0,165208***	0,118455***	0,022129***	0,992343***	-6,7725	-6,7589
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)		0,000157	4,19E-07**	0,064127***	-0,025657***	0,944079***	-6,7694	-6,7558
	GED-GARCH-M(1,1)	-2,2696	0,000255	4,29E-07**	0,054279***		0,941746***	-6,7664	-6,7528

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek P. Soya Getiri Serilerine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(1,1)	GJR-GARCH(1,1,1)	GARCH-M(1,1)	t-GARCH(1,1)	t-GARCH-M(1,1)	GED-GARCH(1,1)	GED-EGARCH(2,2,2)	GED-GARCH-M(1,1)
LM(1)	$T*R^2$	0,904	0,708	1,054	0,446	0,536	0,637	0,664	0,680
	X^2	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634	6,634
LM(5)	$T*R^2$	4,185	4,054	4,613	4,748	5,101	4,456	4,662	4,759
	X^2	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086	15,086
LM(10)	$T*R^2$	7,949	7,351	8,450	8,685	9,307	8,410	8,050	8,795
	X^2	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209	23,209
LM(15)	$T*R^2$	12,638	11,661	12,883	13,224	13,849	13,091	11,693	13,329
	X^2	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578	30,578
LM(20)	$T*R^2$	14,106	13,156	14,334	14,739	15,331	14,575	14,007	14,792
	X^2	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566	37,566

Ek R. Soya Getiri Serilerine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

DAĞILIM	MODELLER	λ	μ	α0	α1	α2	γ1	γ2	β1	β2	AIC	SIC
NORMAL	GARCH(1,1)		0,000613**	-0,193638***	0,058189***				0,931531***		-5,6349	-5,6249
	GJR-GARCH(1,1,1)		0,000696***	2,27E-06***	0,064915***		-0,016881**		0,935554***		-5,6339	-5,6227
	GARCH-M(1,1)	-3,2171	0,001214**	2,59E-06***	0,057574***				0,932423***		-5,6349	-5,6226
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)		0,000812***	2,02E-06***	0,051927***				0,941169***		-5,6677	-5,6564
	t-GARCH-M(1,1)	-1,8825	0,001145**	1,97E-06***	0,051347***				0,941973***		-5,6673	-5,6537
GED	GED-GARCH(1,1)		0,000719***	2,33E-06***	0,054034***				0,937001***		-5,6693	-5,6580
	GED-EGARCH(2,2,2)		0,000784***	-0,038581***	0,091824**	-0,064932***	-0,081778**	0,086335***	1769277***	-0,771435***	-5,6730	-5,6527
	GED-GARCH-M(1,1)	-1,8405	0,001054**	2,26E-06***	0,053217***				0,938110***		-5,6689	-5,6553

Not. ***, **, * İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Ek S. Emtia Serilerine İlişkin Student-t ve GED Model Parametreleri ve Kritik Tablo Değerleri

GETİRİ	DAĞILIM	MODEL	PARAMETRE	99%
BİST ALTIN	STUDENT-t	GARCH(1,1)-t	6,7254	-3,0266
		EGARCH(1,1,1)-t	6,8016	-3,0324
		GJR-GARCH(1,1,1)-t	6,8674	-3,0142
		GARCH-M(1,1)-t	6,8935	-3,0292
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,3777	-2,5527
		GED-EGARCH(1,1,1)	1,3830	-2,5502
		GED-GJR-GARCH(1,1,1)	1,3858	-2,5488
		GED-GARCH-M(1,1)	1,3807	-2,5512
LONDRA ALTIN	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	5,3217	-3,2361
		t-EGARCH(1,2,2)	5,8989	-3,1608
		t-GJR-GARCH(1,1,1)	5,6514	-3,2087
		t-GARCH-M(1,1)	5,5114	-3,2382
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,1877	-2,6508
		GED-EGARCH(2,2,2)	1,2235	-2,6310
		GED-GJR-GARCH(1,1,1)	1,1985	-2,6447
		GED-GARCH-M(1,1)	1,1867	-2,6514
GÜMÜŞ	STUDENT-t	t-EGARCH(1,2,2)	5,5032	-3,2400
	GED	GED-GARCH(2,1)	1,3241	-2,5786
		GED-EGARCH(1,2,2)	1,3193	-2,5810
		GED-GJR-GARCH(2,1,1)	1,3227	-2,5793
		GED-GARCH-M(2,1)	1,3240	-2,5787
BAKIR	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	7,9078	-2,9045
		t-EGARCH(1,1,1)	7,5835	-2,9348
		t-GARCH-M(1,1)	7,9003	-2,9052
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,4191	-2,5335
		GED-EGARCH(1,1,1)	1,4014	-2,5416
		GED-GARCH-M(1,1)	1,4178	-2,5341
ALÜMİNYUM	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	7,0842	-2,9880
		t-GARCH-M(1,1)	7,1109	-2,9850
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,4044	-2,5402
		GED-GARCH-M(1,1)	1,4056	-2,5397
BRENT PETROL	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	8,1217	-2,8861
		t-EGARCH(1,1,1)	8,6027	-2,8488
		t-GARCH-M(1,1)	8,0105	-2,8956
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,4529	-2,5183
		GED-EGARCH(1,1,1)	1,4703	-2,5108
		GED-GARCH-M(1,1)	1,4452	-2,5217

GETİRİ	**DAĞILIM**	**MODEL**	**PARAMETRE**	**99%**
WTI PETROL	STUDENT-t	t-GARCH(2,1)	8,3135	-2,8706
		t-EGARCH(3,1,1)	8,6116	-2,8481
		t-GJR-GARCH(1,1,1)	8,3160	-2,8704
		t-GARCH-M(2,1)	8,3082	-2,8710
	GED	GED-GARCH(2,1)	1,4895	-2,5025
		GED-EGARCH(3,1,1)	1,5063	-2,4954
		GED-GJR-GARCH(1,1,1)	1,4875	-2,5033
		GED-GARCH-M(2,1)	1,4887	-2,5028
DOĞAL GAZ	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	6,3317	-3,0883
		t-GARCH-M(1,1)	6,3356	-3,0877
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,2754	-2,6033
		GED-GARCH-M(1,1)	1,2764	-2,6028
BUĞDAY	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	8,8162	-2,8337
		t-EGARCH(1,1,1)	9,3074	-2,8022
		t-GJR-GARCH(1,1,1)	9,1135	-2,8141
		t-GARCH-M(1,1)	8,8130	-2,8339
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,5323	-2,4846
		GED-EGARCH(1,1,1)	1,5570	-2,4746
		GED-GJR-GARCH(1,1,1)	1,5468	-2,4787
		GED-GARCH-M(1,1)	1,5317	-2,4848
SOYA	STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	6,8497	-3,0164
		t-GARCH-M(1,1)	6,8832	-3,0122
	GED	GED-GARCH(1,1)	1,3780	-2,5525
		GED-EGARCH(2,2,2)	1,3949	-2,5446
		GED-GARCH-M(1,1)	1,3794	-2,5519

Ek Ş. Emtia Serilerine İlişkin Öngörülen VaR Değerleri için Temel İstatistikler

MODELLER	ORTALAMA VaR	STANDART SAPMA VaR	%99 GÜVEN DÜZEYİ AŞIM SAYISI	AŞIM ORANI
BİST ALTIN				
GARCH(1,1)	-0,025	0,007	4	0,016
EGARCH(1,1,1)	-0,024	0,006	7	0,028
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,024	0,006	7	0,028
t-GARCH(1,1)	-0,033	0,008	3	0,012
t-EGARCH(1,1,1)	-0,024	0,006	7	0,028
t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,031	0,008	3	0,012
GED-GARCH(1,1)	-0,028	0,007	4	0,016
GED-EGARCH(1,1,1)	-0,024	0,005	7	0,028
GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,026	0,007	6	0,024
LONDRA ALTIN				
GARCH(1,1)	-0,029	0,009	5	0,020
EGARCH(1,3,3)	-0,024	0,007	12	0,048
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,027	0,008	8	0,032
t-GARCH(1,1)	-0,041	0,012	2	0,008
t-EGARCH(1,2,2)	-0,034	0,010	2	0,008
t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,039	0,011	2	0,008
GED-GARCH(1,1)	-0,033	0,010	4	0,016
GED-EGARCH(2,2,2)	-0,028	0,008	8	0,032
GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,032	0,009	5	0,020
GÜMÜŞ				
GARCH(2,1)	-0,047	0,013	7	0,028
EGARCH(3,2,2)	-0,043	0,014	9	0,036
GJR-GARCH(1,2,2)	-0,046	0,012	7	0,028
t-EGARCH(1,2,2)	-0,057	0,019	4	0,016
GED-GARCH(2,1)	-0,051	0,013	5	0,020
GED-EGARCH(1,2,2)	-0,047	0,014	6	0,024
GED-GJR-GARCH(2,1,1)	-0,050	0,012	5	0,020
BAKIR				
GARCH(1,1)	-0,0300	0,006	2	0,008
EGARCH(1,1,1)	-0,0298	0,006	2	0,008
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0302	0,006	1	0,004
t-GARCH(1,1)	-0,0369	0,008	0	0
t-EGARCH(1,1,1)	-0,0371	0,008	0	0
GED-GARCH(1,1)	-0,0324	0,007	0	0
GED-EGARCH(1,1,1)	-0,0323	0,007	0	0

ALÜMİNYUM				
			%99 GÜVEN DÜZEYİ	
MODELLER	ORTALAMA VaR	STANDART SAPMA VaR	AŞIM SAYISI	AŞIM ORANI
GARCH(1,1)	-0,030	0,003	2	0,008
EGARCH(1,1,1)	-0,030	0,003	2	0,008
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,029	0,003	3	0,012
t-GARCH(1,1)	-0,037	0,004	0	0,000
GED-GARCH(1,1)	-0,032	0,004	2	0,008
BRENT PETROL				
GARCH(1,1)	-0,0317	0,003	1	0,004
EGARCH(2,2,2)	-0,0321	0,005	0	0,000
t-GARCH(1,1)	-0,0402	0,004	0	0,000
t-EGARCH(1,1,1)	-0,0396	0,005	0	0,000
GED-GARCH(1,1)	-0,035	0,003	0	0,000
GED-EGARCH(1,1,1)	-0,035	0,005	0	0,000
WTI PETROL				
GARCH(2,1)	-0,036	0,003	1	0,004
EGARCH(3,1,1)	-0,033	0,004	1	0,004
GJR-GARCH(2,1,1)	-0,037	0,003	1	0,004
t-GARCH(2,1)	-0,043	0,003	0	0,000
t-EGARCH(3,1,1)	-0,040	0,006	1	0,004
t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,045	0,003	0	0,000
GED-GARCH(2,1)	-0,038	0,003	1	0,004
GED-EGARCH(3,1,1)	-0,035	0,005	1	0,004
GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,039	0,003	0	0,000
DOĞAL GAZ				
GARCH(2,1)	-0,058	0,010	1	0,004
EGARCH(1,1,1)	-0,057	0,012	2	0,008
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,058	0,010	1	0,004
t-GARCH(1,1)	-0,082	0,010	1	0,004
GED-GARCH(1,1)	-0,068	0,009	1	0,004
BUĞDAY				
GARCH(1,1)	-0,0153	0,003	4	0,016
EGARCH(1,1,1)	-0,0145	0,002	6	0,024
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0148	0,002	7	0,028
t-GARCH(1,1)	-0,0188	0,003	2	0,008
t-EGARCH(1,1,1)	-0,0177	0,003	2	0,008
t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0181	0,003	2	0,008
GED-GARCH(1,1)	-0,016	0,003	2	0,008
GED-EGARCH(1,1,1)	-0,016	0,003	4	0,016
GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,016	0,002	4	0,016

SOYA				
			%99 GÜVEN DÜZEYİ	
MODELLER	ORTALAMA VaR	STANDART SAPMA VaR	AŞIM SAYISI	AŞIM ORANI
GARCH(1,1)	-0,0301	0,008	5	0,020
GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0296	0,007	5	0,020
t-GARCH(1,1)	-0,0392	0,010	3	0,012
GED-GARCH(1,1)	-0,033	0,008	4	0,016
GED-EGARCH(2,2,2)	-0,032	0,007	0	0,000

Ek T. Emtia Serilerine İlişkin Geriye Dönük Test Sonuçları

DAĞILIM	MODELLER	ORTALAMA VaR	AŞIM SAYISI	AŞIM ORANI	%99 GÜVEN DÜZEYİ LRuc	%99 GÜVEN DÜZEYİ LRcc
BİST ALTIN						
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,025	4	0,016	0,769	0,912
	EGARCH(1,1,1)	-0,024	7	0,028	5,387	7,379
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,024	7	0,028	5,387	7,379
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,033	3	0,012	0,099	0,172
	t-EGARCH(1,1,1)	-0,024	7	0,028	5,387	7,379
	t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,031	3	0,012	0,099	0,172
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,028	4	0,016	0,769	0,912
	GED-EGARCH(1,1,1)	-0,024	7	0,028	5,387	7,379
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,026	6	0,024	3,498	6,007
LONDRA ALTIN						
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,029	5	0,020	1,957	5,131
	EGARCH(1,3,3)	-0,024	12	0,048	19,016*	19,378*
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,027	8	0,032	7,733*	9,160
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,041	2	0,008	0,108	0,137
	t-EGARCH(1,2,2)	-0,034	2	0,008	0,108	0,137
	t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,039	2	0,008	0,108	0,137
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,033	4	0,016	0,769	0,912
	GED-EGARCH(2,2,2)	-0,028	8	0,032	7,733*	9,160
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,032	5	0,020	1,957	5,131
GÜMÜŞ						
NORMAL	GARCH(2,1)	-0,047	7	0,028	5,497	7,379
	EGARCH(3,2,2)	-0,043	9	0,036	9,963*	11,289*
	GJR-GARCH(1,2,2)	-0,046	7	0,028	5,497	7,379
STUDENT-t	t-EGARCH(1,2,2)	-0,057	4	0,016	0,769	0,912
	GED-GARCH(2,1)	-0,051	5	0,020	1,957	2,182
GED	GED-EGARCH(1,2,2)	-0,047	6	0,024	3,555	3,880
	GED-GJR-GARCH(2,1,1)	-0,050	5	0,020	1,957	2,182
BAKIR						
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,0300	2	0,008	0,108	0,137
	EGARCH(1,1,1)	-0,0298	2	0,008	0,108	0,137
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0302	1	0,004	1,164	1,173
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,0369	0	0,000	X	X
	t-EGARCH(1,1,1)	-0,0371	0	0,000	X	X
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,0324	0	0,000	X	X
	GED-EGARCH(1,1,1)	-0,0323	0	0,000	X	X

ALÜMİNYUM						
					%99 GÜVEN DÜZEYİ	
DAĞILIM	MODELLER	ORTALAMA VaR	AŞIM SAYISI	AŞIM ORANI	LRuc	LRcc
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,030	2	0,008	0,108	0,137
	EGARCH(1,1,1)	-0,030	2	0,008	0,108	0,137
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,029	3	0,012	0,095	0,172
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,037	0	0,000	X	X
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,032	2	0,008	0,108	0,137
BRENT PETROL						
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,0317	1	0,004	1,164	1,173
	EGARCH(2,2,2)	-0,0321	0	0,000	X	X
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,0402	0	0,000	X	X
	t-EGARCH(1,1,1)	-0,0396	0	0,000	X	X
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,0345	0	0,000	X	X
	GED-EGARCH(1,1,1)	-0,0349	0	0,000	X	X
WTI PETROL						
NORMAL	GARCH(2,1)	-0,036	1	0,004	1,164	1,173
	EGARCH(3,1,1)	-0,033	1	0,004	1,164	1,173
	GJR-GARCH(2,1,1)	-0,037	1	0,004	1,164	1,173
STUDENT-t	t-GARCH(2,1)	-0,043	0	0,000	X	X
	t-EGARCH(3,1,1)	-0,040	1	0,004	1,164	1,173
	t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,045	0	0,000	X	X
	GED-GARCH(2,1)	-0,038	1	0,004	1,164	1,173
GED	GED-EGARCH(3,1,1)	-0,035	1	0,004	1,164	1,173
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,039	0	0,000	X	X
DOĞAL GAZ						
NORMAL	GARCH(2,1)	-0,058	1	0,004	1,164	1,173
	EGARCH(1,1,1)	-0,057	2	0,008	0,108	0,137
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,058	1	0,004	1,164	1,173
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,082	1	0,004	1,164	1,173
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,068	1	0,004	1,164	1,173
BUĞDAY						
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,0153	4	0,016	0,769	0,912
	EGARCH(1,1,1)	-0,0145	6	0,024	3,555	3,880
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0148	7	0,028	5,497	7,379
	t-GARCH(1,1)	-0,0188	2	0,008	0,108	0,137
STUDENT-t	t-EGARCH(1,1,1)	-0,0177	2	0,008	0,108	0,137
	t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0181	2	0,008	0,108	0,137
	GED-GARCH(1,1)	-0,016	2	0,008	0,108	0,137
GED	GED-EGARCH(1,1,1)	-0,016	4	0,016	0,769	0,912
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,016	4	0,016	0,769	0,912

SOYA						
					%99 GÜVEN DÜZEYİ	
DAĞILIM	**MODELLER**	**ORTALAMA VaR**	**AŞIM SAYISI**	**AŞIM ORANI**	**LRuc**	**LRcc**
NORMAL	GARCH(1,1)	-0,030	5	0,020	1,957	2,182
	GJR-GARCH(1,1,1)	-0,030	5	0,020	1,957	2,182
STUDENT-t	t-GARCH(1,1)	-0,039	3	0,012	0,095	0,172
GED	GED-GARCH(1,1)	-0,033	4	0,016	0,769	0,912
	GED-EGARCH(2,2,2)	-0,032	0	0,000	X	X

Not. LRuc ve LRcc için %99 güven düzeyinde tablo değerleri sırasıyla 6,64 ve 9,21 'dir. *, %1 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Adı Soyadı : Samet EVCİ
Doğum Yeri/Yılı : Silifke/1978
E-Posta : sametevci@hotmail.com
Adres : Niğde Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Bankacılık ve Finans Bölümü NİĞDE

ÖĞRENİM DURUMU:

Doktora	: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü	2014
Yüksek Lisans	: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü	2008
Lisans	: Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	2001
Lise	: Silifke Lisesi	1995

AKADEMİK ÜNVANLAR :

Araştırma Görevlisi	: Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	2011-…
Öğretim Görevlisi	: Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	2009–2011