

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

Doktora Tezi

Volatilite Endeksleri, Önemi ve Türkiye
Volatilite Endeksi

Niyazi TELÇEKEN
2502090276

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Murat KIYILAR

İstanbul, 2014



DOKTORA
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı : NİYAZİ TELÇEKEN

Numarası :2502090276

Anabilim/Bilim Dalı :FİNANS

Danışman :PROF.DR.MURAT KIYILAR

Tez Savunma Tarihi :22.12.2014

Saati :12:00

Tez Başlığı : VOLATİLİTE ENDEKSLERİ, ÖNEMİ VE TÜRKİYE VOLATİLİTE ENDEKSİ.

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜ'NE OYBİRLİĞİ / ~~OYÇOKLUĞUYLA~~ karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
PROF.DR.MURAT KIYILAR		Kabul
PROF.DR. BELKIS SEVAL		KABUL
PROF.DR. İHSAN ERSAN		Kabul
PROF.DR. AHMET KÖSE		KABUL
PROF.DR.MEHMET BOLAK		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
PROF.DR.VEDAT SARIKOVANLIK		
DOÇ.DR.RAŞİM İLKER GÖKBULUT		

“Volatilite Endeksleri, Önemi ve Türkiye Volatilite Endeksi”

Niyazi TELÇEKEN

ÖZ

Finansal varlıkların fiyatlama modellerinin geliştirilmesi sonrasında finansal piyasalardaki risk ve getirilerinin ölçülmesine yönelik çabalar artmıştır. Bu çabalar sonucunda riskin bir ölçütü olan volatilite için bir çok ölçüm ve tahmin modelleri ortaya çıkmıştır. Tarihi volatilite modelleri, otoregresif koşullu değişken varyans modelleri ve stokastik volatilite modelleri gibi geçmiş verilerden yararlanarak volatilite ölçümü ve tahmini sağlayan volatilite modellerinin yanısıra, opsiyon piyasası verilerinden yararlanarak ileriye yönelik volatilite tahmini sağlayan örtülü volatilite modelleri de oluşturulmuştur. Bir taraftan volatilitiyi modellemeye yönelik çalışmalar sürerken diğer yandan da volatilite riskinden korunmaya yönelik arayışlar devam etmiştir. Ancak özellikle 1980 sonrası dönemdeki finansal piyasaların liberalizasyonu, alım satım sistemlerinin otomasyonu vb. gelişmeler bir taraftan yerel piyasalardaki volatilitiyi artırırken, diğer taraftan entegrasyonun derecesini artırdığından bir piyasadaki volatilitenin diğer piyasalara yayılımını da kolaylaştırmıştır. ABD’de 1987 yılında yaşanan kriz sonrasında piyasadaki volatilite riskinden korunmanın önemi daha da artmıştır. Volatilite riskinden korunmanın en iyi yolunun volatilite endeksi olduğu fikri sonrasında volatilite endeksi oluşturmaya yönelik çalışmalar hızlanmış ve 1993 yılında CBOE tarafından hisse senedi endeksi opsiyonlarının örtülü volatilitelerinden yararlanılarak ilk volatilite endeksi oluşturulmuştur. Daha sonra diğer gelişmiş ülkelerde de volatilite endeksi oluşturulmuştur. 2004 yılında CBOE tarafından volatilite endeksi hesaplama metodolojisinin daha da basitleştirilmesi sonrasında, gelişmekte olan ülkelerde de volatilite endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Bu Tezin amacı dünyadaki volatilite endeksleri incelenerek opsiyon piyasası yeni faaliyete geçen Türkiye’ye uygun bir metodoloji belirlenerek Türkiye için volatilite endeksi oluşturmaktır. Bu amaçla belli başlı volatilite endekslerinin incelenmesi sonucunda, yeterli derinlik ve genişliğe sahip olmayan Türkiye opsiyon piyasasının kendi kısıtları dikkate alınarak Türkiye için modelden bağımsız volatilite endeksi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Volatilite, Volatilite Endeksi, VIX, VDAX, ETP

“Volatility Indices, Their Importance and Volatility Index for Turkey”

Niyazi TELÇEKEN

ABSTRACT

Within introducing of asset pricing models, the efforts that aim to measure risk and return in financial markets have raised. As result of those efforts, various measurement and forecast models for volatility which is a kind of risk measurement have been revealed. Besides historical, autoregressive conditional heteroskedastic and stochastic models that measure and forecast volatility using historical data, implied volatility models which are forward looking and using options market data for measuring and forecasting volatility have been introduced. Along with ongoing studies for modelling the volatility, the efforts for hedging the volatility risk have been also carried on. However, the developments such as liberalization of financial markets, automation of trading systems etc. particularly in post 80's period, have increased both the volatility of domestic markets and the integration level among the international markets. Increased level of integration has eased volatility spill over among the markets. After 1987 financial market crises occurred in USA, the importance of hedging the volatility risk in financial markets has been emphasized. Following the idea that argues the best hedging tool is volatility index, the efforts aim to construct a volatility index have been accelerated and consequently the first volatility index, which uses the implied volatility data derived from the stock index option contracts, was introduced by CBOE in 1993. After that, several volatility indices have been introduced in other leading markets. Following further simplification of calculation methodology of volatility index by CBOE in 2004, emerging markets also have started to construct index. In this Thesis it is aimed to construct a volatility index for Turkey where the exchange traded index option contracts have been launched recently, by determining a suitable calculation methodology after examining the volatility indices around the world. For this purpose, a model-free volatility index for Turkey is constructed with consideration of constraints that can be associated to features such as the lack of depth and width in Turkey's options markets, after examining the leading volatility indices.

Keywords: Volatility, Volatility Index, VIX, VDAX, ETPs

ÖNSÖZ

Finansal piyasalarda riskin bir ölçütü olması nedeniyle, volatilitenin ölçülmesi ve tahmin edilmesine yönelik arayışlar ile bu piyasalardaki çalkantılar sebebiyle volatilité riskinden korunmak için uygun araç bulunmasına yönelik arayışların sonucunda, gelecek volatilitésinin tahmin edilmesinde de kullanılabilen, volatilité riskinden korunmaya yönelik araçlara dayanak oluşturma kabiliyetlerine sahip olan ve bu kabiliyetleri sayesinde de volatilitenin alım satıma konu edilmesine imkan sağlayan volatilité endeksleri oluşturulmuşlardır. İlk olarak 1993 yılında resmi olarak ABD’de CBOE tarafından oluşturulan, sonrasında Almanya ve Fransa gibi ülkelerde hesaplanan volatilité endeksleri, 2003 yılında yine CBOE tarafından hesaplama metodolojisinin basitleştirilmesi sebebiyle, bu tarihten itibaren diğer gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde hesaplanmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, volatilité endekslerinin önemi ve gelişimi ile dünyadaki volatilité endeksleri hakkında bilgi sunmak ve ayrıca, henüz başlangıç aşamasında olan Türkiye opsiyon piyasası bilgilerinden faydalanılmak suretiyle volatilité endeksi hesaplanması konusunda başlangıç oluşturmaktır.

Bu çalışmayı gerçekleştirmem sırasında, çalışmanın her aşamasında bana aktardığı pozitif enerjisi ve çok önemli desteği için tez danışmanım Prof. Dr. Murat KIYILAR’a, çok değerli bir ailenin üyesi olduğumu bana hissettirmesi nedeniyle Prof. Dr. Belkıs SEVAL’e, benim için çok değerli dikkati ve ilgisi nedeniyle Prof. Dr. Mehmet BOLAK’a teşekkürü borç bilirim. Diğer taraftan, başta Prof. Dr. İhsan ERSAN ve Prof. Dr. Ahmet KÖSE olmak üzere İşletme Fakültesindeki akademik personel ve arkadaşlarım ile çalışmanın ampirik kısmındaki değerli önerileri ve yol göstericiliği için Doç. Dr. Erginbay UĞURLU’ya teşekkürlerimi sunarım. Öte yandan, doktora eğitimimin her aşamasında gerekli desteği sağlayan, Sermaye Piyasası Kurulundaki yöneticilerim ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim. Son olarak bu çalışma sırasında bana gösterdikleri değer biçilemez destek, sabır ve katkılardan dolayı aileme ve çok değerli dost ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi iletir ve bu çalışmanın varlığını, çalışma nedeniyle kendilerinden esirgemek zorunda kaldığım ilgi, dikkat ve zamana ilişkin özrümün somut karşılığı olarak kabul etmelerini dilerim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvii
GİRİŞ	1
1 . VOLATİLİTE KAVRAMI VE FİNANSAL PİYASALARDA VOLATİLİTE .	6
1.1 Volatilitenin Tanımı, Önemi Ve Etkileri	7
1.1.1 Volatilitenin Tanımı	7
1.1.2 Volatilitenin Önem Ve Etkileri	9
1.2 Finansal Piyasalarda Volatilite.....	12
1.2.1 Menkul Kıymet Piyasasında Volatilite.....	13
1.2.1.1 Hisse senedi Piyasasında Volatilite.....	14
1.2.1.2 Faiz Oranları Volatilitesi veya Tahvil ve Bono Piyasasında Volatilite	14
1.2.2 Döviz Piyasasında Volatilite	16
1.3 Finansal Piyasalardaki Volatilite ile İlgili Bazı Kavramlar.....	18
1.3.1 Volatilitenin Kümelenmesi.....	18
1.3.2 Asimetri Ve Kaldıraç Etkisi	19
1.3.3 Uzun Dönem Hafıza	21
1.3.4 Birlikte Hareket (Eş Hareketlilik) veya Yayılma	22
1.3.5 Sivrilik, Basıklık ve Kalın Kuyruk	22
1.3.6 Ortalamaya Yönelim Eğilimi ve Çarpıklık.....	25

1.3.7 Dağılımda Durağanlığın Olmaması.....	26
1.3.8 Volatilite Gülcüğü	27
1.3.9 Finansal Piyasalardaki Volatilitenin Niteliklerine İlişkin Genel Değerlendirme	30
1.4 Volatilitenin ölçülmesi.....	31
1.4.1 Tarihi Volatilite Modelleri.....	32
1.4.1.1 Rassal Yürüyüş.....	32
1.4.1.2 Ortalama.....	33
1.4.1.3 Hareketli Ortalama	33
1.4.1.4 Üstel Düzeltme Modelleri.....	34
1.4.1.5 Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli (EWMA).....	34
1.4.1.6 Basit (Ortalama) Regresyon Modeli	36
1.4.1.7 Tarihi Modellere İlişkin Değerlendirme	37
1.4.2 Koşullu Volatilite Modelleri.....	38
1.4.2.1 ARCH Modeli	39
1.4.2.2 GARCH Modeli	40
1.4.2.3 Üstel (Exponential) GARCH.....	41
1.4.2.4 GJR- GARCH.....	42
1.4.2.5 GARCH-M (GARCH in the Mean) Modeli.....	43
1.4.3 GARCH ve Üstel Düzeltme Modelinin Karşılaştırılması	43
1.4.4 Stokastik Volatilite Modelleri	45
1.4.5 Örtülü Volatilite Modelleri	46
2 VOLATİLİTE ENDEKSLERİ VE VOLATİLİTE ENDEKSLERİNİN OLUŞUMU	48
2.1 Örtülü Volatilite.....	49
2.2 Volatilite Endeksleri Tanımı ve Gelişimi.....	52

2.3 Volatilite Endekslerinin Oluşumu	56
2.3.1 Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Volatilite Endeksleri	56
2.3.1.1 VXO Volatilite Endeksi (Orjinal VIX)	57
2.3.1.2 VIX Volatilite Endeksi (Yeni VIX)	59
2.3.1.3 ABD'deki Diğer Volatilite Endeksleri	61
2.3.2 Almanya'daki Volatilite Endeksleri	67
2.3.2.1 VDAX Volatilite Endeksi	67
2.3.2.2 VDAX-New Volatilite Endeksi ve Diğer Volatilite Endeksleri	68
2.3.3 Fransa'daki Volatilite Endeksleri	69
2.3.4 İngiltere'deki Volatilite Endeksleri	70
2.3.4.1 FTSE 100 Volatilite Endeksi	70
2.3.4.2 FTSE Örtülü Volatilite Endeksi	72
2.3.5 Hollanda'daki Volatilite Endeksleri	72
2.3.6 Belçika'daki Volatilite Endeksleri	73
2.3.7 Kanada'daki Volatilite Endeksleri	73
2.3.8 Güney Afrika'daki Volatilite Endeksleri	74
2.3.9 Avusturalya'daki Volatilite Endeksleri	75
2.3.9.1 AVIX ve AVX Volatilite Endeksleri	75
2.3.9.2 S&P/ASX 200 VIX Volatilite Endeksi	76
2.3.10 Yunanistan'daki Volatilite Endeksleri	77
2.3.10.1 GVIX Volatilite Endeksi	77
2.3.10.2 GRIV Volatilite Endeksi	78
2.3.11 İspanya'daki Volatilite Endeksleri	79
2.3.12 Güney Kore'deki Volatilite Endeksleri	79
2.3.13 Hong Kong'daki Volatilite Endeksleri	80
2.3.14 İsviçre'deki Volatilite Endeksleri	81

2.3.15 Diğer Ülke Volatilite Endeksleri	81
2.4 Volatilite Endeksleri Türleri.....	83
2.4.1 Hesaplama Metodolojisi Açısından Volatilite Endeksleri.....	84
2.4.2 Oluşturulma Biçimleri Açısından Volatilite Endeksleri.....	85
2.4.3 Opsiyonların Dayanak Varlıkları Açısından Volatilite Endeksleri	86
3 VOLATİLİTE ENDEKSLERİNİN ÖNEMİ	89
3.1 Genel Olarak Volatilite Endekslerinin Önemi.....	89
3.2 Piyasalar Hakkında Gösterge oluşturması Açısından Volatilite Endekslerinin Önemi	91
3.3 Alım Satım Konu Edilmeleri Bakımından Volatilite Endekslerinin Önemi.....	94
3.3.1 Volatilite Alım Satım İşlemlerinin Genel Olarak Sınıflandırılması.....	95
3.3.1.1 Portföy Çeşitlendirmesi.....	96
3.3.1.2 Spekülatif Amaçlı Volatilite İşlemleri	98
3.3.1.3 Arbitraj Amaçlı Volatilite İşlemleri	99
3.3.1.4 Korunma Amaçlı Volatilite İşlemleri	99
3.4 Volatilite Türevlerine Dayanak Oluşturması.....	101
3.4.1 Volatilite Endeksi Türevlerinin Kullanım Alanları	102
3.4.2 Volatilite Endeksi Türevlerinin Çeşitleri.....	103
3.4.2.1 Volatilite Endeksi Üzerine Gelecek İşlemleri	104
3.4.2.2 Volatilite Endeksi Üzerine Opsiyonlar	107
3.4.2.3 Borsada İşlem Gören Volatilite Üzerine Yapılandırılmış Ürünler	108
3.4.2.4 Varyans Swapları ve İleri Vadeli Varyans Swapları.....	110
3.5 Gelecekteki Piyasa Volatilitésinin Tahmin Edilmesi.....	110
3.6 Piyasa Getirisi ile Volatilite Endeksi Arasındaki İlişki.....	112
3.7 Volatilite Riskinden Korunma Açısından Volatilite Endeksinin Önemi. 115	

4 TÜRKİYE İÇİN VOLATİLİTE ENDEKSİ OLUŞTURULMASI	119
4.1 Türkiye’de Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemleri	120
4.1.1 Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemlerine İlişkin Mevzuat.....	120
4.1.2 Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemlerine İlişkin Piyasalar	121
4.1.3 Endeks Opsiyon Sözleşmelerinin Özellikleri	122
4.1.3.1 VİOP’ta İşlem Gören Opsiyonların Sözleşme Kodu ve Diğer Özellikleri	124
4.2 Volatilite Endekslerinin Hesaplanma Yöntemleri	129
4.2.1 VXO Volatilite Endeksi	129
4.2.1.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar	129
4.2.1.2 Modelde Kullanılan Değişkenler	130
4.2.1.3 Kullanılan Opsiyon Fiyatları	130
4.2.1.4 İşlem Günü Kullanımı.....	131
4.2.1.5 Endeksin Hesaplanması (Örtülü Volatilitelerin Ağırlıklandırılması)	132
4.2.2 VIX Volatilite Endeksi	134
4.2.2.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar	134
4.2.2.2 Modelde Kullanılan Diğer Değişkenler	134
4.2.2.3 Endeksin Hesaplanması	135
4.2.3 VDAX Volatilite Endeksi.....	144
4.2.3.1 Kullanılan Fiyatlar.....	146
4.2.3.2 Endeksin vadeli fiyatının belirlenmesi.....	146
4.2.3.3 Opsiyonların Volatilitelerinin Hesaplanması	148
4.2.3.4 Alt Endekslerin Belirlenmesi.....	149
4.2.3.5 Volatilite Endekslerinin Hesaplanması.....	150
4.2.4 VDAX-New Volatilite Endeksi.....	151
4.2.4.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar	152

4.2.4.2	Kullanılan Opsiyon Fiyatları	152
4.2.4.3	Endeksin Hesaplanması	153
4.2.4.4	Alt Endeks Değerinin Hesaplanması	158
4.2.4.5	VDAX New Endeks Değerinin Hesaplanması	158
4.3	Volatilite Endeksinin Oluşturulma Biçimi	159
4.3.1	Volatilite Endeksi Hesaplamasına Konu Olacak Finansal Araçlar	159
4.3.2	Volatilite Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Parametreler	161
4.3.2.1	Kullanılacak Fiyatlar ve Endeks Değeri	162
4.3.2.2	Volatilite Endeksinin İçerdiği Volatilitenin Vadesi	164
4.3.2.3	Kullanılan Faiz Oranları.....	164
4.4	Türkiye Volatilite Endeksinin Oluşturulma Biçimi	165
4.5	Türkiye Volatilite Endeksinde (TRVIX) Kullanılan Parametreler ve Endeksin Hesaplanması.....	166
4.5.1	Türkiye Volatilite Endeksi Hesaplamasında Kullanılan Parametreler	166
4.5.1.1	Dayanak Varlık Kullanılan Opsiyon Sözleşmeleri	166
4.5.1.2	Kullanılan Fiyatlar.....	168
4.5.1.3	Volatilite Endeksinin İçerdiği Volatilitenin Vadesi	168
4.5.1.4	Kullanılan Diğer Parametreler	169
4.5.2	Türkiye Volatilite Endeksi'nin Hesaplanması.....	169
4.5.2.1	TRVIX Endeksinin Hesaplanmasına İlişkin Genel Bilgiler.....	169
4.5.2.2	TRVIX Endeksinin Hesaplanması	170
4.5.3	Türkiye Volatilite Endeksi'ne İlişkin Bilgiler	178
5	VOLATİLİTE ENDEKSİ İLE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK AÇIDAN ANALİZİ	182
5.1	Hisse senedi Getirileri ve Makroekonomik Değişkenler	182
5.2	Hisse Senedi Getirileri ve Döviz Kuru İlişkisinin Önemi	184

5.3 Hisse Senedi ve Döviz Piyasaları Arasındaki İlişkiye Yönelik Teorik Çerçeve	188
5.4 Hisse Senedi ve Döviz Piyasaları Arasındaki İlişki Konusunda Yapılan Çalışmalar	190
5.5 Türkiye ve ABD'deki Volatilite Endeksleri ile Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılmasına Yönelik Uygulama	199
5.1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	199
5.1.2. Kullanılan Veri Setinin Özellikleri.....	200
5.1.3. Tanımsal İstatistikler	205
5.1.4. Birim Kök Araştırması	206
5.1.5. Eşbütünleşme Analizi	208
5.1.5.1. VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru (Volatilitesi ve Değişimi) Arasındaki İlişkinin ve Eşbütünleşme Modeli ile İncelenmesi	209
5.1.5.2. TRVIX Endeksi ile USD/TL Kuru Değişimi Arasındaki İlişkinin ve Eşbütünleşme Modeli ile İncelenmesi	216
5.1.6. Vektör Otoregresyon (VAR) ve Granger Nedensellik Testleri.....	219
5.1.6.1. TRVIX Endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi Arasındaki ilişkinin VAR Modeli ve Granger Nedensellik Modeli ile İncelenmesi	220
5.6 Volatilite Endeksi ve Döviz Kuru Değişkenlerine ilişkin Ekonometrik Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	225
SONUÇ.....	228
KAYNAKÇA	237
EKLER.....	254
ÖZGEÇMİŞ.....	261

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Dünyadaki Volatilite Endeksi Bilgileri	88
Tablo 3.1: ABD’de CBOE Tarafından Volatilite Endeksi Üzerine Oluşturulmuş Türev Ürünler	104
Tablo 3.2: ABD’de İşlem gören Volatileye İlişkin Yapılandırılmış Ürünlerin bilgileri	109
Tablo 4.1: VİOP’ta İşleme Açılan İlk Endeks Opsiyon Sözleşmelerine İlişkin Kodlar	123
Tablo 4.2: O_XU030E0413P102.000S0 Kodlu Opsiyon Sözleşmesi Esas Alınarak VİOP Opsiyon Sözleşmelerinin Kodlarına İlişkin Açıklama	124
Tablo 4.3: VXO Hesaplamasında Kullanılacak Örtülü Volatilite Gruplarına İlişkin Bilgiler	132
Tablo 4.4: VIX Endeksi Hesaplamasında Yer Alacak Vadeli Endeks Seviyesi İçin Referans Kullanım Fiyatının Belirlenmesinde Kullanılacak Opsiyonlara İlişkin Bilgiler	137
Tablo 4.5: VIX Endeksi Hesaplamasında Fiyat Bilgileri Kullanılacak Satım Opsiyonlarının Seçilmesine İlişkin Bilgiler	138
Tablo 4.6: VIX Endeksi Hesaplamasında Fiyat Bilgileri Kullanılacak Alım Opsiyonlarının Seçilmesine İlişkin Bilgiler	139
Tablo 4.7: VIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler.....	140
Tablo 4.8: VIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonların Endekse Katkısına İlişkin Bilgiler	141
Tablo 4.9: VDAX New Endeksi Hesaplamasında Vadeli Endeks Seviyesinin Belirlenmesinde Kullanılan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler.....	156
Tablo 4.10: VDAX New Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler	157
Tablo 4.11: Belli Başlı Volatilite Endekslerinin Hesaplamasında Kullanılan Parametre Bilgileri.....	162

Tablo 4.12: TRVIX Endeksi Hesaplama Dönemi İtibariyle VİOP'ta İşlem Gören Opsiyon Sözleşmelerinin Vade Ayları.....	167
Tablo 4.13: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Yer Alacak Vadeli Endeks Seviyesi İçin Referans Kullanım Fiyatının Belirlenmesinde Kullanılacak Opsiyonlara İlişkin Bilgiler	172
Tablo 4.14: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler.....	174
Tablo 4.15: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonların Endekse Katkısına İlişkin Bilgiler.....	175
Tablo 5.1: Kullanılan Verilere İlişkin Bilgiler	202
Tablo 5.2: ABD Verilerine İlişkin Tanımsal İstatistiki Bilgiler	205
Tablo 5.3: Türkiye Verilerine İlişkin Tanımsal İstatistiki Bilgiler	205
Tablo 5.4: Kullanılan Verilere İlişkin ADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	208
Tablo 5.5: VIX Endeksi ile Döviz Kuru Volatilitesi Regresyon Denklemine İlişkin Özet Sonuçlar	211
Tablo 5.6: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Değişimi Regresyon Denklemine İlişkin Özet Sonuçlar	211
Tablo 5.7: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Volatilitesi Hata Düzeltme Modeli Özet Sonuçları.....	214
Tablo 5.8: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Değişimi Hata Düzeltme Modeli Özet Sonuçları.....	215
Tablo 5.9: TRVIX Endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi Değişkenlerine İlişkin Granger Nedensellik Testi Özet Sonuçları.....	221
Tablo 5.10: TRVIX endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi VAR Modeline İlişkin Varyans Ayırıştırma Testi Sonuçları	225

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 3.1: Ocak 1986 ile Şubat 2014 Arası Günlük VIX Değerleri Ve Piyasalarda Meydana Gelen Bazı Önemli Olaylar	93
Grafik 3.2: S&P 500 ve VIX Endeksinin Ocak 1986 ile Ocak 2014 Dönemine İlişkin Seyri	115
Grafik 4.1: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişki Olarak Hesaplanan Türkiye Volatilite Endeksi Bilgileri.....	178
Grafik 4.2: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişkin TRVIX ve BIST 30 Endeksi Bilgileri.....	179
Grafik 4.3: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişkin TRVIX, TRVIX 10 Günlük Ortalama ve BIST 30 Endeksi Bilgileri	180
Grafik 5.1: ABD'nin Ticaret Ortaklarına İlişkin Oranlar	201
Grafik 5.2: ABD Volatilite Endeksi Verilerine İlişkin Bilgiler	202
Grafik 5.3: Türkiye Volatilite Endeksi Verilerine İlişkin Bilgiler	203
Grafik 5.4: ABD Döviz Kuru Verilerine İlişkin Bilgiler	204
Grafik 5.5: USD/TL Döviz Kuru Verilerine İlişkin Bilgiler	204
Grafik 5.6: TRVIX endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi VAR Modeline İlişkin Etki Tepki Testi Sonuçları	224

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Dağılımların Basıklık ve Sivrililiğine İlişkin Eğri Biçimleri.....	24
Şekil 1.2: Dağılımların Çarpıklığına İlişkin Eğri Biçimleri.....	26
Şekil 1.3: Döviz Opsiyonları İçin Volatilite Gülücüğü.....	27
Şekil 1.4: Hisse Senedi ve Hisse Senedi Endeksi Opsiyonları İçin Volatilite Gülücüğü (çarpığı)	28
Şekil 1.5: Döviz Opsiyonları İçin Lognormal ve Örtülü Dağılım	29
Şekil 4.1: Volatilite Endeksi Oluşturma Süreci	165

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ARCH	: Otoregresif koşullu değişen varyans, Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
BİAŞ veya Borsa İstanbul	: Borsa İstanbul A.Ş.
BIST30	: Borsa İstanbul 30 Endeksi
CAC40	: Fransa Hisse Senedi Piyasası Endeksi
CBOE	: Şikago Opsiyon Borsası Kurulu - Chicago Board Options Exchange
CBOT	: Şikago Ticaret Borsası -The Chicago Board of Trade
DAX	: Almanya Hisse Senedi Piyasası Endeksi
Deutsche Börse	: Almanya Borsası
ETF	: Borsa Yatırım Fonları (Exchange-Traded Funds)
ETN	: Borsada işlem gören yapılandırılmış senetler - Exchange-traded Notes
ETP	: Borsada işlem gören yapılandırılmış ürünler -Exchange-traded Products
Eurex	: Almanya vadeli işlemler Borsası
EWMA	: Üssel ağırlıklı hareketli ortalama -Exponentially Weighted Moving Average
FED	: ABD Merkez (Federal Rezerv) Bankası
GARCH	: Genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans, Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
MEFF	: İspanya Gelecek İşlemleri ve Opsiyon Borsası (Mercado Oficial Español de Opciones y Futuros Financieros)
MONEP	: Fransa Borsası, French Marche des Options Negociables de Paris
NYSE	: Newyork Borsası - New York Stock Exchange
OEX	: Standard & Poor's 100 Hisse Senedi Endeksi - S&P 100
RG	: Resmi Gazete
SEC	: ABD sermaye piyasaları otoritesi - Securities Exchange Commission
SPX	: Standard & Poor's 500 Hisse Senedi Endeksi - S&P 500
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
VAR Modeli	: Vektör Otoresyasyon Modeli, Vector Autoregressive
VDAX	: DAX Endeksi opsiyonlarına dayalı Almanya'nın eski volatilité endeksi
VDAX-New	: DAX Endeksi opsiyonlarına dayalı Almanya'nın yeni volatilité endeksi
VIX	: SPX (S&P 100) Endeksi opsiyonlarına dayalı ABD'nin volatilité endeksi
VIOP	: Borsa İstanbul Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası
VOB	: Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş.
VXO	: OEX (S&P 500) Endeksi opsiyonlarına dayalı ABD'nin volatilité endeksi

GİRİŞ

Yatırım amaçlı olarak elinde bir varlığı olan bir kişinin söz konusu varlığın gelecekteki değerinin ne olacağına ve ne yönde değişeceğine ilişkin merakının olması ve bu merakını gidermek için arayışlara girmiş olması özel mülkiyetin var oluşundan beri karşılaşılan bir olgudur. Bu durum finansal piyasalarda da söz konusudur. Finansal piyasalarda da yatırımcılar sahip oldukları varlıkların değerinin ne olacağı bu değer azalma olasılığının ne olduğu konusunda endişe taşıyagelmışlerdir. Bu durum finansal piyasalardaki varlıklara yatırım yapan kişilerin yanısıra akademisyenler ve bu piyasalardaki varlıkların alım satımına aracılık vb. işlemleri yürüten kişi ve kuruluşlar açısından da söz konusudur. Diğer bir deyişle finansal piyasalardaki varlıkların getirisi ve riskinin ne olduğu konusunda piyasa katılımcıları sürekli merak ve arayış içerisinde olmuşlardır. Bu nedenle finansal piyasalardaki getiri ve risk hesaplamasına yönelik yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Finansal varlıkların risklerinin ölçüsü olarak volatilité de kullanılmaktadır. Özellikle Modern Portföy Teorisinin ortaya çıkışı sonrasında volatilitenin finansal piyasalardaki önemi gittikçe daha fazla artmaya başlamıştır. Bunun ana nedeni Modern Portföy Teorisinin riski volatilité türünden tanımlamasıdır. Bu nedenle bu teörinin çıkışı sonrasında finans çevrelerinde varlık getirilerinde volatilitenin özelliklerinin araştırılması, volatilitenin ölçülmesi ve volatilitenin tahmini konusundaki çalışmaların sayısı gittikçe artış göstermiştir. Özellikle bilgi teknolojilerinin gelişmesi sonrasında finansal piyasalarda entegrasyonun artması bu konudaki çalışmaların önem ve sayısını daha da artırmıştır. Bu çalışmaların sonucunda volatilitenin ölçümü ve tahmini konusunda zamanla yeni yeni yöntemler geliştirilmiştir.

Finansal piyasalarda son dönemlerde finansal kuruluşların ve sonrasında ülke ekonomilerinin krizlere girmesine neden olacak ölçüde meydana gelen dalgalanmalar volatilitenin önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bu nedenle piyasalardaki volatilitenin ölçümü, tahmini ve kontrol edilebilmesine yönelik yeni yöntemler

geliştirilmesi ve bu konuda araştırmalar yapılması süreci dinamik bir şekilde ilerleyişini sürdürmektedir.

Volatilité konusunda yapılan çalışmalar sonucunda günümüze kadar volatilitenin ölçülmesi ve tahmini konusunda oluşturulmuş modelleri tarihi volatilité modelleri, ARCH/GARCH tipi modeller, stokastik volatilité modelleri ve örtülü volatilité modelleri olarak kabaca dört gruba ayırmak mümkündür (Poon ve Granger, 2005). Bu modellerden tarihi volatilité modelleri varyansın durağan olduğunu varsayarken diğer modellerde böyle bir varsayım söz konusu değildir. Yine söz konusu modellerden ilk üçü tarihi volatilité verilerinden yararlanarak tahminde bulunurken örtülü volatilité modelleri tarihi volatilité verilerine dayanmamakta olup, ileriye yönelik beklentileri kullanarak volatilité tahmini yapma imkanı sağlamaktadırlar.

Özellikle son yıllarda, hisse senedi veya hisse senedi endeksinin geçmiş dönem getirilerine dayalı olarak hesaplanan tarihsel volatiliteden ziyade, genellikle hisse senedi opsiyonu ya da hisse senedi endeksi opsiyon fiyatlarından türetilen, dolayısıyla da dayanak varlık için piyasa getiri beklentisini yansıtan örtülü (zimni) volatilité (Implied Volatility) daha fazla ilgi çekmektedir.

Opsiyon fiyatlarından yola çıkılarak hesaplandığından örtülü volatilitenin hesaplanması opsiyon sözleşmelerinin organize borsalarda işlem görmeye başladığı 1973 yılı sonrasında mümkün olmuştur. Fiyat ve faiz oranı bilgisi kullanılarak nasıl bir borçlanma aracının vadeye kadar getirisi hesaplanabiliyorsa, buna benzer bir yöntemle bir opsiyon sözleşmesinin örtülü volatilitesi hesaplanabilmektedir.

Örtülü volatilité, aralarında hisse senedi opsiyonu, hisse senedi endeksi opsiyonları ve varant gibi bir çok finansal aracın fiyatlamasında kilit bir unsur olduğundan, ayrıca çoğu zaman piyasaya yönelik beklentileri yansıttığı düşünüldüğünden, piyasa katılımcıları tarafından piyasaya ilişkin öncü gösterge olarak kabul edilmektedir. Diğer taraftan, örtülü volatilité aynı zamanda, dayanak varlığın getirisinden ziyade, volatilité hareketlerinden oluşturulan yatırım fırsatlarına odaklanan opsiyon stratejileri kullanan bir çok profesyonel yatırımcı ve fon yöneticisi için önemli bir gösterge konumuna gelmiştir.

Örtülü volatilitenin en önemli katkılarından biri volatilité endeksinin oluşturulmasına ilişkin imkanları sunmasıdır. Opsiyonların organize piyasada işlem görmesinden sonra 1977 yılından itibaren akademik düzeyde volatilité endeksi oluşturma çalışmaları başlamıştır. Volatilité endeksi oluşturma altında yatan temel nedenlerden biri piyasa dalgalanmalarına yönelik bir öncü gösterge arayışı olmuştur. Özellikle ABD piyasalarında 1987 krizinin yaşanmasından sonra bu alandaki çalışmalar daha da ilgi çekici hale gelmiş olup, 1990'lı yıllarda bu konuda yapılmış akademik çalışmalardan yararlanılmak suretiyle türev piyasalarda volatilité endekslerinin oluşturulmasına başlanmıştır. İlk olarak 1993 yılında, CBOE tarafından, Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinden de yararlanılarak, en fazla işlem gören S&P 100 Hisse Senedi Endeksi başabaş opsiyonlarının fiyatına dayalı olarak piyasanın 30 günlük örtülü volatilité beklentisi alınarak VIX adında volatilité endeksi oluşturulmaya başlanmış olup, bu durum volatilité endeksi oluşturma konusundaki en önemli gelişme olarak kabul görmektedir. Söz konusu endeks kısa süre içerisinde finans ve ekonomi çevrelerinde popüler hale gelmek suretiyle önemli bir risk göstergesi olarak kabul edilmiştir. ABD'de oluşturulan ilk volatilité endeksi sonrasında diğer gelişmiş ülke ve piyasalar tarafından da volatilité endeksi oluşturulmaya başlanmıştır.

İlk volatilité endeksinin oluşturulmasından on yıl sonra CBOE tarafından ilk endeksin metodolojisinde değişikliğe gitmek suretiyle CBOE, S&P 500 Hisse Senedi Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak yeni bir volatilité endeksi hesaplanmaya başlanmıştır. Bu yeni endekse VIX ismi verilmiş olup eski endeksin ismi VXO olarak değiştirilerek söz konusu endeksin hesaplamasına devam edilmiştir. Herhangi bir modele dayanmaması nedeniyle hesaplanması daha kolay olan yeni endeksin, eski endekse göre daha kullanışlı olduğu piyasa katılımcıları tarafından kabul edilmektedir. Yeni endeksin hesaplanması sonrasında gerek CBOE ve ABD içindeki diğer piyasalarda ve gerekse diğer bir çok ülke ve piyasalarda volatilité endeksleri oluşturma çalışmaları hız kazanmıştır. Ancak bir çok volatilité endeksi olmasına rağmen VIX menkul kıymet piyasalarında hala en çok güven duyulan, yaygın olarak kullanılan ve tartışılan bilgi göstergesi olmaya devam etmektedir.

Volatilite endekslerinin finansal piyasalara pek çok katkısı bulunmakta olup, bu endeksler yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. İlk olarak bu endeksler piyasalar hakkında öncü gösterge olarak işlev görmektedir. Piyasalarda çalkantıların olduğu dönemlerde volatilite endekslerinin değerleri de yükseliş göstererek sinyal vermektedirler. Volatilite endeksleri hisse senedi opsiyonu ve hisse senedi endeksi opsiyonlarının şeffaflığını artırarak hisse senedi türev piyasalarının gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Volatilite endeksleri ayrıca, opsiyonlar için volatilite parametrelerinin tahmini konusunda yatırımcılara katkı sunmakta, diğer taraftan bir takım türev ve yapılandırılmış tezgahüstü ürünün fiyatlamalarının karşılaştırılması konusunda yatırımcılara uygun bir araç sunmaktadır. Diğer taraftan, volatilite endeksleri alım satıma konu olabilmektedirler. Bunlara ilave olarak volatilite endeksleri türev araçlara dayanak varlık olarak kullanılmaktadır. Öyle ki volatilite endekslerine dayalı olarak çıkarılan opsiyon ve gelecek işlemleri sözleşmeleri organize piyasalarda işlem görmektedir.

Genel olarak bu çalışmanın amacı, finansal piyasalarda volatilite konusunda bilgilerle giriş yapıldıktan sonra, finansal piyasalarda popülerliği artmakta olan volatilite endeksleri hakkında detaylı incelemelerde bulunmak suretiyle söz konusu endekslerin önem ve özelliklerinin ne olduğunu ortaya koymak ve ayrıca dünyadaki volatilite endeksleri ve bunların özellikleri ve hesaplanma metodolojileri hakkında bilgi vermektir. Ek olarak Tezin yazılması tarihi itibarıyla henüz Türkiye için oluşturulmuş bir volatilite endeksi bulunmadığından, Türkiye için volatilite endeksi oluşturulması konusunda çalışmalar yapılacak olup, mevcut bilgiler kullanılmak suretiyle Türkiye için volatilite endeksi hesaplanacaktır. Son olarak da volatilite endeksleri ve seçilen ekonomik göstergeler arasındaki etkileşim konusunda ampirik bir çalışma yapılacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde genel olarak volatilite kavramına ve volatilitenin önemine değinildikten sonra, finansal piyasalarda volatilite üzerinde durulacaktır. Bu amaçla finansal piyasalarda gözlenen volatilitenin akademik finans çevrelerince tespit edilen bir takım temel karakteristikleri göz önüne serildikten sonra, finansal piyasalarda volatilitenin ölçülmesinde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilecektir.

Çalışmanın volatilité endekslerine giriş niteliğindeki ikinci bölümünde; volatilité endeksleri tanımlandıktan sonra dünyanın önde gelen ülkelerindeki volatilité endeksleri incelenecek olup, söz konusu endekslerin oluşturulma metodolojileri ve oluşumlarının hangi tarihsel süreçlerden geçtikleri konusunda bilgi verilecektir. Sonrasında ise bu volatilité endekslerinin türlerine ve oluşturulma süreçlerine ilişkin bilgilere yer verilecektir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; volatilité endekslerinin finansal piyasalardaki öneminin neden kaynaklandığı sorunsalı üzerine yoğunlaşılacaktır. Söz konusu endekslerin önemi; piyasalara öncü gösterge olarak sinyal vermeleri, bu endekslerin dayanak varlık olarak kullanılmaları suretiyle bu endeksler üzerine türev araçlar dizayn edilmeleri vb. alt başlıklar halinde detaylı olarak incelenmeye çalışılacaktır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye için volatilité endeksi oluşturulması üzerinde durulacaktır. Bu bölümde Türkiye’de volatilité endeksi oluşturulacak finansal aracın ne olacağı, volatilité hesaplanmasında kullanılacak yöntemler ve volatilité endeksinin oluşturulma biçimi konuları detaylı olarak irdelenecektir.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde, volatilité endeksleri üzerine ampirik bir çalışma yapılacaktır. Bu kapsamda, VIX volatilité endeksi ve ABD döviz kuru arasındaki (kısa ve uzun dönemli) ilişki olup olmadığı hususları ile Türkiye için hesaplanan volatilité endeksi ve USD/TL kuru arasındaki ilişki olup olmadığı hususları araştırılacaktır. Ampirik çalışma kapsamına alınan değişkenler arasında bir ilişki bulunması halinde aradaki etkileşimin varlığı ve varsa yönü ekonometrik analiz yoluyla ortaya konmaya çalışılacaktır.

1. VOLATİLİTE KAVRAMI VE FİNANSAL PİYASALARDA VOLATİLİTE

Varlık fiyatlarının belirleyen bileşenleri ve finansal piyasaların bu bileşenlerle ilgili bilgileri nasıl işledikleri hususunu anlamak finansın temel sorularından biri olagelmıştır. Bu sorunun cevabını bulmak için finansçılar hem beklenen getirileri hem de riskleri araştırma kapsamına almaktadırlar. Bu konuya ilişkin bir yaklaşım, varlık getirilerindeki herhangi bir beklenmedik değişimin temel bileşenler hakkındaki yeni bir bilgiyi yansıttığı ve varlık getirilerindeki herhangi bir beklenen değişimin ise öngörülebilir (tahmin edilebilir) temel riskleri yansıttığı şeklinde basit bir varsayımda bulunmaktır (Jones vd., 1998: 333). Bu kapsamda risk bileşeni, finansal varlık fiyatları veya getirileri ile ilgili olarak finans alanında üzerinde en çok durulan en önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Markowitz'in adımı ile başlayan modern portföy teorisi sonrasında, volatilitenin finans piyasalarındaki önemi artmaya başlamıştır; çünkü modern portföy teorisi, riski volatilité türünden tanımlamaktadır. Bu nedenle 1950'li yıllardan sonra finans dünyası varlık getirilerinin volatilitesini ve volatilitéye ilişkin zaman serilerinin niteliklerini incelemeye odaklanmıştır. Ancak 1980 sonrasında özellikle ABD'de yaşanan borsa krizi ile birlikte volatilitenin önemi eskisinden çok daha fazla artmış olup, buna paralel olarak volatilité üzerine yapılan çalışmaların sayısı da hızla artış göstermiştir.

Dolayısıyla son dönemlerde volatilitenin sebepleri, karakteristikleri ve isabetli bir şekilde ölçülmesi gibi konulara finans camiasının yoğun bir ilgisi bulunmaktadır. Volatilitenin isabetli ve hassas bir şekilde ölçülmesi başta opsiyon fiyatlama olmak üzere türev araçların fiyatlanması, optimal portföy seçimi kapsamında çeşitlendirme stratejilerinin uygulanması ve riske maruz değer modellemesi gibi risk yönetimi başta olmak üzere finanstaki bir çok uygulama açısından oldukça hayati bir rol oynamaktadır (Thupayagale, 2011: 290)

1.1 Volatilitenin Tanımı, Önemi Ve Etkileri

1.1.1 Volatilitenin Tanımı

Volatilité kavramının tanımını bulmak için sözlüğe bakıldığında, Türkçe sözlükte¹ bu sözcüğün bir karşılığı ve tanımı yer almamakla birlikte, yabancı dildeki sözlüklerde bir yığın tanımlama ile karşılaşılmaktadır. İngilizce sözlükte, görece olarak düşük sıcaklıklarda buharlaşabilen; uçabilen; neşeli, tasasız; tez canlı, patlamaya hazır, kararsız yapılı; geçici; hızlı ve beklenmedik değişime maruz kalan, anlamlarına gelen “*volatile*” sıfatına yer verilmekte, bu sıfatın isim halinin ise “*volatility*” olduğu belirtilmektedir. Kökü Latincedeki “*volatilis*” kelimesine dayandırılan bu kavram Fransızca “*volatilité*” olarak yer almakta olup, Fransızcadan dilimize geçtiği düşünülmektedir.²

Pratikte volatilité kavramın tanımını yapmamızı sağlayan iki temel hareket noktası bulunmaktadır. Bunlardan biri; tüm hareketlerle ilişkilendirebileceğimiz değişkenlik, diğeri ise; bilinmeyen hareketlerle ilişkilendirebileceğimiz belirsizlik olup, bu çerçevede volatilité, tahmin edilebilir volatilité ve tahmin edilemeyen volatilité olmak üzere iki alt bileşene ayrılabilir (Wolf, 2005: 49). Bu bileşenlerden her birine verilecek ağırlık incelenecek konunun kendisine bağlı olmakla birlikte, çoğu zaman öncelik, tahmin edilemeyen volatilitéye (hareketlilik) verilmektedir. Bu da demektir ki, volatilité bilinmeyen bir değişkenin tüm olası sonuçlarının yayılımını ifade etmektedir (Poon, 2005: 1).

Volatilité genellikle riskle ilişkilendirilir, öyle ki belirli bir ekonomik değişkenin olası hareketlilik ya da değişkenliğine ilişkin ölçüleme sağlar ve genellikle rassal bir değişkenin geçmiş dönemdeki gerçekleşen değerleri üzerine dayalı olarak tahmin edilir (Aizenman ve Pinto, 2005: 2); ancak volatilité tam olarak risk ile aynı şey değildir. Risk istenmeyen ya da arzu edilmeyen (olumsuz) sonuçlarla

¹ Türk Dil Kurumu’nun www.tdk.gov.tr adresli web sayfasındaki Güncel Türkçe Sözlük’ten bakılmıştır.

² Bkz. <http://www.merriam-webster.com/dictionary/volatility>

alakalı iken; volatilité tamamıyla belirsizliği de içeren ölçüm ile ilgilidir. Yani volatilité de olumlu ya da olumsuz sonuçlar söz konusudur ve bu durum çoğunlukla ihmal edilmektedir (Poon, 2005: 1).

Volatilitéyi gerçekleşen ya da tarihi volatilité (realized, actual) ve tahmin edilen volatilité olmak üzere ikiye ayırabiliriz. Tahmin edilen volatilité ileriki bölümlerde anlatılacak olan volatilité tahmin modelleri kullanılarak elde edilen geleceğe ilişkin volatilité tahmin değerleridir. Gelecekteki volatilitéyi (tarihi verilerle) tahmin etmemiz için geçmişte volatilitenin nasıl olduğunu anlamamız gerekmektedir (Sinclair; 2008: 15). Ancak gerçekleşen volatilité de doğrudan gözlemlenen bir değişken olmadığından bir takım yöntemler kullanılarak elde edilir. Bu konuda çeşitli alternatifler sunulmuştur. Yaygın yaklaşımlardan biri volatilité olarak getirilerin karesini ($\sigma_t^2=r_t^2$) kullanmaktır. Schwert (1989), volatilitenin fiyatlardaki ya da getiri oranlarındaki yüzde değişimler yoluyla ölçülmesi gerektiğini belirtmiştir. Ancak, Andersen ve Bollerslev (1998) gün içi verilerden elde edilen getirilerin karesinin toplamını almayı önermişlerdir. Diğer taraftan, Pagan ve Schwert (1990) getirinin ortalama modelinden elde edilen hata terimlerinin karesini kullanmayı savunmuşlardır. Ayrıca Sinclair (2008: 15-25), kapanıştan kapanışa volatilité (Close to close volatility), Parkinson volatilitesi, Rogers-Satchell volatilitesi, German - Klass volatilitesi ve Yang- zang volatilitesi gibi volatilité ölçüm metotlarından bahsetmiştir.

Finansal piyasalara bakıldığında, uygulamada volatiliteden söz edilirken genellikle varyansın karekökü olan standart sapmadan bahsedilir (Sinclair; 2008: 16). Varyans (σ^2) ve standart sapmaya (σ) ilişkin hesaplamalar aşığıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$\sigma^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2 \quad (1.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2} \quad (1.2)$$

r_t : t günündeki getiri, μ : T günlük dönemdeki ortalama getiriyi sembolize etmektedir.

Günlük verilerde bir varyansı yıllık olarak ifade etmek için ortalama işlem gününün karekökü ile çarpmamız gerekir. Yıllık ortalama işlem günlerinin sayısı 252 olarak kabul edilmekte olup, bir yılda (özellikle ABD’de) piyasaların açık olduğu günlerin (işlem günlerinin) yaklaşık sayısına denk gelmektedir.

Volatilite çoğu zaman geçmiş verilere dayalı olarak standart sapma ile ölçülmesine rağmen, varyans da volatilite ölçüm aracı olarak kullanılabilir (Aizenman ve Pinto, 2005: 3). Standart sapma varyansın karekökü olduğundan dolayı iki varlığın volatilitelerini karşılaştırırken hangi ölçüm aracını kullandığımız pek önemli olmamaktadır. Bununla birlikte, bilgisayarla volatilitenin ölçülmesi ve tahmin edilmesinde standart sapma varyanstan daha istikrarlı ve daha popüler bir ölçüm aracıdır (Poon, 2005: 1). Diğer taraftan standart sapma çoğu parametre ile aynı birime sahiptir. Örneğin, getiri ve ortalaması TL ile ifade edilebilirken standart sapma da TL ile ifade edilebilmektedir, buna karşın varyans ancak TL’nin karesi olarak ifade edilebilmektedir. Bu nedenle standart sapma finansal piyasalarda volatilite ölçümünde daha kullanışlı bir ölçüm aracı olarak kabul edilmektedir. Ancak standart sapmanın finansal piyasalardaki volatilite analizlerindeki kullanışlılığı dayanak değişkenin dağılımına bağlıdır. Bu nedenle araştırmacılar genellikle dayanak değişkenin normal dağılıma sahip olduğu şeklinde varsayımda bulunurlar (Hien, 2008: 19).

1.1.2 Volatilitenin Önem Ve Etkileri

Çeyrek asırdan daha fazla bir süredir finansal piyasalardaki volatilite, bir çok akademisyen, politika yapıcı ve uygulamacı tarafından gerçekleştirilen teorik ve ampirik araştırmaların odağında yer almaktadır (Yu, 2002: 193; Brooks, 1998: 59). Özellikle ABD’deki 1987 yılında yaşanan borsa krizi sonrası finansal piyasalarda volatilitenin önemi gittikçe artmıştır. Bu tarihten sonra finansal piyasalarda volatilitenin modellenmesi ve tahmini konusu gittikçe önem kazanmış olup, günümüzde de bu konu halen önemini sürdürmektedir.

Volatilitenin finansal piyasalarda önem kazanmasının başlıca birkaç sebebi bulunmaktadır.

Bunlardan birincisi, finansal piyasalardaki riskin ölçülmesinde kullanılabilmesi nedeniyle politika belirleyiciler ve finansal piyasa katılımcıları tarafından volatiliteye büyük önem atfedilmesidir (Yu, 2002: 193). Çünkü günümüzde risk yönetimi sürecinde volatilité en önemli bileşenlerden birini oluşturmaktadır.

İkincisi, son zamanlarda hisse senedi piyasasındaki volatilitenin geçmişe göre daha fazla artmış olduğunun gözlenmiş olmasıdır. Bu volatilitédeki artışın sebepleri olarak algılanan gelişmeler; alım satım sistemlerinin otomatize olması şeklinde gerçekleşen kurumsal dönüşümün yanı sıra, ortalama hisse senedi fiyatlarında dalgalanmalara yol açabilecek opsiyon ve vadeli işlemler gibi türev araçların işlem görmeye başlamasıdır (Schwert, 1990; McMillan vd., 2000: 435). Ancak, hisse senedi, borçlanma araçları (tahvil ve bono) ve döviz piyasasındaki volatilité artışları finansal piyasaların istikrarı ve bunun ekonominin tamamına olacak etkileri konusunda kamuoyunda endişeler uyandırmıştır (Yu, 2002: 193). Bu endişeler nedeniyle volatilitéye olan ilgi biraz daha artmıştır.

Garner (1988) tarafından yapılan çalışmada ABD hisse senedi piyasasında 1987 yılında yaşanan çöküşün ülke genelinde tüketim harcamalarında azalmalara neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ek olarak, Maskus (1990) çalışmasında, döviz piyasasındaki volatilité yüksekliği anlamına gelen döviz kurundaki belirsizliğin dış ticaret üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğu sonucuna varmıştır.

Öte yandan, Aizenman ve Pinto (2005: 2), ampirik çalışmaların gelişmekte olan ülkelerdeki zayıf politika ve kurumların volatilitenin büyüme üzerindeki olumsuz etkilerini arttırdığını ve gelişmiş ülkelere nazaran bu ülkelerde daha fazla gerilemeye yol açtığını gösterdiklerini ileri sürmektedirler.

Yukarıda değinilen çalışmalara paralel sonuçlar içeren çok sayıda çalışma mevcut olup, volatilitenin yapısının analiz edilmesi, sonrasında ise olası sonuçlarının öngörülmesi ve yönetilebilmesi özellikle gelişmiş finansal piyasaları olan gelişmiş ülkelerdeki politika belirleyicilerin temel kaygısı haline gelmiştir.

Üçüncü olarak; hisse senetleri piyasasındaki volatilité türev araçlarının fiyatlandırılmasında temel unsurlardan birini oluştururken, bir çok riske maruz değer modeli için de çok gerekli bir unsurdur. Örneğin Avrupa tipi alım opsiyonları için

Black – Scholes opsiyon fiyatlama modelinin formülü volatilitenin fonksiyonu olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle varlık fiyatlama, opsiyon fiyatlama, portföy kararları ve piyasadaki zamanlama kararlarında, volatilitenin ölçülmesi ve tahmin edilmesindeki kesinlik gittikçe daha çok önem kazanmaktadır (McMillan vd., 2000: 435).

Dördüncü olarak, 1960’lı yıllardan itibaren hisse senedi piyasalarındaki volatilitede kümelenme eğilimleri gözlenmektedir (Mandelbrot, 1963; Fama, 1965). Fakat otoregresif koşullu değişen varyans (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity -ARCH) modelinin Engle (1982) tarafından ve ardından ise bu modelin genelleştirilmiş hali olan genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity - GARCH) modelinin Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmesi sonrasında araştırmacılar için finansal verilerin ikinci ve daha yüksek derecedeki momentlerinin ekonometrik teknikler kullanılarak modellenmesi mümkün olmuştur (McMillan vd., 2000: 435).

Beşinci olarak volatilitenin kendisi, opsiyonlar ve opsiyonların bileşimi kullanılarak sanki bir varlıkmiş gibi alım satıma konu edilmekte, bu nedenle de gelecekteki volatilité konusundaki isabetli öngörüler, öngörü sahibine doğrudan kazanç (kar) elde etme imkanı (potansiyeli) sağlamaktadır (Brooks, 1998: 59). Ayrıca, volatilitenin fonksiyonelliği nedeniyle opsiyon piyasalarının volatilitenin alım satımının yapıldığı piyasalar olarak algılanmasına da neden olmaktadır (Yu, 2002: 193).

Altıncı olarak finansal piyasalarda bilgi akışının baş döndürücü bir hıza ulaşması ve neredeyse birçok ülkedeki finansal piyasaların birbirleriyle uyum içerisinde çalışması sonucunda çoğu zaman dünyada tek bir küresel finansal piyasa varmış gibi algının oluşması, piyasalar arası etkileşimi artmasına neden olmakta ve bu durum da volatilitéye daha da önem kazandırmaktadır.

Yukarıda bir kısmı sıralanan nedenlerle volatilitenin zaman boyunca durağanlığı, bulaşıcılığı, sürekliliği (persistence) ve diğer değişkenlerle ilişkileri konusundaki çalışma ve değerlendirmeler yoğun ilgi görmüş, ayrıca daha isabetli volatilité tahminleri yapmayı sağlayan modeller bulma ve bulunan modellerin tahmin gücünü test etmeye yönelik araştırmalar da oldukça çoğalmıştır.

1.2 Finansal Piyasalarda Volatilite

Finansal piyasalarda volatilite; söz konusu piyasada alım satım konu olan hisse senedi, borçlanma araçları, döviz vb. varlıkların getiri veya fiyatlarında meydana gelen değişkenliği ifade etmektedir. Volatilite finansal piyasalarda doğrudan gözlemlenebilen bir olgu değildir. Hisse senedi ya da tahvil getiri serileri gibi gözlemlenen başka bir seri kullanılarak söz konusu seri için volatilite hesaplaması yapılmaktadır. Bu nedenle volatilite tahmini için çok sayıda alternatif ölçme modelleri geliştirilmiştir. Ancak bu ölçüm modellerinin çoğu döviz kurları hisse senedi getirileri vb. finansal verilere özgü nitelikleri açıklama konusunda sınırlı kapasiteye sahiptir (Brooks, 2008: 380). Finansal verilere özgü bu nitelikler doğru modelin oluşturulması, hesaplama ve tahmin için oldukça kritik öneme sahiptirler.

Finansal piyasa volatilitelerini anlamak, finansal piyasalardaki uygulamacılar ve dünyadaki merkez bankası araştırmacıları için oldukça önemli bir konudur. Finansal piyasa volatilitesine ilişkin zaman serisi modelleri varlık fiyatlarındaki volatilite dinamiklerini kapsamak konusunda biraz başarı elde etseler de (Engle, 1982; Bollerslev, 1986), söz konusu modellerin gücü, yüksek frekanslı veri kullanımına dayanmakta ve geçerliliklerinin kısa dönem ile sınırlandığı görülmektedir (Diebold ve Christoffersen, 2000). Günümüzde hala finansal piyasa volatilitelerinin temel belirleyicileri hakkında bilinenler bilinmeyenlerden daha azdır. Ayrıca volatilitenin zaman boyunca neden değiştiğini açıklamaya yönelik önceki teşebbüsler en iyi ihtimalde dahi yetersiz sonuçlar elde etmişlerdir. Schwert (1989), tarafından ortaya atılan ve finansal piyasa volatilitelerinin ekonomik volatilite ölçümlerinden ayrı olduğunu savunan volatilite muamması (volatility puzzle) hala büyük oranda geçerliliğini korumaktadır (Arnold ve Vrugt, 2010: 708).

Finansal piyasalardaki volatiliteleri; menkul kıymetler piyasasında volatilite ve döviz piyasasında volatilite olarak incelemek mümkündür. Menkul Kıymet piyasası ise hisse senedi piyasası ve özellikle faiz oranları volatilitelerini içeren borçlanma

araçlarının (tahvil ve bono) piyasası şeklinde alt başlıklar halinde incelemek mümkündür.

1.2.1 Menkul Kıymet Piyasasında Volatilite

Menkul kıymet piyasasındaki volatilite esas itibariyle hisse senedi piyasasındaki volatilite ile tahvil ve bono piyasasındaki volatilite olarak ele alınır. Ancak yapılan ampirik çalışmalarda bu iki piyasa arasında volatilite bağlantıları olduğu, bir piyasadaki volatilite değişiminin diğerindeki volatilitede de değişim yarattığı bulgularına ulaşılmıştır.

Hisse senedi ile tahvil ve bono piyasaları arasındaki volatilite geçişi yatırım, risk yönetimi ve düzenleyici politika kararlarını vermede oldukça önemlidir. Fleming, Kirby ve Ost diek'e (1998) göre hisse senedi ile tahvil ve bono piyasaları arasındaki volatilite bağlantıları iki yoldan ortaya çıkar (Chuliá ve Torro, 2008: 1067). Bunlardan birincisi, her iki piyasayı aynı anda etkileyen yaygın veya kamuya açıklanmış bilgidir ki bu bilgi yatırımcıların spekülative taleplerini değiştirerek birden fazla piyasada işlem yapılmasını teşvik eder. İkinci yol ise, piyasalar arası korunma işlemleri (hedging) nedeniyle yayılan bilgidir. Bir varlık piyasasındaki şok diğer bir varlık piyasasını dengelemek üzere harekete geçirir. Böylelikle bilgi akışı meydana gelir ve bu da her iki piyasada işlem yapılmasına ve volatiliteye yol açar.

Sabit getirili varlıklar ve hisse senedi piyasası endeksi volatilitesi arasındaki dinamik ilişkiler incelendiğinde asimetric volatilite ve kovaryansı dikkate almak gerekir. Asimetric volatilite, ileriki bölümlerde daha detaylı olarak açıklanmakla birlikte, ikisi de aynı boyutta olmak üzere negatif getiri şokların (hisse senedi değerindeki (fiyatındaki) beklenmeyen düşüşler) pozitif getiri şoklarından (hisse senedi değerindeki (fiyatındaki) beklenmeyen yükselişler) daha fazla volatilite değişimine neden oldukları anlamına gelir. Asimetric kovaryans ise, piyasa portföyü ile hisse senedi getirisi kovaryansının negatif şok sonrasında pozitif şok sonrasında göre daha duyarlı (tepkisel) olduğu anlamına gelir (Chuliá ve Torro, 2008: 1067).

1.2.1.1 Hisse senedi Piyasasında Volatilite

Özellikle Markowitz'in portföy teorisi konusundaki çığır açan çalışması sonrasında hisse senedi piyasasında volatilite, varlık fiyatlama ile portföy ve risk yönetimi gibi konularda düzenli olarak karşılaşılan ve gittikçe önemi artan bir değişken haline gelmiştir (Mills ve Markellos, 2008: 157). Hisse senedi piyasasında bir hisse senedi getirisinin volatilitesi, söz konusu hisse senedi tarafından sağlanacak getiriye ilişkin belirsizliğin ölçümüdür (Hull, 2009: 282). Finansal piyasalarda volatilite üzerine yapılan çalışmaların büyükçe bir kısmı hisse senetleri piyasasındaki volatiliteyi araştırma, ölçme ve özelliklerini anlama üzerinedir.

Hisse senedi fiyatı volatilitesi beklenen getirilerin gerçekleşmesindeki belirsizliğin ölçümü olup belirli bir dönem boyunca hisse senedi fiyat değişimlerindeki değişkenliği esas alır (Anderson ve Breedon, 1996: 8). Yatırımcılar söz konusu değişkenliği risk olarak algılamakta, politika belirleyiciler volatilite tahminlerini hisse senedi piyasasının duyarlılığını ölçmek için kullanmaktadır (Zafar vd., 2008: 136).

1.2.1.2 Faiz Oranları Volatilitesi veya Tahvil ve Bono Piyasasında Volatilite

Tahvil fiyatlarında belirleyici unsur faiz oranları olduğundan dolayı, tahvil ve bono piyasalarındaki volatilite büyük oranda faiz oranlarındaki volatilite kaynaklıdır. Volatilite tahvil fiyatlamada durasyon, konveksite gibi borçlanma aracına bağımsızlık sağlamak için uygulanan yöntemlerde kullanılan önemli bir girdidir.

Dolayısıyla tahvil ve bono piyasalarındaki getiri volatilitesine ilişkin çalışmalar yalnızca söz konusu piyasanın getirisi ya da tahvilin verimini tahmin etmek için değil, aynı zamanda bu varlıklara ilişkin olarak yatırım kararları, varlık fiyatlama, risk yönetimi ve uluslararası çeşitlendirme faaliyetleri konusunda volatilitenin davranışını ve piyasalar arasında geçişini anlamak konusunda yatırımcılara yardımcı olması bakımından önemlidir.

1980’li yıllardan itibaren hisse senedi piyasa volatilitesine olduğu gibi faiz oranı volatilitesi üzerine de artan bir ilgi söz konusudur. 1980’lerin başında artan enflasyon bekleyişleri, kısıtlayıcı para politikaları ve faiz oranı tavanlarının kaldırılması yüksek ve oldukça volatil olan faiz oranlarına neden olmuştur (Beckett ve Sellon, 1989: 18).

Faiz oranı volatilitesinde yükselmeler makroekonomi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Beckett ve Sellon, 1989: 18-19). Faiz oranı volatilitesinin ekonomiye zarar verme kanallarından biri; özel sektör yatırım harcamaları vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Yatırım yapanlar faiz oranları volatilitesindeki artışları, firmalara ait tahvillerin ve diğer yatırım araçlarının riskinde bir artış olarak yorumlarlar. Böyle bir durumda yatırımcılar portföylerindeki varlık tercihlerini artan volatilitenin nedeniyle riskli hale geldiğini düşündükleri firmalara ait tahvillerden daha az riskli olarak gördükleri varlıklara doğru kaydırabilirler. Bir diğer seçenek yatırımcıların daha riskli hale gelmiş tahvillerden elde ettikleri eski getiri düzeyinden daha fazla getiri talep etmeleridir. Dolayısıyla tahvillere olan talebin düşmesi sonucu ya da istenen getiri oranının yükselmesi nedeniyle, firmalar tahvilleri daha cazip hale getirebilmek için tahvillere ait faiz kupon oranlarını artıracaklardır. Bu da firmaların finansman maliyetlerinde bir artışa neden olacaktır. Finansman maliyetlerinin artışı yatırım talebinde azalmaya ve dolayısıyla firmalar tarafından yapılan özel sektör yatırımlarının azalmasına ve ekonomik büyümede yavaşlamaya neden olacaktır.

Faiz oranı volatilitesi ikinci olarak ekonomiyi para politikası aracılığıyla etkilemektedir. Faiz oranı volatilitesi para politikası üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Eğer artan faiz oranı volatilitesi, yatırımcıların yatırım portföylerini değiştirmelerine neden oluyorsa, bu durumda para talebinde de değişimler meydana gelecektir. Eğer ekonomideki para politikası kavramı; para ile ekonomik aktivite arasındaki istikrarlı ve dengeli ilişki varsayımı üzerine dayalıysa, faiz oranı volatilitesi nedeniyle para talebinde meydana gelen değişiklikler para politikasını daha zor hale getirerek güçleştirecektir (Garner, 1988: 7-8). Bunun yanı sıra; eğer artan faiz oranı volatilitesi finansal piyasalardaki finansal araçların (aracı kuruluşların) varlıklarını ve faaliyetlerini sürdürebilme kabiliyetlerini tehdit ediyorsa, bu durum finansal sistemin zayıflamasına da neden olabilmektedir (Frenkel ve Goldstein, 1989: 6). Çünkü yüksek

faiz oranları volatilitesi uzun vadeli varlıklara ve kısa vadeli yükümlülüklerle sahip finansal kuruluşlarda aktif pasif uyumsuzluğu yaratarak bu kuruluşlar için kırılganlık yaratmakta, hatta likidite krizine girmelerine veya iflaslarına yol açmaktadır (Beckett ve Sellon, 1989: 19). Düzenleyici kuruluşlar bu tür durumları engellemek amacıyla finansal kuruluşlarda sermaye yükümlülüklerinin artırılması şeklinde önlem almaktadırlar.

1.2.2 Döviz Piyasasında Volatilite

Sistemden kaynaklanan sorunlar nedeniyle 1973 yılında, gelişmiş ülkeler sabit döviz kuru sistemi olan Bretton Woods'u terk ederek, dalgalı döviz kuru sistemine geçmişlerdir. Bu tarihten sonra döviz piyasasındaki volatilite ve yeni sistemdeki döviz kuru volatilitesinin uluslararası ticareti ve sermaye akımlarını olumsuz yönde etkilemesine yönelik kaygılar finansal piyasaların gündeminde yer almaktadır.

Döviz piyasasındaki volatilite, diğer piyasalardaki volatilitelere paralel olarak, döviz kurunda meydana gelen ani değişkenlikler olarak tanımlanabilir. Esnek döviz kuru sisteminde döviz kuru, döviz arz ve talebinin kesiştiği noktada oluşmaktadır. Bu nedenle döviz arz ve talebini etkileyen faktörler denge döviz kurunu ve dolayısıyla döviz kuru volatilitesini etkilemektedir (Hakkio, 1990: 54-55).

Döviz kuru volatilitesi; uluslararası sermaye akımları, ülkelerarası ticaret ve yurtiçi yatırım ve üretim konuları üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğundan, finansal serbestleşmenin artmasıyla birlikte döviz piyasasındaki volatilite de oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Döviz kuru volatilitesi iki nedenden dolayı özel bir öneme sahiptir. İlk olarak; döviz kuru volatilitesi hükümetlerin uyguladıkları para politikalarını etkileme gücüne sahiptir. Bu etkiler özellikle ihracata dayalı büyüme stratejisi uygulayan ekonomiler için oldukça önemlidir. İkinci neden ise; yatırımcıların 1990 sonralarında yoğun olarak uluslararası portföylere yönelmeleri sebebiyle varlık piyasası yaklaşımının yaygın hale gelmesidir (Sengupta ve Sfeir, 1997: 622-623).

Döviz kuru volatilitesi bazı mekanizmalar aracılığıyla ekonomiyi, özellikle de uluslararası ticareti etkileyebilmektedir (Maskus, 1990: 16). İlk olarak; döviz kuru

volatilitesi de uzun vadeli yatırımı etkileyen gelecek karları ile ilgili belirsizlikler yaratabilmektedir. Eğer uluslararası ticaret yapan ülkeler, artan döviz kuru volatilitesinin karlarını düşüreceğine inanırlarsa, uzun vadeli yatırım yapmaktan kaçınacaklardır. Bu durumda döviz kuru volatilitesindeki artışlar, uluslararası ticaret üzerinde olumsuz bir etki yaratacaktır.

Döviz kuru volatilitesinin uluslararası ticareti engellemesinin bir diğer yolu; ithalat ve ihracat fiyatlarının yükselmesi aracılığıyla gerçekleşir. Artan döviz kuru volatilitesinin yarattığı döviz kuru belirsizliğinden dolayı şirketlerin uluslararası ticaret fiyatlarına risk primlerini de eklemeleri sonucu, ithalat ve ihracata konu olan mal ve hizmetlerin fiyatlarında artma meydana gelecektir. Fiyatlarda meydana gelen bu artışlar tüketicilerin söz konusu mallara olan taleplerinde azalma yaratarak dünya ticaretinin azalmasına neden olacaktır. Sonuç olarak; artan döviz kuru volatilitesi, dünya ticaretinin büyümesini yavaşlatarak bir anlamda uluslararası ticarete engel olacaktır.

Son olarak döviz kuru volatilitesinde meydana gelen değişimler uluslararası sermaye akışlarını da etkileyecektir. Artan döviz kuru volatilitesinin ardından, döviz kuru belirsizliklerindeki artışlar dünyadaki etkin kaynak akımını kesintiye uğratarak, uzun vadeli sermaye akımlarının azalmasına neden olacaktır. Ayrıca döviz kuru volatilitesi, kısa dönemli spekülasyon sermaye akımlarını yükselterek para politikasını güçleştirme etkisine sahiptir. Böyle bir durumda, merkez bankaları hızlı bir biçimde döviz piyasalarına müdahale etmeye zorlanabilir. Ancak merkez bankalarının müdahale gücü sahip oldukları döviz rezervi miktarı ile doğru orantılıdır. Rezervler tükendiğinde ülkenin krize girmesi söz konusu olmaktadır. Bu nedenle merkez bankalarının yerli ekonomiyi sermaye hareketlerinin olumsuz etkilerinden korumak için para politikalarını yeniden düzenlemeleri gerekebilir (Beckett ve Sellon, 1989: 19). Döviz kuru volatilitesi; dünya ekonomisinin düzgün bir şekilde işleminde etken olan uluslararası ticaret ve sermaye akımlarını bu şekilde olumsuz etkilediğinden dolayı ekonomik refahı azaltıcı yönde etkide bulunmaktadır (Kanalıcı ve Nargeleçekenler, 2006: 12).

1.3 Finansal Piyasalardaki Volatilite ile İlgili Bazı Kavramlar

Finansal zaman serileri diğer verilerden farklı bir takım kendilerine has karakteristiklere sahiptirler. Çoğu ampirik çalışma finansal zaman serilerinin, biçimlendirilmiş olgular (stylized fact) olarak da bilinen bir çok genel özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle finansal piyasada fiyat ve getirileri araştırmaya yönelik modellerin başarılı sonuçlar verebilmesi için finansal verilere ilişkin karakteristikleri kapsayabilmesi gerekmektedir (Subbotin ve Chauveau, 2010: 106).

Söz konusu karakteristiklerden önemli olduğu düşünülenlere ilişkin bilgiler sonraki alt bölümlerde detaylı bir şekilde verilmektedir.

1.3.1 Volatilitenin Kümelenmesi

Oldukça geniş bir kesimin dikkatini çekmekte olan finansal piyasalardaki volatilite süreklilik ve kümelenme özelliği göstermektedir (Poon ve Granger, 2005). Volatilite kümelenmesi finansal piyasalardaki volatilitenin öbekler şeklinde görünme eğilimidir (Fama, 1965). Hisse senedi fiyatları incelendiğinde aynı yönlü (artış veya azalış) olmak üzere büyük değişimlerin büyük değişimler tarafından, küçük değişimlerin de küçük değişimler tarafından takip edildiği görülmektedir (Mandelbrot, 1963: 418). Başka bir deyişle hisse senedi piyasasındaki seriler gözlemlendiğinde büyük dalgalanmaların ve küçük dalgalanmaların olduğu alt dönemler sıklıkla görülen bir olgu olarak karımıza çıkar ki buna volatilite kümelenmesi adı verilmektedir (Gujarati, 2003: 856).

Finansal piyasalarda hisse senedi getiri serilerinin evrensel bir özelliği olarak gözlemlenen söz konusu olgunun mantıklı açıklaması; hisse senedi piyasasında fiyatların değişmesine neden olan bilgi akışının döneme eşit olarak dağılma yerine öbekler şeklinde geliyor olması olabilir (Brooks, 2008: 380). Volatilite kümelenmesi piyasadaki şokların kalıcılığının (inatçılığının) göstergesi olup, zimni olarak şimdiki ve geçmişteki gerçekleşmiş volatilitenin kullanılması yoluyla volatilite öngörülerinde bulunulabileceğini göstermektedir (Aydemir, 1998: 4). Bu durum da bize varyansın

zaman boyunca sabit olmadığını ve hata terimlerinin varyans değerleri arasında otokorelasyon varlığını işaret etmektedir.

Ek olarak, Finansal serilerin ikinci momentlerinin dağılımındaki daha kalın kuyruklar ve durağan olmama durumu veri setlerindeki volatilité kümelenmesinden kaynaklanmakta, bu durum getiri oranlarının oldukça oynak (volatil) ve durgun dönemler tarafından şekillendirilmesiyle oluşmaktadır (Giannopoulos, 2000: 45).

1.3.2 Asimetri Ve Kaldıraç Etkisi

Finansal piyasalarda getiri değışiklikleri ile volatilité arasında negatif korelasyon bulunmaktadır. Ancak bu ilişki simetrik bir nitelikte değildir. Yani, finansal piyasa volatilitésinin iyi ve kötü haberlere karşı asimetrik reaksiyon gösterme eğiliminde olduğu söylenebilir (Kovacic, 2008: 184). Diğer bir deyişle geçmiş dönemde gözlemlenen aynı boyuttaki pozitif ve negatif getirilerin şimdiki volatilité üzerindeki etkisi aynı değildir (Subbotin ve Chauveau, 2010: 107). Bu durum finansal piyasa volatilitésinde asimetri olarak bilinmektedir.

Finans literatüründe hisse senedi piyasalarındaki asimetri için, kaldıraç etkisi (leverage effect) ve volatilité geri bildirim (volatility feedback) hipotezi olmak üzere iki açıklama sunulmaktadır (Chuliá ve Torro, 2008: 1068).

Bu hipotezlerden ilki olan, kaldıraç etkisi hipotezine göre, hisse senedi fiyatındaki bir düşüş (negatif getiri) finansal kaldıraç yükselterek hisse senedini daha riskli hale getirir ve bu durum hisse senedinin volatilitésini yükseltir (Black, 1976; Christie, 1982). Kaldıraç etkisi kavramı, volatilitenin ikisi de aynı miktarda olmak üzere fiyat düşüşlerinde fiyat yükselişlerine göre daha fazla yükselme eğiliminde olmasını ifade eder (Brooks, 2008: 380). Kaldıraç etkisine göre, hisse senedi fiyatlarındaki azalış (artış) şirketlerin kaldıraç seviyesini ve dolayısıyla hisse senedi sahiplerinin riskini artırır (azaltır) ve bu nedenle hisse senedinin volatilitesi artar (azalır).

Geri bildirim hipotezine göre, volatilitedeki asimetri, getirilerin basitçe zamanla değışen risk primlerinin varlığını yansıttığı gerçeğine karşılık gelir. Eğer

volatilite fiyatlanırsa volatilitede beklenen bir yükseliş hisse senedinde beklenen (istenen) getiriyi de yükseltmiş olur ki bu da hisse senedi fiyatında ani düşüşe yol açar (Campbell ve Henstschel, 1992; French, Schwert, ve Stambaugh, 1987; Pindyck, 1984). Bu ikinci hipotez iki temel ilkeye dayanmaktadır. Birincisi volatilitenin kalıcı (inatçı) olduğu, ikincisi ise beklenen getiri ve koşullu varyans arasında bir pozitif zamanlar arası (intertemporal) ilişkinin var olduğudur (Chuliá ve Torro, 2008: 1068).

Sonuç olarak hisse senedi piyasasındaki asimetrinin nedenselliği farklıdır. Kaldıraç etkisine göre getiri şokları koşullu volatilitede değişime yol açarken, volatilitate geri bildirim hipotezine göre koşullu volatilitedeki değişimler getiri şoklarına neden olmaktadır. Bu iki etkiden (kaldıraç etkisi ve volatilitate geri bildirim) hangisinin asimetrinin ana nedeni olduğu sorusu hala cevaplanamamıştır. Kaldıraç etkisi üzerine yoğunlaşan çalışmalar bu etkinin asimetrinin tamamını açıklayabilmek için yetersiz olduğunu göstermişken (Christie, 1982; Schwert, 1989); Braun, Nelson ve Sunier (1995), Bekaert ve Wu (2000) ile Wu (2001) volatilitate geri bildirim hipotezinin asimetrinin ana nedeni olduğu konusunda açık bulgulara ulaşmışlardır (Chuliá ve Torro, 2008: 1068).

Menkul kıymet piyasalarına bakıldığında, asimetri etkisinin sabit getirili menkul kıymetler ve hisse senetleri piyasasındaki oluşumlarının farklı olduğu söylenebilir. Sabit getirili varlıklardaki asimetrik volatilitate söz konusu varlıkların beklenmeyen şoklarından kaynaklanmamaktadır, çünkü asimetri etkisi tahvil ile hisse senedi arasındaki kovaryansta mevcuttur (Chuliá ve Torro, 2008: 1068). Üstüne üstlük koşullu ikinci momentteki asimetri etkisi ve hisse senedi ile tahvil ve bono piyasalarındaki volatilitate yayılması özellikle hisse senedi piyasalarının çalkantılı olduğu dönemlerde önem arz etmektedir. Bu çalkantılı dönemlerde asimetrik volatilitate ve kovaryans olgusu özellikle hisse senedi piyasalarında yoğundur ve piyasalar arası korunma işlemleri (hedging)³ yoluyla da sabit getirili menkul kıymetler piyasasına da yayılır (Chuliá ve Torro, 2008: 1068). ABD’de (De Goeij ve Marquering, 2004; Scruggs

³ Bu durum “kaliteye uçmak” (flight to quality) olgusu olarak bilinir; hisse senedi piyasasında krizle karşılaşıldığında hisse senedi piyasasından tahvil ve bono piyasasına doğru sermaye akışı olur.

ve Glabadanidis, 2003), Euro bölgesinde (Kim vd., 2006) ve küresel piyasalarda (Cappiello vd., 2006) yapılan çalışmalar bu durumu doğrular niteliktedir.

1.3.3 Uzun Dönem Hafıza

Getirilerin mutlak değerlerine ilişkin zaman serilerinde önemli nitelikte otokorelasyonun varlığına rastlanmakta ve söz konusu otokorelasyon fonksiyonu zamanla (gecikmeli olarak) yavaşça (geometrik azalmadan daha yavaş) azalmaktadır (Subbotin ve Chauveau, 2010: 107). Uzun dönem hafıza, düzensiz dönemsel dalgalanmalarla karakterize edilen serilerin uzun dönem gecikmeli değerlerinde korelasyona sahip olmalarına ilişkin yapıyı tanımlar (Thupayagale, 2011: 292). Daha basit bir şekilde ifade etmek gerekirse, uzun dönem hafıza, volatilité üzerindeki şokların etkisinin uzun bir süre devam etmesi demektir.

Volatilitenin uzun dönem hafıza içermesi durumunda uzunca bir dönemki geçmiş gözlem değerleri arasında otokorelasyona rastlanacak olup, serilerin gözlem değerlerinin bağımsız olmadığı bu durumda geçmiş dönem volatilité değerleri gelecek dönem volatilitesi öngörüsünde kullanılabilecektir (Thupayagale, 2011: 299).

Özellikle yüksek frekanslı verilerde volatilitenin oldukça inatçı olduğu görülmekte ve koşullu varyansta neredeyse birim kökün varlığına rastlanmaktadır (Aydemir, 1998: 4). Çok sayıda çalışma günlük getiri volatilitelerinin etkisinin uzun dönemli kalıcı (inatçı) olduğunu göstermektedir. Granger vd. (1993) ile Bollerslev ve Mikkelsen (1996) hisse senedi piyasasında uzun dönemli hafıza üzerine çalışmışlardır. Söz konusu çalışmaların sonucu volatilité şoklarının uzun dönemde kalıcı olduklarını göstermektedir. Ayrıca söz konusu çalışmalar kalıcılığın modellenmesi için birim kök ve otoregresif koşullu değişken varyans ile stokastik volatilité modelleri tarafından kalıcılığı modellemek için kullanılan uzun dönem hafıza süreci gibi yöntemleri önermiştir.

1.3.4 Birlikte Hareket (Eş Hareketlilik) veya Yayılma

Farklı ülkelerdeki ya da borsalardaki hisse senedi piyasası getiri endeksleri gibi değişik piyasalardaki zaman serilerine bakıldığında, borsalardan birinde yaşanan büyük bir hareketlenmenin diğer borsadaki hareketle çakıştığı gözlenmektedir. Bu durum hisse senedi piyasalarının volatiliteleri arasında korelasyon olduğuna ilişkin bir ipucu vermektedir.

Hisse senetleri piyasalarının volatiliteleri arasında korelasyonun varlığına rastlanan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Savva (2009) çalışmasında, Avrupa'daki hisse senetleri piyasaları ile ABD hisse senetleri piyasaları arasında karşılıklı olarak volatiliteler yayılma etkilerinin varlığına ilişkin bulgulara rastlamıştır. Syriopoulos ve Roumpis (2009) başlıca gelişmekte olan güney Avrupa hisse senetleri piyasaları (Türkiye, Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Hırvatistan ve Kıbrıs Rum Kesimi), ABD ve Almanya gibi önde gelen gelişmiş hisse senetleri piyasaları arasındaki bağlantı, eş hareketlilik ve karşılıklı bağımlılığı araştırmışlardır. Söz konusu çalışmalarında incelenen piyasalarda gelişmiş hisse senedi piyasalarının gelişmekte olan hisse senedi piyasaları üzerinde uzun dönem etkiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Volatilitedeki eş hareketlilik tahvil piyasalarında da mevcuttur. Christiansen, (2007), yaptığı çalışmada ABD ve Avrupa'daki tahvil piyasalarında volatiliteler eş hareketliliği yaşandığı, bu etkinin Avrupa ülkelerinde daha belirgin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca söz konusu çalışmada, Euro'ya geçiş sonrasında Avrupa ülkelerindeki (Birliğe üye ülkeler ve Danimarka) tahvil piyasalarının daha bütünleşmiş olduğunu, bu bütünleşmenin temel sebebinin de faiz oranlarının yakınsaması olarak görüldüğünü dile getirilmiştir.

1.3.5 Sivrilik, Basıklık ve Kalın Kuyruk

Basıklık ölçüleri serideki birimlerin basık (platykurtic), sivri (leptokurtic) veya normal (mesokurtic) olup olmadığını gösteren ölçülerdir (Orhunbilge, 2000: 137).

Genellikle herhangi bir dağılımın normal dağılıma göre ne durumda olduğunun araştırılmasında bu ölçüler önemlidir. Basıklık ölçülerinin amacı, serilerin her iki uçtaki değerler arasındaki dağılıma oranla ortalamaya yakın değerlerde nasıl toplandıklarını saptamaktır. Serilerin sivri olması halinde birimlerin ortalama etrafında toplandığı, basık serilerde ise birimlerin ortalama etrafında belirgin bir toplanma göstermediği gözlenmektedir (Orhunbilge, 2000: 137). Getiri serilerinin kalın kuyruğa (fat/heavy tail) sahip olması ise normal dağılımda öngörülenden daha fazla miktarda uç getiri (negatif veya pozitif) oluşmasını ifade etmektedir (Kovacic, 2008: 184).

Finansal verilerin kalın kuyruklu ve sivri tepeli yapısı ilk olarak Mandelbrot (1963) tarafından vurgulanmıştır. Dolayısıyla, finansal varlık fiyatlarındaki değişimlerin dağılımı ortalama etrafında ve uçlarda normal dağılıma göre daha fazla sayıda gözlem değerine sahip olarak, sivrilik (Leptokurtosis ya da Excess Kurtosis), karakteri göstermektedir. Çünkü hisse senedi getirilerinin dağılımı normal dağılım ile karşılaştırıldığında, hisse senedi getirisi dağılımının uçlarda daha kalın ortalama civarında ise daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Basıklık (α_4) aritmetik ortalamadan farkların dördüncü kuvvetinin standart sapmanın dördüncü kuvvetine (varyansın karesine) bölünmesi ile elde edilir. Normal dağılımda standardize edilmiş dördüncü moment üçe (3) eşit iken, çoğu finansal zaman serilerinde standardize edilmiş dördüncü moment üçün çok üzerindedir (Aydemir, 1998: 4).

$$\alpha_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{N} \div \sigma^4 \quad (1.3)$$

x_i : N tane elemanı olan serideki her bir gözlem değeri ($i=1, 2, \dots, N$)

$\bar{x}$: serinin ortalaması

σ : standart sapma

Yukarıda da belirtildiği üzere, normal olarak serilerin basıklığının 3 olması gerektiği kabul edilir. Bu durumda, eğer;

$\alpha_4 > 3$ ise seri sivri (leptokurtic),

$\alpha_4 < 3$ ise seri basık (platykurtic),

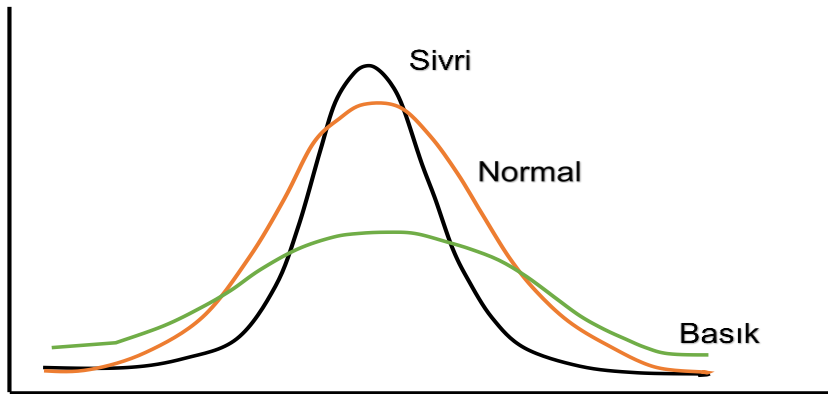
$\alpha_4 = 3$ ise seri normal

olarak değerlendirilir.

Sonuç olarak finansal varlık getirilerinin dağılımının normal dağılıma uymama durumu, alternatif verilerin ve gözlemlenen sivriliği daha iyi kapsayabilecek olasılık dağılımlarının kullanımının önerilmesine yol açmıştır. Bu dağılımlardan biri, dağılımın uçlarını ölçmeye yönelik parametreye sahip olan paretian (Pareto) dağılımdır. Mandelbrot da getiri serilerinin kalın kuyruklu yapısını modellemek için, normal dağılımı özel durum (istisna) olarak kabul eden, stabil sınıf dağılımların (stable Paretian - stabil paretien modeller olarak da bilinir) kullanılmasını önermiştir (Mills ve Markellos, 2008). Bununla birlikte bu dağılım ile ilgili problem, normal dağılımın aksine varyans ve daha yüksek momentlerin anormal olarak tanımlanmamış olmasıdır.

Önerilen diğer bir dağılım türü de normal dağılıma göre daha kalın uçlara (kuyruk) sahip olan ve olağan serbestlik derecesine sahip Student-t dağılımıdır (Brooks, 2008: 603). Araştırmalar sonucunda Student-t dağılımının aylık ve haftalık verileri tanımlamada yeterli olduğu, verilerin ölçüm aralığı arttıkça (frekansı azaldıkça) Student-t dağılımının normal dağılıma yaklaşma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Giannopoulos, 2000: 45). Ayrıca Brooks (2008: 603), menkul kıymet getirilerinin farklı varyans ve olası farklı ortalamalara sahip normal dağılımların kombinasyonu olarak tanımlanan dağılımlar karmasını (karma dağılım) kullanmanın en kolay yaklaşım olabileceğini belirtmektedir.

Şekil 1.1: Dağılımların Basıklık ve Sivrililiğine İlişkin Eğri Biçimleri



Normal ve normal olmayan dağılımlara (basık ve sivri) ilişkin dağılım eğrileri yukarıdaki şekil (Şekil 1.1) üzerinde gösterilmektedir.

1.3.6 Ortalamaya Yönelim Eğilimi ve Çarpıklık

Hisse senedi getirisi volatilitésinin diğér özellikleri arasında çarpıklık ve ortalamaya yönelim eğilimi yar almaktadır.

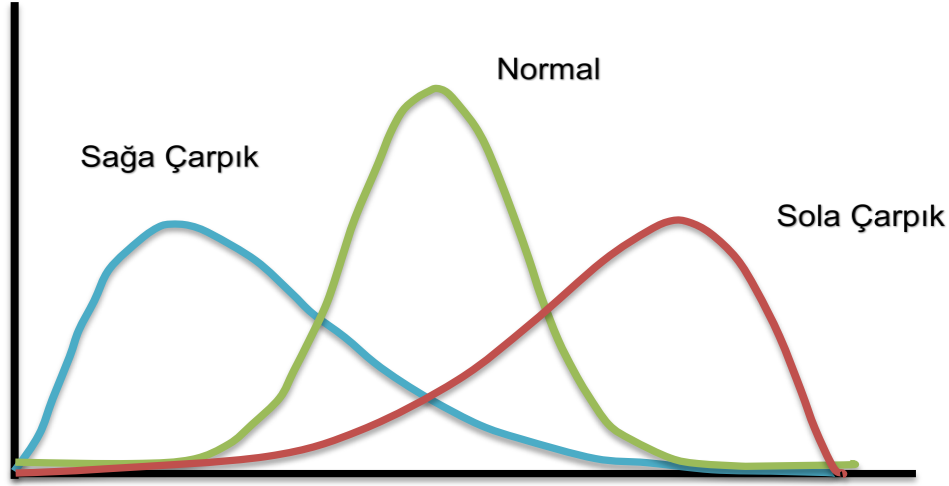
Volatilitenin ortalamaya yönelim eğilimi, volatilitenin ortalama bir düzeyi olduğu ve eninde sonunda bu düzeye döneceğini (Kovacíc, 2008: 184), başka deyişle, volatilitenin ortalamaya yakınsama şeklinde bir eğilime sahip olduğunu ifade etmektedir. Fama ve French (1988) hisse senedi getirilerinin ortalamaya yöneldiğini destekleyen bulgulara ulaşmış olup, geçmiş hisse senedi getirilerine dayanılarak hisse senedi getirilerinin %40'ının tahmin edilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Çarpıklık (skewness) getiri dağılımında simetrinin olmamasını ifade eder. Normal dağılımda çarpıklık sıfıra “0” eşittir. Pozitif veya negatif 0,5 değérinin üzerindeki değérler asimetrinin kuvvetlendiğini gösterir (Orhunbilge, 2000: 136).

Hisse senedi getirisi hem pozitif hem de negatif olarak çarpıklık gösterir. Bu sola çarpıklık veya sağa çarpıklık olarak da ifade edilebilir. Pozitif (sağa) çarpıklık, piyasada işlem gören hisse senetlerinin getiri dağılımının pozitif getiri sağlama konusunda daha yüksek olasılığa sahip olduğunu ifade ederken (Karmakar, 2005: 24); negatif (sola) çarpıklık için ise piyasada işlem gören hisse senetlerinin getiri dağılımının negatif getiri sağlama konusunda daha yüksek olasılığa sahip olduğunu ifade eder.

Normal, sola çarpık ve sağa çarpık dağılımlara ilişkin dağılım eğrileri aşağıdaki şekil (şekil 1.2) üzerinde gösterilmektedir.

Şekil 1.2: Dağılımların Çarpıklığına İlişkin Eğri Biçimleri



1.3.7 Dağılımda Durağanlığın Olmaması

Normal dağılım varsayımı, riskin ölçümünü basitleştirmeyi amaçlamaktadır. Eğer menkul kıymet getirileri normal dağılıma uyuyorsa bu durumda ortalama ve varyans riski tanımlamak için yeterlidir. Ancak normalliğe ilişkin varsayım, finansal varlık getirilerindeki riskin ölçülmesi ile ilgili olarak söz konusu varlıkların getirilerinin dağılımında, normal dağılımdaki sınırları aşan ölçüde kalın kuyrukların ve sivrilğin mevcudiyeti gibi karışık durumların varlığını ortaya koyan yadsınamaz nitelikteki bulgularla ortadan kaldırılmıştır (Giannopoulos, 2000: 45).

Ampirik kanıtlar menkul kıymet getirilerinde ardışık bağımlılık veya otokorelasyon hipotezini desteklemektedir. Bu durum araştırmacıları ortalama ve varyans gibi iki istatistik momentin zamanla sabit kalmamasıyla ortaya çıkan durağan olmama yapısı üzerinde daha doğrudan odaklanmalarına neden olmuştur (Giannopoulos, 2000: 45).

Logaritmik getirilerin dağılımı uzun zaman aralıkları için göreceli olarak normal dağılıma yakın iken, 5-30 dakika arası gibi kısa zaman aralıkları için kalın kuyruklara sahiptir (Subbotin ve Chauveau, 2010: 107). Menkul kıymet getirilerindeki değişimler dağılımda sivrilğin varlığının alternatif bir açıklamasıdır. Ortalamanın

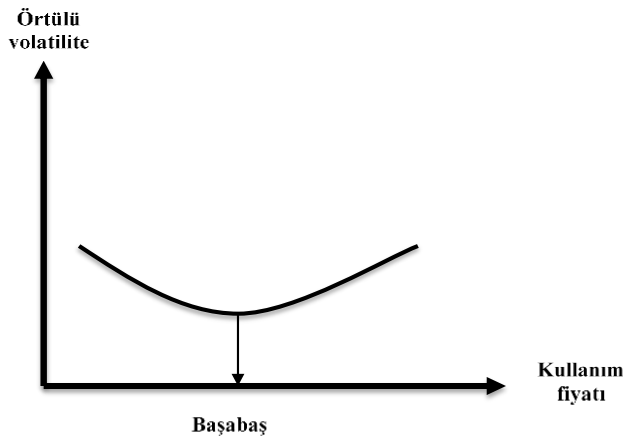
durağan olmaması üzerine odaklanan araştırmalar varılan sonuçlar bakımından yetersiz bulunmuşlardır. Bununla birlikte varyansa ilişkin durağan olmama üzerine odaklandığında somut kanıtlara ulaşılmıştır. Bu kapsamda, varyanstaki koşullu bağımlılığın koşulsuz dağılımda daha kalın kuyruklara sebep olduğu ve bunun koşullu dağılımdakinden daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Giannopoulos, 2000: 45).

1.3.8 Volatilite Gülücüğü

Opsiyonun örtülü (zimni) volatilitenin opsiyonun kullanım fiyatının (strike price) bir fonksiyonu olarak gösterildiği grafik volatilite gülücüğü (volatility smile) olarak bilinir (Hull, 2009, 381). Bu durumda, aynı kullanım fiyatı ve vadeye sahip Avrupa tipi alım ve satım opsiyonlarının örtülü volatilitenin aynı olması gerekmektedir.

Döviz opsiyonlarında opsiyonun örtülü volatilitesi başa baş opsiyonlarda nispeten düşük seviyede iken, opsiyonun karda veya zararda olması halinde gittikçe artan bir seyir izler. Bu durumda örtülü volatilitenin kullanım fiyatına göre grafiği çizilirse (yatay eksen kullanım fiyatı, dikey eksen örtülü volatilite) söz konusu şekil gülen ağız biçimine benzediğinden, volatilite gülücüğü olarak anılmaktadır (Şekil:1.3).

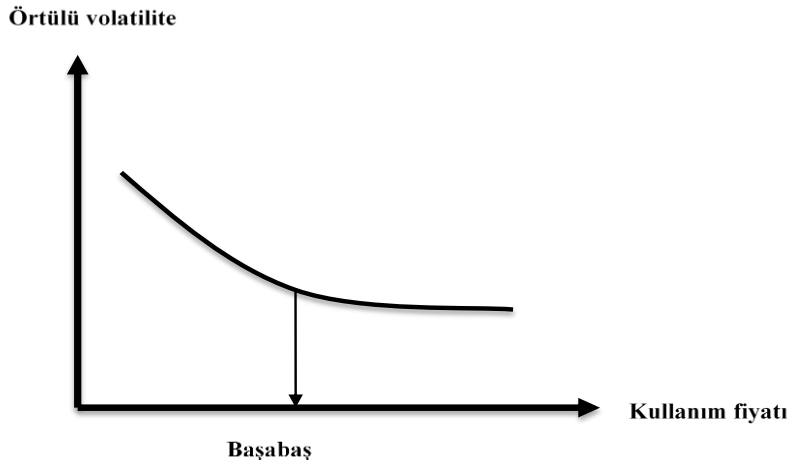
Şekil 1.3: Döviz Opsiyonları İçin Volatilite Gülücüğü



Hisse senedi opsiyonu veya hisse senedi endeksi opsiyonlarında ise volatilité gülüçüğüñün şekli biraz daha farklıdır. Bu nedenle bazen volatilité çarpığı veya volatilité eğrisi (volatility skew) olarak da anılmaktadır. Bu tür opsiyonlarda kullanım fiyatı artıkcça volatilité azalış göstermektedir (Hull, 2009: 381).

Düşük fiyatlı opsiyonu [aşırı zararda (deep out of the money) satım opsiyonu veya aşırı karda (deep in the money) alım opsiyonu] fiyatlamak için kullanılan volatilité, yüksek fiyatlı opsiyonu (aşırı zararda alım opsiyonu veya aşırı karda satım opsiyonu) fiyatlamak için kullanılan volatiliteden önemli derecede yüksek düzeydedir. Bu nedenle kullanım fiyatı ve örtülü volatilité ilişkisi aşağıdaki gibidir (Şekil:1.4).

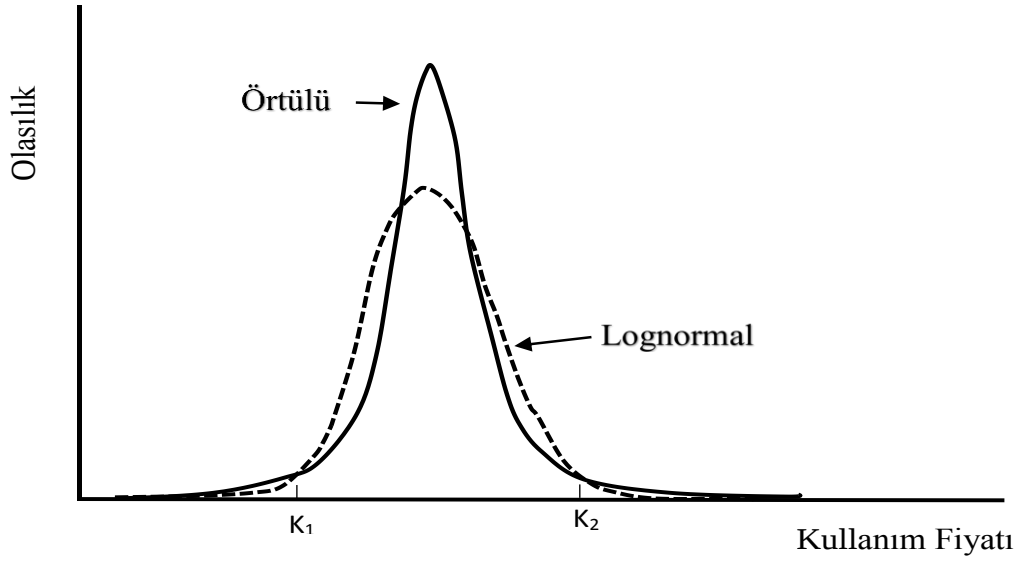
Şekil 1.4: Hisse Senedi ve Hisse Senedi Endeksi Opsiyonları İçin Volatilité Gülüçüğü (çarpığı)



Volatilité gülüçüğüñün önemi şuradan gelmektedir. Genelde opsiyonların fiyatlarının lognormal dağılıma sahip oldukları kabul edilir. Şekil 1.4'e ilişkin olarak Şekil 1.5'te gösterilen dağılımdan da görüleceğı üzere, volatilité gülüçüğü ile gözlemlenen dağılıma (örtülü dağılım) göre döviz opsiyonlarında aynı ortalama ve standart sapmaya sahip örtülü ve lognormal dağılım karşılaştırıldığında, örtülü dağılımda her iki tarafta da daha kalın kuyruk oluştuğı gözlemlenmiştir. Hisse ve endeks opsiyonlarında ise her iki dağılım karşılaştırıldığında örtülü dağılımda sol

tarafıta daha kalın kuyruğa sahip olduğu, sağ tarafıta ise daha ince bir kuyruğa sahip olduğu gözlemlenmektedir (Şekil:1.5; Hull, 2009: 381).

Şekil 1.5: Döviz Opsiyonları İçin Lognormal ve Örtülü Dağılım



Kaynak: (Hull, 2009: 381).

Bu duruma göre opsiyon fiyatlamada volatilité gülücüğünün kullanılması daha isabetli öngörüler sağlamaktadır.

Hisse opsiyonlarında volatilité gülücüğünün çarpık olmasının sebebi şirketin sermayesi değeri olarak azaldığında şirketin kaldırıcı artmakta ve hisse senetleri riskli hale gelmekte dolayısıyla da volatilité de artmaktadır. İfadeyi tam tersine çevirirsek; şirketin sermayesi değeri olarak arttığında şirketin kaldırıcı azalmakta ve hisse senetleri daha aza riskli hale gelmekte dolayısıyla da volatilité de azalmaktadır. Bu durum kaldıraç etkisi olarak bilinen ve önceki bölümlerde açıklanan olgu ile bağlantılı bir durumdur.

1987 yılı öncesi örtülü volatilité kullanım fiyatına daha az bağımlı, iken ilk defa volatilité gülücüğü sadece 1987 yılında gözlemlenmiştir. Bu durum hisse senedi opsiyonu için volatilité gülücüğünün nedeninin “Crashophobia” olabileceği önermesine yol açmıştır (Hull, 2009: 381): Çünkü işlem yapanlar gelecekte benzer

nitelikte kriz oluşması olasılığı konusunda endişelidirler ve opsiyonları buna göre fiyatlarlar.

1.3.9 Finansal Piyasalardaki Volatilitenin Niteliklerine İlişkin Genel Değerlendirme

Volatilite konusunda yukarıda anlatılan gözlemler bir çok araştırmacıyı söz konusu karakteristikler hakkında araştırma yapmaya yöneltmiştir (Aydemir, 1998: 4). Gelecekteki volatilite için sağlıklı tahminlerde bulunabilmek için, yukarıda anlatılan karakteristikleri hesaba katmak gerekmektedir. Ayrıca uygun modelin seçimi ve verilerin seçimi de çok önemlidir. Veri seçiminde iki faktör çok can alıcı niteliktedir. Bu faktörlerden biri verilerin frekansı (hesaplandığı zaman aralığı veya birimi: günlük, aylık, haftalık vs.), diğer faktör ise tahmin ufkunun (forecast horizon) veya tahminde bulunulacak dönemin uzunluğudur. Finans literatüründe (yazınında) veri frekansı ile tahmin ufkunun, tahminin isabetliliğini (accuracy) etkilediği yaygın kabul gören bir durumdur. Ek olarak, verilerin frekansı ile kullanılan modelin bileşimi de tahminin isabetliliği üzerinde oldukça etkilidir (Wright ve Bollerslev, 1999).

Ancak, volatilite tahmininde bulunmak için kullanılacak verilerin frekansı konusunda bir konsensüs sağlanmış değildir, fakat Andersen vd. (1999) yüksek frekanslı verilerin volatilite tahmininde daha yararlı olduğunu ileri sürmektedir. Poon ve Granger (2005) tarafından yapılan çalışmada da yüksek frekanslı verilerin gerçekleşen volatilitenin hesaplanmasında daha kesin sonuçlar verdiğini, volatilite tahmininde de düşük frekanslı verilere kıyasla daha isabetli sonuçlar almayı sağladığını belirtmektedirler. Poon ve Granger aynı zamanda, tahmin ufku uzadıkça karmaşık volatilite tahmin modellerinin avantajının azaldığını ifade etmektedirler. Ancak yüksek frekanslı veri kullanımı avantaj sağlamasına rağmen, söz konusu verilerin kullanımı sırasında varyansın artmasına yol açan, dağılımda sivriliğe sebep olan ve negatif ARCH etkisi ortaya çıkaran işlem görmeme (non-trading) durumuna maruz kalınabilir (ap Gwilym ve Sutcliffe, 2001).

1.4 Volatilitenin ölçülmesi

Finansal piyasalarda volatilitenin doğru ve isabetli bir şekilde ölçülmesi ve tahmini son derece önemli bir konudur. Çünkü volatilitenin isabetli ve hassas hesaplanması, türev araçların fiyatlanması (örneğin, opsiyon fiyatlama), optimal portföy seçimi (örneğin, çeşitlendirme stratejileri) ve risk yönetimi gibi (örneğin, riske maruz değer modellemesi) finanstaki bir çok uygulama açısından oldukça önemli rol oynar (Thupayagale, 2011: 290).

Finansal piyasalarda volatilitenin hesaplanması ve tahmin edilmesinde kullanılmakta olan çok sayıda model bulunmaktadır. Araştırmacıların büyük bir kısmı farklı tiplerdeki volatilitate tahmin çalışmalarını gerçekleştirmek için tarihi volatilitate, örtülü volatilitate ve zaman serisi volatilitate modellerini kullanırlar (Yang, 2012: 217). Poon ve Granger (2005) yaptıkları çalışmada volatilitenin hesaplanması ve tahmin edilmesinde kullanılan modelleri dört grupta toplamışlardır. Söz konusu modeller; tarihi volatilitate modelleri, ARCH/GARCH tipi modeller, stokastik volatilitate modelleri ve örtülü volatilitate modelleri olarak gruplanmıştır. Bu çalışmada, volatilitate modellerinin incelenmesinde Poon ve Granger (2005) tarafından yapılan sınıflandırma esas alınmıştır.

Volatilitenin tahmin edilmesine yönelik olarak kullanılan modeller irdelendiğinde, piyasa volatilitatesinin ne olacağının önceden kestirilemiyor olması nedeniyle bu konuda yapılan çalışmaların büyük bir kısmında fikir birliğine varılamamaktadır. Bu nedenle, mutlak olarak hangi modelin iyi olduğunu söylemek mümkün olmamakla birlikte, optimal çözümü bulmak, ancak model tahmin hatalarını en aza düşürebilme kabiliyetine sahip ise mümkün olmaktadır (Yang, 2012: 217).

1.4.1 Tarihi Volatilite Modelleri

Tarihi volatilite menkul kıymet getirilerinin kendi ortalamaları etrafındaki değişkenliğinin statik ölçümüdür. Burada yeni gelen bilgidan yararlanılarak hesaplamaların güncellenmesi söz konusu değildir. Bu durum, her yeni gelen bilgi karşılığında serilerin ortalama, varyans ve kovaryansının zaman boyunca değişmesine müsaade edilmediği anlamına gelmektedir. Bu da getiri serilerinin durağan olduğu varsayımına dayandırılmaktadır. Diğer bir deyişle, getiri serilerinin farklı dönemler boyunca sabit istatiki aralıklara sahip oldukları kabul edilmektedir. Eğer seriler durağan ise o zaman tarihi ortalama ve varyans iyi tanımlanmış olur ve onları hesaplama konusunda kavramsal bir sorunla karşılaşılmaz (Giannopoulos, 2000: 42). Bununla birlikte, durağan serilerin aksine, seriler durağan olmadıklarında serinin ortalaması onun uzunluğunun bir fonksiyonu haline gelebilir. Durağan olmama (non-stationarity), isminden de anlaşıldığı üzere menkul kıymet getirisinin tarihi ortalaması, varyans ve kovaryans hesaplamalarının hata terimine maruz kalmalarını ima eder.

Tarihi volatilite modelleri, volatiliteyi geçmiş dönem getirilerin varyans veya standart sapmasını kullanarak hesaplar ve bu yolla gelecek döneme ilişkin tahminlemede kullanılırlar. Bu grupta yer alan modeller rassal yürüyüş (random walk), ortalama (historical mean), hareketli ortalama, üssel düzeltme, üssel ağırlıklı hareketli ortalama (Exponentially Weighted Moving Average -EWMA) ve basit regresyon modelleridir. Aslında, rassal yürüyüş dikkate alınmadığında, tarihi volatilite modellerinde birincisi varyans-kovaryans yaklaşımı (ortalama, hareketli ortalama ve regresyon), diğeri de üstel düzeltme yaklaşımı (üssel düzeltme ve EWMA) olmak üzere iki yaklaşım olduğu söylenebilir.

1.4.1.1 Rassal Yürüyüş

İlk olarak 1900 yılında fiyatlar için ampirik bir model olarak finans literatürüne girmiş Rassal Yürüyüş modeli halen günümüzde finanstaki pek çok pratik problemin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır (Spada vd., 2008: 1). Volatilite rassal

olarak dalgalandığında (hareket ettiğinde), gelecek dönem volatilitésinin (h) optimal tahmini şimdiki gerçekleşen volatiliteden (σ^2) oluşur (McMillan vd., 2000: 438):

$$h_{t+1} = \sigma_t^2; \quad (1.4)$$

$t=T, T+1, \dots, T+\tau-1$ iken

Bu model optimal volatilité tahmininin en son gerçekleşen değér olduğunu ortaya koymaktadır.

1.4.1.2 Ortalama

Ortalama (tarihi ortalama) finansal piyasalarda volatilité tahmininde kullanılan en basit yöntemdir. Eğer volatilité dağılımı durağan bir ortalamaya sahipse, hesaplanan volatilitédeki tüm değışimler (variations), tarihi ortalama ($\bar{\sigma}$) ve ölçüm hatası kombinasyonuyla açıklanabilir (McMillan vd., 2000: 438). Bu durumda optimal volatilité tahmini (h) aşağıdaki gibi olur.

$$h_{t+1} = \bar{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \sigma_j^2; \quad (1.5)$$

$t=T, T+1, \dots, T+\tau-1$ iken.

1.4.1.3 Hareketli Ortalama

Hareketli ortalama yönteminde volatilité tahmini geçmişte sabitlenmiş bir uzunluğa sahip dönemdeki gözlemlenen volatilitenin ağırlıklı olmayan ortalaması esas alınarak yapılmaktadır.

$$h_{t+1} = \bar{\sigma}_{t,K}^2 = \frac{1}{K} \sum_{j=T-K}^t \sigma_j^2; \quad (1.6)$$

$t=K, K+1, \dots, K+\tau-1$ iken

Burada K hareketli ortalama dönemi ya da kayan aralık (rolling window) olarak adlandırılmaktadır. Burada aralık uzunluğu kararı isteğe bağlı olmakla birlikte aylık veriler için 5 ile 10 yıl, haftalık veriler için 1,25 yıl ile 2,5 yıl, günlük veriler için ise 3 ay ile 6 ay gibi uzunluklar önerilmektedir (McMillan vd., 2000: 438).

1.4.1.4 Üstel Düzeltme Modelleri

Üstel düzeltme yönteminde bir sonraki dönem volatilité tahmini, bir önceki tahmin değeri ile şimdiki gerçekleşen volatilitenin ağırlıklandırılmış fonksiyonudur.

$$h_{t+1} = \phi_T h_t + (1 - \phi_T) \sigma_t^2; \quad (1.7)$$

$$t=T, T+1, \dots, T+\tau-1$$

Burada düzeltme parametresi sıfır ile bir arasında değerler almaktadır ($0 \leq \phi \leq 1$). Düzeltme parametresinin sıfır olması durumunda üstel düzeltme modeli rassal yürüyüş modeline dönüşür. Düzeltme parametresinin değeri bire yaklaştıkça geçmiş tahmin değerine daha fazla ağırlık verilmiş olur. Düzeltme parametresi, örnek içi tahmin hatalarının karelerini minimum yapan değerin denenerek bulunmasıyla belirlenir (McMillan vd., 2000: 439).

1.4.1.5 Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli (EWMA)

Bu model üstel düzeltme modeli ile benzerlik taşımaktadır, ancak üstel düzeltme modelindeki parametrelerden en son gözlemlenen volatilité değerinin yerine hareketli ortalama tahmin değerleri kullanılmaktadır. Volatilité ölçümünde en son gözlem değerlerine öncekilere kıyasla daha fazla üstel ağırlık veren EWMA esasında, (ağırlıklı) ortalama volatilité ölçüm modelinin özel bir halini göstermektedir (Hull, 2009: 471). Bu yöntemde en son gözlem değerine en yüksek ağırlık verilip, geçmiş dönem gözlem değerlerine verilen ağırlığın üstel bir şekilde azalması sayesinde büyük

boyutlardaki geçmiş gözlem değerlerinin volatilité üzerindeki etkisinin bugün görece olumsuz bir şekilde hissedilmesi önlenmiş olur (Brooks, 2008: 384).

Brooks'a (2008) göre bu yöntem diğér yöntemlere göre 2 avantaja sahiptir: Birincisi, uygulamada volatilitenin en çok, geçmiş olaylara göre kendisine daha fazla ağırlık verilen son olaylardan etkilenmesinin olası olmasıdır. İkincisi, son dönem değerlere verilen ağırlıklar azaldıkça, tek bir gözlem değérinin volatilité üzerindeki etkisi üstel bir oranda azalmaktadır. Ayrıca Hull (2009: 472), bu yöntemin cezbedici tarafının göreceli olarak çok az veriye gerek duyulması olduğunu, volatilité hesaplanması için belli bir zamanda o andaki hesaplanan varyans değeri ve piyasa değışkeninin en son gözlem değérinin bilinmesinin yeterli olduğunu belirtmektedir.

$$h_t = (1 - \lambda) \sum_{j=0}^{\infty} \lambda^j (r_{t-j} - \bar{r})^2 \quad (1.8)$$

Burada h_t , gelecekteki volatilitenin tahmini olarak kullanılacak olan t zamanındaki koşullu varyansı; $\bar{r}$, gözlem değérleri üzerinden hesaplanan ortalama getiri; λ ise son gözlem değérlerine ne kadar ağırlık vereceğimizi belirleyen yavaşlatıcı faktördür (decay factor). “ λ ” değeri hesaplanan günlük volatilitenin en son günlük yüzde değışime kadar tepki verdiğini göstermektedir. Düşük “ λ ” değeri volatilité hesaplamasında en son gözlem değérindeki yüzde değışmeye fazla ağırlık verilmesine yol açacağından, bu koşullarda hesaplanan volatilité değérlerinin kendisi oldukça volatil (oynak) olur (Hull, 2009: 472). Yüksek “ λ ” değeri (1'e yakın) hesaplanan volatilité değérlerinin yeni bilgi sağlayan en son yüzde değışimlerine göreceli olarak yavaş tepki vermesine neden olur. Yavaşlatıcı faktör hesaplama yolu ile bulunabilmektedir, ancak, JP Morgan tarafından oluşturulan ve 1994 yılında kamuya açık hale getirilen RiskMetrics veri tabanı EWMA modeli için “ λ ” katsayısını 0,94 olarak kullanmakta ve bir çok piyasa değışkeni için bu “ λ ” değérinin gerçekleşen değere en yakın tahmin değérine ulaşmayı sağladığı ifade edilmektedir (Hull, 2009: 472).

RiskMetrics ve çoğu akademisyen tarafından ortalama getirinin ($\bar{r}$) sıfır “0” olduğuna ilişkin bir varsayımda bulunmaktadır. Günlük ya da daha yüksek frekansa sahip verilerde bu varsayım mantıksız değildir, bu durumda tahminde ancak

ihmal edilebilir kesinlik kaybına neden olabilmektedir, çünkü oldukça düşük bir değerdedir. Diğer taraftan, uygulamada sonsuz sayıda gözlem değerlerinden meydana gelen bir veri setinin bulunamaması nedeniyle yukarıdaki formülde yer alan gecikme değerleri makul bir seviyede kesilmektedir.

Bu modelin iki önemli kısıtı bulunmaktadır (Brooks, 2008: 385). Bunlardan ilki; sonsuz sayıda gözlem değerlerinden oluşan bir veri seti olmadığından, sınırlı sayıda gözlem değerleri ile çalışılmakta ve bu nedenle verilen ağırlıkların toplamı biri bulmayabileceğinden, nispeten düşük sayıdaki gözlem değerleri ile yapılan hesaplamada düzeltme gerekebilir. İkincisi, çoğu zaman serisi modelleri tahmin ufku uzadıkça serilerin koşulsuz varyansına yönelen tahminlemelere sahip olacaktır. Volatilite serileri ortalamaya yönelme (yaklaşma) eğiliminde olduklarından volatilite tahmin modelleri için bu olumsuz bir özelliktir. Bu durum GARCH tipi modeller tarafından kapsanabiliyorken, EWMA tarafından kapsanmamaktadır.

1.4.1.6 Basit (Ortalama) Regresyon Modeli

Basit regresyon modeli geçmiş dönem gerçekleşen volatilite verilerinin en küçük kareler yöntemi ile regresyona tabi tutulması yoluyla bir dönem sonrası için volatilite tahmini sağlamaktadır.

$$h_{t+1} = \gamma_T + \delta_T \sigma_{t-1}^2; \quad (1.9)$$

$$t=T, T+1, \dots, T+\tau-1$$

volatilitenin uzun zaman boyunca durağan olduğu varsayımı altında, bu tür tahminin sapmasız olması bekleniyorsa; basit regresyonun volatiliteyi, son dönem volatilite değeri ve uzun dönem ortalama volatilite değeri ile ağırlıklandırılmış toplamı olarak tahmin etmesi gerekmektedir (McMillan vd., 2000: 439).

1.4.1.7 Tarihi Modellere İlişkin Değerlendirme

Hem varyans-kovaryans ve hem de üstel düzeltme yaklaşımı menkul kıymet getirilerinin dağılım özellikleri konusunda güçlü varsayımlara ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle yukarıdaki yaklaşımlara göre yapılan volatilité hesaplamaları da menkul kıymet getirilerinin dağılımı hakkında söz konusu getirilerin bağımsız ve özdeş dağıldığı şeklinde (independently and identically distributed-iid) güçlü varsayımlara dayandırılmaktadır (Giannopoulos, 2000: 43). Özdeş dağılım varsayımı; getirilerin ortalama ve varyansının zaman boyunca değişmemelerini ve sabit olasılık varsayımına uygun hareket etmelerini sağlar. Bağımsızlık varsayımı herhangi bir zamanda spekülâtif fiyat hareketlerinin birbirleriyle alakasız olduklarını belirtir. Bu iki koşul rassal yürüyüş modelinin temelini şekillendirmektedir.

Bağımsızlık varsayımının geçerliliğine yönelik araştırmalar fiyatlardaki değişikliklerde seri korelasyonun test edilmesine odaklanmaktadır. Geçmiş araştırmalar tarafından ulaşılan genel sonuç, ardışık fiyat değişikliklerinin otokorelasyona sahip oldukları, ancak bu otokorelasyonun ekonomik olarak anlamlı olmaktan uzak olduğu şeklindedir (Giannopoulos, 2000: 43). Bu durum çoğu araştırmacıyı rassal yürüyüş hipotezini kabul etmeye yönlendirdi. Bununla birlikte kanıtlar, otokorelasyonun mevcut olmamasının bağımsızlık varsayımının kabulü anlamına gelmeyeceğini göstermektedir. Çünkü, bazı araştırmalar menkul kıymet getirilerinin ardışık fiyat değişikliklerinin varyansla ilişkilendirilmesine müsaade eden ve doğrusal olmayan süreçler tarafından yönetildiğini keşfetmişlerdir. Önceki bölümlerde volatilité kümelenmesi kısmında da anlatıldığı üzere, büyük fiyat hareketlerinin büyük fiyat hareketlerini, küçük fiyat hareketlerinin küçük fiyat hareketlerini izlediği şeklindeki bu olgu 1960'lı yılların çığır açıcı araştırmaları ile keşfedilmiştir. Daha ikna edici kanıtlar bağımsız ve özdeş dağılım varsayımlarına çok daha katı bir şekilde karşı çıkan sonraki çalışmalarla sağlanmıştır (Giannopoulos, 2000: 43). 1950'lerin sonlarında dikkatler bağımsız ve özdeş dağılım varsayımlarını test etmek için döviz kurundan emtia fiyatlarına kadar geniş bir aralıktaki verileri kullanmaya yöneltilmiştir. Bu konuda araştırmalardaki bir diğer gelişme bağımsız ve özdeş dağılım varsayımının ne ölçüde ihlal edildiğini belirlemeye yönelik olarak

koşullu değişken varyans modelleri (ARCH-GARCH) gibi daha karmaşık modellerin kullanılmasıdır.

1.4.2 Koşullu Volatilite Modelleri

Varyansın zamanla değişen doğası ancak koşullu zaman serisi modelleri kullanılarak ele alınabilmektedir. Tarihi volatilité modellerinin aksine koşullu varyans modelleri zamanla değişen varyans ve ortalamayı hesaplamak için belirli bir t zamanındaki bilgi setini daha etkili bir şekilde kullanırlar.

Zamanla değişen varyans ve kovaryansı başarılı bir şekilde ele alan bu modellerden biri, durum uzay tekniği olan “Kalman Filtre”sidir (Giannopoulos, 2000: 46). Bu model, günümüze kadar olan ve güncel zaman periyodunu içeren tarihi verilerin regresyon hesaplamalarına dayanan zamanla değişen parametre model biçimidir. Bu modelin kullanışlı tarafı, durum değişkenlerinden elde edilen tarihi verileri tanımlamaktaki kabiliyetine dayanmaktadır. Dolayısıyla, Kalman Filtresinin kullanışlılığı, volatilité tahminini tarihi verilere dayanarak yapmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu model göreceli olarak yaygın bir kullanma alanına sahip olmadığından bu çalışmada inceleme kapsamına alınmamıştır.

Diğer bir model tipi, otoregresif koşullu değişken varyans (ARCH) ve genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişken varyans (GARCH) modeli gibi koşullu değişken varyans modelleridir. ARCH ve GARCH tipi modellerin üstün özelliği, bu tipi modeller zaman içerisinde volatilitenin sabit olmadığını kabul etmeleridir. Bu modeller zaman içerisinde volatilitenin göreceli olarak düşük veya yüksek olabileceğini dikkate alıp volatilitedeki değişimi yakalamaya çalışmaktadırlar. Bu modeller spekülâtif fiyat değişimlerinin dağılımındaki sivriliğin büyük bir kısmını açıklayan, sistematik olarak değişen varyansı verilerden ayırtmak için tasarlanmışlardır (Giannopoulos, 2000: 46). Böylece bu modeller verilerin dağılımının sivrilik göstermesine müsaade ederler ve dolayısıyla finansal verilerin ampirik dağılımını tanımlayabilmekte daha başarılıdırlar.

1.4.2.1 ARCH Modeli

Engle (1982) volatilité ölçümü için oldukça karmaşık olan ARCH (q) modelini finans dünyasına sunmuştur. ARCH modeliyle birlikte ilk defa, çoğu ekonometrik modelde kullanılan sabit varyans varsayımı yapılmadan, finansal verilerin çoğu özellikleri kavranabilmiştir. Dolayısıyla koşullu değişken varyansın varlık getirileri analizinde kullanılabilmesi mümkün olmuştur (Hien, 2008: 23). Ek olarak bu modelle birlikte finansal verilerin diğer bir özelliği olan kümelenme de kavranabilmiştir (Brooks, 2008: 386). Böylelikle ARCH modeller, hem negatif ve hem pozitif olmak üzere, büyük değişikliklerin büyük değişiklikler tarafından, küçük değişikliklerin de küçük değişiklikler tarafından izlenme eğiliminde olduğu şeklindeki zaman serilerinin kilit özelliği olan kümelenmeyi bilimsel olarak onaylamaktadır (Giannopoulos, 2000: 46). Engle tarafından önerilen modelin formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t) \quad \text{veya} \quad \varepsilon_t = h_t v_t \quad v_t \sim N(0, 1) \quad (1.10)$$

ve

$$h_t = \alpha + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (1.11)$$

Modelin derecesi (q), hataların varyansındaki şokun kalıcılığının kaç dönem süreceğini göstermektedir. Varyansın daima pozitif olması gerektiğinden, modelin koşullu varyansın tüm katsayılarının negatif olmama koşuluna uyması yani pozitif olması ($\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_q \geq 0$) gerekmektedir. Modelin katsayılarının negatif olmaması koşulunun ihlali ve model derecesinin belirlenmesindeki belirsizlikler bu modelin finansal verilerde gözlemlenen tüm karakteristikleri kapsamasına engel olmuştur (Brooks, 2008: 392).

1.4.2.2 GARCH Modeli

Engle (1982) tarafından önerilen ARCH modelini, p sayıda gecikmeli geçmiş dönem koşullu varyansını eşitliğe eklemek yoluyla iyileştirerek Bollerslev (1986) ve Taylor (1986) birbirlerinden bağımsız olarak GARCH (p,q) model geliştirdiler. GARCH modeller koşullu varyans için otoregresif hareketli ortalama modelleri olarak ifade edilebilir (Brooks, 2008: 392).

GARCH modelinin yapısı, koşullu varyansın geçmişteki bilgiler tarafından belirlendiğini ima etmektedir ki, bu durum ilk bakışta piyasa etkinsizliğini ima etmektedir (Schwaiger, 1995). Getiri eşitliğindeki ε_t terimi t zamanındaki haberlerin miktarı olarak kabul edilmekte olup pozitif ε_t terimi iyi, negatif ε_t terimi kötü haberlerin ulaşması anlamına gelmektedir (Karmakar, 2005: 23). GARCH modelinde getirinin koşullu varyansı en son hata teriminin karesi ve kendisinin gecikmeli değerleri tarafından belirlenmektedir.

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t) \quad \text{veya} \quad \varepsilon_t = h_t v_t \quad v_t \sim N(0,1) \quad (1.12)$$

$$h_t = \alpha + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (1.13)$$

$$\alpha > 0, \alpha_i \text{ ve } \beta_i \geq 0.$$

GARCH modelinin tutarlı olması için “ α_i ” ve “ β_i ” katsayılarının toplamının birden küçük olması ($\alpha_i + \beta_i < 1$) gerekmektedir. Aksi takdirde uzun dönem ortalama varyansın negatif (sıfırdan küçük) olması sonucu çıkar (Hull, 2009: 473).

GARCH (0,1) modeli, ARCH (1) modeline; GARCH (p,q) modeli sonsuz dereceli ve daha geçmişteki değerlere üstel olarak azalan ağırlıklar veren ARCH sürecine karşılık gelir. Araştırmacılar düşük dereceli GARCH (p,q) sürecinin yüksek dereceli ARCH sürecine benzer özelliklere sahip olabileceğini fakat ARCH süreci ile kıyaslandığında tahmin edilecek parametrelerinin önemli derecede az sayıda olduğunu ileri sürmektedirler. Düşük dereceli GARCH modelinin yüksek dereceli ve doğrusal olarak azalan ağırlıklara sahip ARCH modeli kadar, hatta ondan daha iyi sonuçlar sağlayan bir model olduğuna yönelik ampirik bulgular mevcut olup, ayrıca çok

sayıdaki ampirik çalışmada, çoğu finansal zaman serisi için GARCH (1,1) modelinin yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Akgiray, 1989: 78; Giannopoulos, 2000: 48).

GARCH modeli ARCH modelinin bir takım sakıncalarını ortadan kaldırmasına ve finans alanında yaygın olarak kullanılmasına rağmen, söz konusu model hala volatilitenin karakteristiklerini kavramada sorunlar taşımaktadır. Bu problemlerden biri modelin hata terimindeki (haberlerdeki) yükseliş ve düşüşlere asimetrik olarak cevap verememesidir. Dolayısıyla, varlık getirisinin davranışına ilişkin olarak önemli olduğuna inanılan bu etkilerden hisse senedi getirisinde gözlemlenen kaldıraç etkisini bu model açıklayamamaktadır (Aydemir, 1998: 10). Standart GARCH modeli ile ilgili diğer problemler, negatif olmama koşulunun ihlali ve koşullu varyans ve koşullu ortalama arasında geri beslemeye müsaade etmemesidir (Brooks, 2008: 404).

Standart GARCH modelinin içerdiği problemler nedeniyle, finans literatürüne GARCH modelinin uzantısı niteliğinde bulunan oldukça fazla sayıda alternatif model önerilmiştir. Bu uzantılar EGARCH (Nelson, 1991), GJR-GARCH (Glosten vd., 1993), IGARCH (Engle ve Bollerslev, 1986), GARCH-M (Engle vd., 1987), Threshold GARCH (TGARCH), Periyodik GARCH (PGARCH) – (Bollerslev ve Gysels, 1996), Power-Transformed ve Threshold GARCH (PTTGARCH) - (Pan vd., 2008), GARCH-PARK-R modeli (Mapa ve Guzman, 2004) vb. olarak sıralanabilirler. Ancak bu çalışmanın sınırlamaları nedeniyle, aşağıda bu modellerden sadece birkaçı ele alınacaktır.

1.4.2.3 Üstel (Exponential) GARCH

Varlık getirilerindeki volatilitenin kümelenmesini yakalama özelliği (G)ARCH modellerini ampirik çalışmalarda oldukça popüler hale getirmiştir. Ancak, daha önceki bölümlerde değinilen tüm modeller koşullu varyansın niteliklerini geçmiş dönem getirilerinin işaretlerinin (yönünün) değil de sadece geçmiş dönem getirilerinin büyüklüğünün belirlediğini varsaymışlardır. Diğer bir deyişle daha önce tanımlanan ARCH ve GARCH modeller her biri koşullu varyans üzerinde farklı etkiye sahip

olduğu anlaşılmış olan negatif şok ile pozitif şoku birbirinden ayırma kabiliyetine sahip değildirler (Giannopoulos, 2000: 48).

Ancak, en önemli GARCH modellerinden biri olan ve Nelson (1991) tarafından geliştirilen üstel GARCH (EGARCH) modeli bu durumu çözüme kavuşturmuştur. Bu modelde koşulu varyans, geçmiş hata terimlerinin asimetrik fonksiyonu olarak eklenmiştir. EGARCH (1,1) modeli için basit formülasyon aşağıdaki gibidir.

$$\ln h_t = \alpha_0 + \beta \ln h_{t-1} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \alpha_1 \left[\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \quad (1.14)$$

Bu formülasyona göre, γ volatilitenin asimetrik şoklarını kavrarken, α_1 ise volatilitenin kümelenmesini kavramaktadır. Eğer γ negatif olursa, bu durum, negatif şokun koşullu volatilité üzerindeki etkisinin, aynı boyuttaki pozitif şoktan daha büyük olacağını gösterir (McMillan vd., 2000: 440). Böylelikle, negatif olmama koşulunu sağlama ve kaldıraç etkisini kavrama gibi özellikleri barındıran EGARCH modeli sayesinde standart GARCH modelinin iki önemli probleminin üstesinden gelinmiştir.

1.4.2.4 GJR- GARCH

GARCH modellerinin diğer bir uzantısı Glosten, Jagannathan ve Runkle (1993) tarafından önerilen GJR-GARCH modelidir. Söz konusu model asimetriyi kavrayabilmek için kukla değişken şeklinde ilave değişken içermektedir.

$$h_t = \alpha_0 + \beta h_{t-1} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1} \quad (1.15)$$

eğer $\varepsilon_{t-1} < 0$ ise $I_{t-1} = 1$, değilse $I_{t-1} = 0$

Asimetri etkisi için $\gamma > 0$ koşuluna bakılmakta olup, negatif olmama koşulu için $\alpha_0 > 0$, $\alpha_1 > 0$, $\beta_1 \geq 0$ ve $\alpha_1 + \gamma \geq 0$ olmalıdır (Brooks, 2008: 405).). GJR-GARCH modeli Zakoian tarafından 1994 yılında önerilen TGARCH modeline benzemektedir, fakat

TGARCH modeli koşullu varyans yerine koşullu standart sapmayı modellemiştir (Ebeid ve Bedeir, 2004: 6).

1.4.2.5 GARCH-M (GARCH in the Mean) Modeli

Finans literatüründe yatırımcının daha fazla risk almak için ilave getiri talep edeceği şeklinde genel bir kabul gören söylem bulunmaktadır. Bu nedenle getiri ve volatilité arasında karşılıklı bir bağımlılık olması söz konusu olabilmektedir. GARCH-M modeli bu olgudan hareketle, modelde kullanılan serilerin ortalamasının, kendi varyanslarının bir fonksiyonu olmasına imkan sağlayacak şekilde oluşturulması yoluyla GARCH modelini genişleterek Engle vd., (1987) tarafından geliştirilmiştir.

$$r_t = \mu + \delta h_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (\text{veya } r_t = \mu + \delta \sqrt{h_{t-1}} + \varepsilon_t) \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t) \quad (1.16)$$

$$h_t = \alpha_0 + \beta h_{t-1} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (1.17)$$

Ortalama eşitliği koşullu varyansı içermektedir, eğer δ pozitif ve istatistiki olarak anlamlı ise o zaman riski artırır, koşullu varyansta artışa neden olarak ortalama getiride artışa neden olur (Brooks, 2008: 410). Buradaki “ δ ” bir bakıma risk primidir.

1.4.3 GARCH ve Üstel Düzeltme Modelinin Karşılaştırılması

Birçok açıdan GARCH (1,1) modeli cari dönem volatilitésini, geçmiş dönem volatiliteleri ve geçmiş dönem getirilerinin karesinin bir fonksiyonu olarak belirleyen popüler üstel düzeltme modelinin çoğu özelliklerini paylaşmaktadır (Giannopoulos, 2000: 48). Bu iki model bir çok benzerliğe sahiptir; örneğin, bugünkü volatilité her dönem için uygun olan bilgi setine dayanılarak koşullu olarak hesaplanmaktadır. Her iki model de cari dönem volatilité düzeyini belirlemek için en son dönem getirilerini kullanmaktadır. Ek olarak bugünkü volatilité önceki günkü piyasa kapanışının hemen sonrasında hesaplanabilmektedir. GARCH modelindeki değişkenlere verilen ağırlıkların toplamı 1 ($\alpha + \alpha_i + \beta_i = 1$) olmalıdır. $\alpha = 0$; $\alpha_i = 1 - \lambda$; $\beta_i = \lambda$ koşullarının varlığı

halinde EWMA modeli GARCH(1,1) modelinin özel bir haline dönüşmektedir (Hull, 2009: 473).

Bununla birlikte, her iki modelin işleyiş özellikleri açısından birkaç farklılıkları bulunmaktadır. Örneğin GARCH modeli değişkenlerin bugünkü volatilité üzerindeki etkilerini ölçmek için iki bağımsız katsayı kullanırken, Üstel Düzeltme Modeli yalnızca bir katsayı kullanır ve değişkenleri cari dönem volatilitesi üzerinde birim etkiye sahip olmaya zorlar. Böylelikle üstel düzeltme yerine GARCH kullanıldığında büyük şoklar volatilité üzerinde daha uzun süre devam edecek etkiye sahip olacaktır (Giannopoulos, 2000: 48).

GARCH modelindeki α_i ve β_i parametrelerinin toplamının birim değere (1) eşit olması ve dolayısıyla birinin diğerini tamamlaması zorunlu değildir. Başka bir deyişle, bu model koşulu varyansta potansiyel bir eşanlılık sapmasından kaçınmaktadır. GARCH modelinin parametrelerinin değerleri maksimum likelihood kullanılarak bulunmaktadır bu modelde olasılığı en çok artıran parametre değerleri atanmaya çalışılır (Hull, 2009: 475). Bu çok önemli bir noktadır zira, α_i ve β_i değerleri cari volatilité düzeyinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Parametre değerlerinin yanlış olarak belirlenmesi (seçilmesi) volatilité ölçümünü olumsuz olarak etkileyecektir.

Ek olarak, GARCH modeli, bir alt sınır sabiti gibi görev yapan ve volatilitenin bu düzeyin altına düşmesine engel olan ilave parametreye (α) sahiptir (Giannopoulos, 2000: 49). α_i ve β_i parametrelerinin sıfıra eşit olması gibi uç (olağanüstü) durumlarda volatilité sabit olur ve α değerine eşittir. α parametresinin değeri α_i ve β_i parametrelerinin değerleriyle birlikte maksimum benzerlik yöntemi kullanılarak bulunur ve $\alpha = 0$ olduğu hipotezi kolaylıkla test edilir. Üstel düzeltme modelinde α parametresinin olmaması birkaç sakın işlem gününden sonra volatilitenin oldukça düşük seviyelere düşmesine yol açar.

Diğer taraftan GARCH(1,1) modeli zamanla varyansın uzun dönem ortalamasına yaklaşma eğiliminde olduğunu kabul eder. Uygulamada varyans da ortalamaya yönelim eğilimindedir. GARCH(1,1) modeli bunu hesaba katarken

EWMA modeli bu durumu dikkate almamaktadır bu nedenle teorik olarak GARCH(1,1) modeli daha caziptir (Hull, 2009: 475).

1.4.4 Stokastik Volatilite Modelleri

Finans literatüründe volatilitenin modellenmesi sırasında gerek asimetrik ilişkilerin gerekse de kaldıraç etkisinin incelenmesinde ARCH tipi modellerin yanı sıra kullanılan bir diğer model sınıfı daha bulunmaktadır. Bu model sınıfı finansal ekonomi ve matematiksel finans alanında zamanla değişen finansal piyasa volatilitelerini ele almak için kullanılan (Shephard, 2005: 1) stokastik volatilite modelidir. Stokastik volatilite modellerinin ARCH tipi modellerden farkı, ARCH tipi modellerin mevcut tüm bilgileri kullanarak koşullu varyansı belirlenebilir (deterministik) olarak tanımlamasıdır (Brooks, 2009: 427). Diğer bir deyişle ARCH tipi modellerin koşullu varyans eşitliğinde hata terimi bulunmazken, yalnız ortalama eşitliğinde hata terimi bulunmaktadır. Oysa stokastik volatilite modelinde, hem ortalama hem de koşullu varyans eşitliğinde hata terimi yer almaktadır. Stokastik volatilite modeli, GARCH modellerinin aksine beklenmeyen volatilitayı de içermekte, varyans gözlenemeyen bir değişken olarak modellenmektedir. Stokastik volatilite modelleri ikinci inovasyon (v_t) terimi içermeleri nedeniyle ARCH tipi modellerden daha esnektir. Fakat inovasyon teriminin eklenmesi hata teriminin direk çıkarımlarını çok daha karmaşık hale getirir (Poon ve Granger, 2005: 46). Stokastik volatilite modeli gizli volatilite (latent volatility) modeli olarak da isimlendirilmektedir (Yalçın, 2007: 361). İlk stokastik volatilite modeli 1982 yılında Taylor tarafından önerilmiş olup bu modelde logaritmik volatilite birinci dereceden otoregresif [AR(1)] süreç olarak varsayılmıştır (Subbotin ve Chauveau, 2010: 125). Bu modeller sürekli ve kesikli zamanı temsil etme şeklinde önemli bir avantaja sahiptirler (Mills ve Markellos, 2008: 170).

Stokastik volatilite modelleri opsiyon fiyatlama literatüründe kullanılan teorilerle yakından ilgili olup, bu modeller opsiyon fiyatlama literatüründe kullanım alanı bulmaktadırlar (Brooks, 2009: 428). Ancak, stokastik volatilite modelleri koşullu varyansı belirleme yönünden GARCH modellerinden üstün olmalarına rağmen, bu

model parametrelerinin hesaplanması sürecinin karmaşık olması nedeniyle ampirik kesikli zaman uygulamalarında çok da fazla kullanılmamaktadırlar (Yalçın, 2007: 361; Brooks, 2009: 428).

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = z_t \exp(0,5h_t) \quad (1.18)$$

Stokastik volatilité modeli bilinmeyen oynaklığın zaman içinde stokastik olarak değiştiğini varsaymaktadır. Dolayısıyla stokastik volatilité modeli için varyans denklemi genel olarak aşağıdaki şekildedir.

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} + v_t \quad (1.19)$$

v_t : inovasyon terimi.

Hata terimi stokastik volatilité modellerinin formülasyonunda esneklik sağlamasına rağmen, ikinci hata terimi maksimum benzerlik yöntemi ile doğrudan tahmin edilemediğinden, stokastik volatilité modellerinin hesaplanmasını zorlaştırmaktadır (Hien, 2008: 28). Bununla birlikte, son dönemde bu modellerin hesaplanmasını göreceli olarak kolaylaştıran gelişmeler yaşanmaktadır. Diğer taraftan, sayıları sınırlı olmakla birlikte, yapılan çalışmalarda stokastik volatilité modellerinin tarihi volatilité ve ARCH tip modellerden daha iyi volatilité tahminlerde bulunduklarına ilişkin bulgulara rastlanmamıştır (Poon ve Granger, 2005: 46).

1.4.5 Örtülü Volatilité Modelleri

Borsada işlem gören opsiyonların fiyatını kullanarak, opsiyon fiyatlama modeli yardımıyla opsiyonun vadesi boyunca oluşacak volatilitéyi tahmin etmek mümkündür (Brooks, 2008: 384). Örtülü volatilité modeli, bu şekilde volatilité tahmin etmeye yarayan, ileriye yönelik modellerden biridir. İleriye dönük modeller gelecek dönem volatilitésini gözlemlenen opsiyon primlerinden teorik opsiyon fiyatlama modellerini kullanarak örtük olarak tahmin ederler (Egelkraut vd., 2003: 3).

Örtülü volatilité, opsiyon fiyatlama modeli ve organize piyasada işlem gören opsiyonların piyasa fiyatlarından dolaylı olarak elde edilen volatilitedir. Bu çerçevede

örtülü volatilité, Black-Scholes modeli ile elde edilen opsiyon fiyatını piyasa fiyatına eşitleyen volatilité değeridir. Opsiyonun fiyatına ilişkin veriler ile Black-Scholes tipi opsiyon fiyatlama modelinin gerektirdiği diğer veriler kolaylıkla elde edilebildiğinden geriye sadece tek bilinmeyen olan volatilitéyi hesaplamak kalmaktadır (ap Gwilym, 2001: 56). Bu çerçevede, örtülü volatilitenin gelecekteki geręekleşen volatilitéyi açıklamak için kullanılan tüm değişkenlerce kapsanan tüm bilgiyi içermesi gerekmektedir. Bu bakımdan örtülü volatilité ve geręekleşen volatilité arasındaki ilişki piyasa etkinliğinin ve opsiyon fiyatlama modelinin uygulanabilirliğinin birlikte (joint) testidir (Li ve Yang, 2009: 406).

Li ve Yang (2009: 405), piyasaların etkin olması ve opsiyon fiyatlama modelinin geçerli olması varsayımı altında örtülü volatilitenin, opsiyonun kalan vadesi boyunca gelecekteki geręekleşen volatilitenin sapmasız ve etkin bir öngörüsü olması gerektiğini belirtmektedirler. Egelkraut vd. (2003), piyasa katılımcılarının opsiyonları fiyatlarırken elverişli olan tüm tarihi bilgiye sahip olduğunu bu nedenle örtülü volatilité modellerinin diğer geriye dönük modellerden daha iyi volatilité tahmininde bulunmaları gerektiğini belirtmektedir.

2 VOLATİLİTE ENDEKSLERİ VE VOLATİLİTE ENDEKSLERİNİN OLUŞUMU

Finansal piyasalarda volatilité endekslerine olan yoğun ilginin nedeni ve bu endekslerin son zamanlarda yaygın olarak oluşturmalarının en büyük nedenlerinden biri, sürekli olarak, bu piyasalardaki volatilité riskine verilen önemden kaynaklanmaktadır. Çünkü volatilité riski, çeyrek asırdan fazla bir süredir yaşanmış bir çok finansal felaketin (örneğin; Barings Bank, Long-Term-Capital Management) meydana gelmesinde başlıca rol oynamıştır (Skiadopoulos, 2004: 1187). Volatilité riski kısaca finansal piyasalarda bulunan varlıkların fiyat ve değerlerinde meydana gelen dalgalanmalardan kaynaklanan volatilitenin belirsiz olması olarak tanımlanabilmektedir. Ancak bu dalgalanmanın büyüklüğünün yanı sıra, alınan pozisyona göre yönü de piyasa katılımcıları arasında merak uyandırmaktadır.

Potansiyel volatilité değişikliklerinden korunmanın volatilité endeksi gerektirdiğı ilk olarak Brenner ve Galai (1989) tarafından ileri sürülmüştür. Çünkü endeks oluşturulduktan sonra bu endeks üzerine oluşturulacak türev araçlar yoluyla volatilité üzerine işlemler yapılabilecek ve böylece riske karşı korunma sağlanabilecektir. Volatilité riskinin giderilmesi konusundaki yoğun istek, volatilité üzerine türev araç oluşturma ihtiyaç ve arayışı doğurmuş, ve bu konuda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla, örtülü volatilité endeksi oluşturma ve örtülü volatilité endeksinin özellikleri konusundaki çalışmalar öncelikle volatilité üzerine türev araç oluşturma konusundaki artan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır (Skiadopoulos, 2004: 1187). Volatilitéye dayalı türev araçlar, zimni olarak ödemeleri (getirileri) volatilité ölçümlerine dayanan araçlardır. Bundan dolayı, bu araçlar volatilité değişiklikleri (volatilité riski) karşısında korunmak ve spekülasyon için doğal adaylardır.

Yatırımcıların finansal piyasalardaki geleceğin bilinmezliğı karşısındaki arayışları volatilité endekslerini önemli kılmakla birlikte, günümüzde yayınlanan söz konusu endekslerin oluşturulabilmesini sağlayan şey ise finans dünyasında örtülü volatilitenin farkına varılması ve örtülü volatilitenin hesaplanabilmesidir. Bu nedenle öncelikle örtülü volatiliteden kısaca bahsetmek faydalı olacaktır.

2.1 Örtülü Volatilité

Volatilité endekslerine geçmeden volatilité endekslerinin oluşmasına dayanak oluşturan örtülü volatilité kavramından bahsetmek gerekmektedir. Örtülü volatilitenin hesaplanması çok eskiye dayanmamaktadır. Örtülü volatilité endeksi kavramı opsiyon fiyatlarına dayalı olup, opsiyonların organize piyasalarda işlem görmeye başlamasından hemen sonra ortaya çıkmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 2). Diğer bir deyişle, söz konusu hesaplama ya da örtülü volatilitéye ulaşma ancak, opsiyon sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmeye başlamasından sonra mümkün olmuştur.

Opsiyon sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmeye başlaması 1973 yılına dayanmaktadır. 1973 yılı opsiyon piyasalarının gelişimi açısından milat niteliğindedir. Opsiyon sözleşmelerinin kendi bünyesinde işlem görmesi için ABD sermaye piyasaları düzenleyici otoritesi olan SEC'den (Securities Exchange Commission) izin alamayan, dünyanın mal üzerine vadeli işlem sözleşmelerinin alınıp satıldığı en eski ve en büyük borsası olan, The Chicago Board of Trade (CBOT) tarafından yalnız hisse senetleri üzerine opsiyon sözleşmelerinin alım satımının yapılacağı, standartları tespit edilmiş organize bir piyasa kurulmuştur (Sağlık, 2008: 33). Chicago Opsiyon Borsası Kurulu (Chicago Board Options Exchange - CBOE) olarak adlandırılan bu piyasada 26 Nisan 1973 tarihinde ilk olarak Newyork Borsasında (New York Stock Exchange - NYSE) alım satımı yapılan 16 farklı hisse senedi üzerine yazılan 911 adet alım opsiyonu sözleşmeleri işlem görmüş, daha sonraları 1977 yılının Haziran ayından itibaren ise ilk satım opsiyonları işlem görmeye başlamıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 2). CBOE borsasından sonra opsiyonlar pek çok borsada işleme açılmış ve yoğun talep gören bir enstrüman haline gelmiştir.¹ Döviz dayalı opsiyon sözleşmeleri 1982 yılında (Montreal Borsası'nda), endekse dayalı opsiyon sözleşmeleri ise 1983 yılında işleme başlamıştır (Sağlık, 2008: 33).

¹ Bu borsa hakkındaki kronolojik bilgi için bkz. <http://www.cboe.com/AboutCBOE/History.aspx>

Tahvil fiyatlaması sürecinde faiz oranlarının işlevi ile endeks opsiyonlarının fiyatlaması sürecindeki volatilitenin işlevi arasında temel anlamda bir benzerlik bulunmaktadır (Derman vd, 1998: 3). Faiz oranları ile volatilitenin arasındaki bu analogi volatilitenin açıklamak konusunda faydalı olmaktadır. Söz konusu iki unsur arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir (Derman vd, 1998: 3-4; Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 5). Volatilitenin ilk olarak opsiyon dünyasına Black-Scholes opsiyon fiyatlama formülü aracılığıyla bir parametre veya diğer bir deyişle bir değişken olarak girmiştir. Nasıl her tahvil kendisine has vadeye kadar getiriye (Yield to Maturity) sahip ise, her opsiyon kendine has bir örtülü volatilitenin sahiptir. Gerçekten vadeye kadar getiri, her tahvilin örtülü getirisidir. Benzer şekilde nasıl her vadeye kadar getiri, ilgili nakit akışlarının iskonto edilmesi yoluyla belirli bir tahvil fiyatına dönüştürülüyorsa, her örtülü volatilitenin de Black-Scholes formülü kullanılarak belirli opsiyonun fiyatına dönüştürülebilmektedir.

Örtülü volatilitenin, bir opsiyonun vadesi boyunca dayanak varlığının gelecekteki volatilitesi konusundaki piyasa beklentisidir. Örtülü volatilitenin ileriye yöneliktir, piyasa katılımcılarının gelecek volatilitesi hakkındaki uzlaşması olarak tanımlayabileceğimiz opsiyonların piyasa fiyatlarından türetilmekte olduğundan, örtülü volatilitenin, yatırımcıların rasyonel olduğu varsayımı altında, dayanak varlığın opsiyon sözleşmesinin vadesi boyunca ortalama gelecek volatilitesi hakkındaki piyasa katılımcılarının tahminidir diyebiliriz (Padhi, 2011: 3).

Örtülü volatilitenin kavramı, opsiyon fiyatlama modelinde dayanak varlığın getirisinin volatilitesini (standart sapmasını) ifade etmek için kullanılmaktadır. Örtülü volatilitenin elde edilmesinde Black-Scholes modelinden faydalanılmaktadır. Avrupa tipi opsiyonların fiyatlamasında kullanılan standart model olan Black-Scholes modelinde, hisse fiyatının logaritmik getirisinin opsiyonun vadesine kadar normal dağılım izlediği varsayılmaktadır (Lopez ve Navarro, 2012: 11909). Varsayımlarının² tam olarak sağlanmamasına rağmen Black-Scholes şüphesiz en geçerli (etkili) opsiyon

² Black-Scholes modelinin varsayımları; “hisse senedi getirilerinin normal dağılımı, sabit volatilitenin, sabit faiz oranları, açığa satış hasılatının tam kullanımı, vergi ve işlem maliyetlerinin olmaması, sınırsız şekilde bölünebilir menkul kıymetler, sürekli işlem görme ve riske duyarsız (risk neutral) yatırımcılar” şeklindedir.

fiyatlama modelidir (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 5). Black-Scholes modeline göre bir opsiyonun teorik fiyatı, dayanak varlığın fiyatı, kullanım fiyatı, vadeye kalan zaman, faiz oranı ve opsiyonun vadesi boyunca dayanak varlığın volatilitesi olmak üzere beş değişkenin fonksiyonudur. Çoğu opsiyon borsada işlem gördüğünden dolayı teorik fiyatlarının yanısıra, söz konusu opsiyonların, makul fiyat olarak da adlandırılabilen, arz ve talep tarafından belirlenen bir piyasa fiyatı da oluşmaktadır. Bu durumda Black-Scholes formülü yoluyla piyasa fiyatı ve objektif olarak bilinen diğer değişkenler kullanılarak, opsiyonun vadesi boyunca piyasa katılımcıları tarafından beklenen volatilitayı türetebiliriz. Diğer bir deyişle, opsiyon değerlemede kullanılan tüm değişkenler (hisse senedi fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, risksiz faiz oranı ve opsiyonun vadesine kalan zaman) doğrudan gözlenebildiğinden, opsiyonun piyasa değeri ile modelden elde edilen değerinin eşit olmasını sağlayan volatilité değeri, opsiyonun vadesi boyunca örtülü volatilitesidir (Lopez ve Navarro, 2012: 11909). Bu nedenle örtülü volatilité geleceğe yönelik (forward looking) volatilité tahmini olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra örtülü volatilité, hisse senedi getirisinin belirli bir dağılımına iliştilirilmiş standart sapma olduğundan dolayı aynı zamanda da riskin ölçümü olarak kabul edilmektedir (Poon and Granger, 2003).

Örtülü volatilitenin, finansal piyasalarda gelecek volatilitésinin bir ölçütü olduğu görüşü geniş bir kabul görmektedir. Christensen ve Hansen'e (2002) göre, opsiyonun fiyatından türetilen örtülü volatilitenin, kalan vadesi boyunca opsiyon piyasasının gelecekteki getirisinin volatilitésinin tahmini olduğuna yaygın bir şekilde inanılmaktadır (Bo Zhang, 2010: 20). Yatırımcılar, örtülü volatilité yoluyla, gelecek volatilitésine ilişkin beklentileri şekillendirirken ilgili olan tüm elverişli bilgiler kapsanmalıdır. Diğer bir deyişle, rasyonel beklentiler varsayımının geçerli olduğu kabul edildiğinde, gelecek volatilitésine hakkındaki beklentilerini oluşturmak ve şekillendirmek için piyasa elverişli olan tüm bilgiyi kullanmaktadır. Böylelikle opsiyonların piyasa fiyatları, piyasanın gerçek volatilité tahminlerini ortaya çıkaracaktır. Buna ilaveten eğer piyasa etkinse, o zaman piyasanın tahminleri veya örtülü volatilité belirli bir andaki elverişli bilgi düzeyinde, mümkün olan en iyi olan tahmini verecektir (Bo Zhang, 2010: 20).

2.2 Volatilite Endeksleri Tanımı ve Gelişimi

Volatilite endeksi, opsiyonların organize boralarda işlem görmeye başlamasından hemen sonra ortaya çıkmıştır. İlk olarak söz konusu çalışmalar akademik düzeyde başlamıştır.

Hisse senedi opsiyonları CBOE’de işlem gören 24 Şirketin opsiyonları kullanılarak örtülü volatilite ilk olarak Latane ve Rendleman (1976) tarafından türetilmiş ve kullanılmıştır (Dowling ve Muthuswamy, 2003: 2). Gastineau (1977) volatilite endeksini oluşturan sonraki araştırmacı olup, 14 hisse senedine dayalı vadesine 3 ila 6 ay kalan başabaş alım opsiyonlarının örtülü volatilitelerinin ortalamasını alarak volatilite endeksini oluşturmuştur. Daha sonra 1979 yılında Dan Galai her bir ayrı hisse senedi için opsiyon endeksi oluşturmuş, Cox ve Rubinstein ise 1985 yılında yaptıkları çalışmada endekslerini sabit vadeli ve başabaş hale getirmek için, her bir hisse senedi için daha fazla alım opsiyonunu hesaplamalarına dahil ederek ve söz konusu opsiyonları ağırlıklandırarak Gastineau’nun çalışmasını geliştirmişlerdir (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 1).

Aslında volatilite endekslerinin oluşturulmasına yönelik tüm çabaların asıl odak noktası piyasadaki dalgalanmaların öngörülmesi ve giderilmesi olmuştur. Ancak tüm çalışmalara rağmen pratikte söz konusu dalgalanmalara yönelik öncü bir gösterge bulunamamıştır. Bu nedenle finansal piyasalardaki krizler sürpriz bir şekilde ortaya çıkabilmiş, kriz anlarında dalgalanmanın azaltılması için ise piyasaya müdahaleler söz konusu olmuştur. Örneğin 1987 yılındaki ABD borsa krizinde NYSE hisse senedi piyasasında istikrarı sağlamak ve yatırımcıları korumak amacıyla, hisse senedi fiyatları anormal bir şekilde dalgalandığında işlemlerin manuel bir şekilde durdurulabilmesini sağlayan “Devre kesiciler” (Circuit Breakers) mekanizması uygulamaya konulmuştur (Yang ve Liu, 2012: 218). Bu mekanizma; hisse senedi piyasasındaki anormal dalgalanmaları azaltmak, piyasa emirlerini istikrara kavuşturmak ve yatırımcıya güven vermek amacıyla kullanılmaktadır.

1990’lı yıllardan itibaren ise bu konuda yapılmış akademik çalışmalardan da yararlanılarak türev piyasalarda örtülü volatilite endekslerinin oluşturulmasına

başlanmıştır. Volatilite endekslerine ilişkin en önemli gelişme 1993 yılında CBOE tarafından (eski VIX) Volatilite endeksinin yayınlanmaya başlamasıdır. 1993 yılında, CBOE tarafından, en fazla işlem gören S&P 100 Hisse Senedi Endeksi (OEX) başabaş opsiyonlarının fiyatına dayalı olarak piyasanın 30 günlük örtülü volatilite beklentisi alınarak volatilite endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Söz konusu volatilite endeksi, Duke Üniversitesi'nde profesör olan Robert E. Whaley tarafından 1993 yılında yayımlanan “Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue” adlı çalışmaya dayalı olarak oluşturulmuştur. Önceleri VIX olarak adlandırılan bu endeks daha sonra VXO olarak adlandırılmıştır. Söz konusu endeks hisse senedi piyasasının gelecek volatilitelerini gözlemleme aracılığıyla yatırımcılara oldukça kapsamlı bilgi ve işlem yapma rehberliği sunduğundan (Yang ve Liu, 2012: 217), kısa süre içerisinde ABD hisse senedi piyasaları için risk endeksi ölçütü haline gelmiş ve çabucak ABD'deki hisse senedi piyasalarının volatilitesi için birincil bir gösterge olmuştur. Bu endeksin popülaritesi öyle bir artmış ki, düzenli bir şekilde CNBC, Bloomberg TV ve CNN/Money gibi ekonomi kanallarının yanı sıra Wall Street Journal, Barron's ve diğer önde gelen finansal yayınlarda gösterilmiş ve buralarda “korku endeksi” olarak anılmıştır (CBOE, 2009: 1). Fleming vd'ye (1995) göre VXO endeksi, daha önce volatilite endeksi ile ilgili olarak yapılan çalışmaları iki şekilde önemli bir biçimde genişletmiştir; birincisi VXO endeksi, doğrudan hisse senetlerine dayalı olanlar yerine, endekse dayalı opsiyonlar kullanılarak hesaplanmakta, böylelikle de yatırımcıların dikkat etmeleri gereken sistematik riske vurgu yapılmaktadır. İkincisi, önceki girişimlerde yalnızca alım opsiyonları kullanılırken, VXO endeksinin oluşturulmasında hem alım hem de satım opsiyonları kullanılmakta, böylece bu endeks tarafından içerilen enformasyon/bilgi miktarı artırılmaktadır.

CBOE'nin volatilite endeksi örneğinden sonra, CBOE ve diğer ülke borsaları tarafından da volatilite endeksleri oluşturulmaya başlanmıştır. 1994 yılında Alman Borsasının (Deutsche Börse) Gelecek İşlemler ve Opsiyon Piyasası tarafından DAX Endeksi üzerine oluşturulan endeks opsiyonlarına dayalı olarak VDAX isimli örtülü volatilite endeksi oluşturulmuştur. 1997 yılında Fransa Borsası, French Marche des Options Negociables de Paris (MONEP), başabaştaki CAC-40 sentetik endeks opsiyonlarının örtülü volatilitelerini yansıtan VX1 ve VX6 olmak üzere iki volatilite

endeksi oluşturmuştur. 2000 yılında CBOE, Nasdaq-100 Endeksi (NDX) opsiyonlarının örtülü volatilitesinden türetilen Nasdaq volatilité endeksini (VXN) oluşturmuştur.

Yukarıda bahsedilen volatilité endekslerini oluşturmak için kullanılan metodoloji, VXO endeksinin metodolojisine benzemektedir. Ancak VXO oluşturmada kullanılan teknik, oldukça veri gerektiren bir tekniktir (Skiadopoulos, 2004: 1187). Söz konusu teknik her gün işlem gören iki opsiyon serisi gerektirmektedir. Her seriden iki çift opsiyon kullanılmakta olup, her bir opsiyon çifti aynı kullanım fiyatına sahip bir alım bir de satım opsiyonundan oluşmaktadır. Diğer bir deyişle toplamda sekiz adet opsiyona ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu metodun uygulanabilmesi için oldukça likit bir piyasanın varlığına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle, söz konusu koşulların CBOE'den daha az likit olan gelişmekte olan opsiyon piyasalarında sağlanmasının pek mümkün olmayacağı ileri sürülmektedir (Skiadopoulos, 2004: 1187).

Oluşturduğu ilk volatilité endeksinden on yıl sonra (2003 yılında) CBOE, söz konusu endeksin hesaplanmasında bir takım değişikliklere gitmiştir. Bu kapsamda CBOE, S&P 500 hisse senedi endeksi opsiyonların esas kriter olarak kabul ederek, CBOE, S&P 500 endeksi alım ve satım opsiyonlarını etraflıca analiz etmek yoluyla yatırımcılara ve korunma işlemi yapanlara daha kesin rakamlar sağlamak amacıyla volatilité endeksini yeniden düzenlemiştir (Yang ve Liu, 2012: 217). Söz konusu güncelleme CBOE ve Goldman Sachs tarafından beklenen volatilitéyi ölçmek için kullanılan yeni yöntemi yansıtacak şekilde yapılmış olup, bu endeks hala finansal teorisyenler, risk yöneticileri, volatilitéye yatırımı yapanlar vb. tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (CBOE, 2009: 1). CBOE volatilité endeksinin yeni versiyonunu oluşturduktan sonra, farklılık oluşturmak amacıyla 1993 yılından itibaren hesaplamış olduğu eski endeksin ismini VXO olarak değiştirmiş olup, yeni versiyonun ismini VIX olarak kullanmaya devam etmektedir. ABD hisse senedi piyasasının esas endeksi olan S&P 500 Hisse Senedi Endeksi (SPX) üzerine yazılan opsiyonlara dayalı olarak oluşturulan Yeni VIX, beklenen volatilitéyi, geniş bir yelpazedeki (aralıktaki) kullanım fiyatına sahip olan alım ve satım opsiyonlarının ağırlıklandırılmış fiyatlarının ortalamasını alarak tahmin etmektedir. SPX opsiyonlarından oluşan bir portföy oluşturarak volatilité riskinden korunmak için yatırımcılara imkan sunmasıyla birlikte

bu yeni VIX metodolojisi, soyut kavram olmaktan volatilité işlemleri yapmak ve volatiliteden korunmak için kullanılan pratik standarda dönüşmüştür (CBOE, 2009: 1). Diğer bir deyişle bu yeni metod gerçek hayat koşullarında eskisine göre daha kullanışlı bir yapıya sahiptir. VIX, gelecek 30 gün boyunca hisse senedi piyasası volatilitesi ile ilgili yatırımcı beklentilerini yansıtmak için S&P 500 endeksinin güncel fiyatlarını kullanmaktadır (Whaley, 2008: 11). 2003 yılının Eylül ayında yayınlanmaya başlanan bu güncel endeks, Demeterfi vd'nin (1999) varyans ve volatilité swaplarının fiyatlaması konusundaki çalışmada yer verilen metodolojiye dayalı olarak hesaplanmaktadır. Whaley (2008) VIX'i geliştirmenin iki önemli sonucu olduğunu belirtmiştir. Bunlardan ilki VIX kısa dönem piyasa volatilitesini ölçmek için kriter sağlayabilmektedir. İkincisi ise, türev araçlarla bağlantılı olması yatırımcılara yatırım portföy yönetimi ve risk yönetimi gibi daha fazla seçenek sunabilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, CBOE VIX'e dayalı gelecek sözleşmelerini (futures) 2004 yılında ve opsiyonları 2006 yılında işleme açmıştır.

VXO endeksinin oluşturulması sonrasında, volatilité endekslerinin artan oranda ilgi çekmesi nedeniyle, CBOE, the DJIA Volatility Index (VXD), the Russell 2000 Volatility Index (RVX), ve S&P 500 3-Month Volatility Index (VXV), vb. diğer göstergelere dayalı olan birden çok farklı volatilité endeksi oluşturmuştur. Günümüzde çok sayıda volatilité endeksi bulunmasına rağmen VIX endeksi, menkul kıymet piyasalarında hala en yaygın olarak kullanılan ve tartışılan bilgi göstergesi olmaya devam etmektedir. Bu durum VIX endeksinin piyasaya verdiği güvenilir sinyallerden kaynaklanmaktadır. Örneğin 1998 yılındaki LTCM ve the 2002 WorldCom iflasında VIX endeksi hızla yükselerek 40 seviyesinin üzerine çıkmış, yüksek faizli düşük teminatlı konut kredilerinden (Subprime mortgage) kaynaklanan 2007 yılının dünya çapındaki finansal tsunamisi sırasında Lehman Brothers iflasını açıklarken VIX endeksi 80 düzeyini aşmıştır (Yang ve Liu, 2012: 218).

2.3 Volatilite Endekslerinin Oluşumu

Doğal olarak volatilite endekslerinin oluşturulması ve bu endeksler konusunda yapılan akademik çalışmaların çok büyük bir bölümü gelişmiş sermaye piyasası olan ülkelerde veya bu ülkelere yönelik olarak yapılmıştır. Özellikle gelişmiş piyasalarda örtülü volatilite endekslerinin oluşturulması ve bu endekslerin özellikleri üzerine gün geçtikçe sayıları artmakta olan çalışmalar bulunmakla beraber, gelişmekte olan türev piyasalar kapsamında yapılmış olan çok fazla bulunmamaktadır (Skiadopoulos, 2004: 1187). Gelişmekte olan piyasalarda yakın zamanda bu konuda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bunun bir nedeni volatilite endekslerinin oluşturulmasının üzerinden yaklaşık 20 yıl geçmiş olması yani bu endekslerin çok eskilere dayanmamasıdır. Bir diğer nedeni ise ilk oluşturulan volatilite endekslerinin likiditesi yüksek bir opsiyon piyasasına ihtiyaç duymasıdır. Gelişmekte olan piyasalar işlem gören opsiyon sözleşmeleri açısından pek likit olmadıklarından, bu piyasalardaki çalışmalar, endeks metodolojisinin değişmesi, yani yeni VIX endeksinin 2003 yılından hesaplanması sonrasında ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu gelişme hem volatilite endeksleri hem de bu konudaki çalışmalar için teşvik edici olmuştur. Bu nedenledir ki, VIX endeksinin 2003 yılında hesaplanmaya başlanmasından sonra, volatilite endeksleri üzerine teorik ve pratik çalışmalar 5 kıtadaki hisse senedi piyasalarına mantar gibi yayılmaya başlamıştır (Lopez ve Navarro, 2012: 11909).

Bilgilerine ulaşılabilirdiği kadarıyla Tezin yazılma tarihi itibarıyla dünyadaki oluşturulmuş olan volatilite endekslerine ilişkin bilgilere sonraki bölümlerde yer verilecektir.

2.3.1 Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Volatilite Endeksleri

Daha önceki bölümlerde detaylı olarak açıklandığı üzere, resmi düzeyde ilk volatilite endeksi, ABD'de 1993 yılında oluşturulmuştur. CBOE tarafından söz konusu endeks, S&P 100 endeksi üzerine yazılan ve borsada işlem gören opsiyonlara dayanılarak oluşturulmuştur. O dönemde söz konusu volatilite endeksi VIX olarak

adlandırılmıştır. Ancak daha sonra S&P 500 endeksi opsiyonlarına dayanılarak ve tamamen yeni bir metodoloji kullanılarak oluşturulan endekse VIX isminin verilmesi (Yeni VIX), ilk endeksin (orijinal VIX) isminin VXO olarak değiştirilmesine yol açmıştır. VIX endeksinden sonra ABD’de farklı emtia da dahil olmak üzere farklı endeksler üzerine yazılan opsiyonlar kullanılarak volatilité endeksleri oluşturulmuştur.

2.3.1.1 VXO Volatilité Endeksi (Orjinal VIX)

Orijinal VIX endeksinin (artık eski VIX, CBOE’nin şimdi kullandığı ticker sembolü olan VXO ile ifade edilmektedir.), yani VXO endeksinin hesaplanması hakkında detaylı bilgi, nasıl hesaplandığı Whaley (1993, 2000) ve Fleming vd. (1995) tarafından yapılan çalışmalarda anlatılmaktadır. Ancak özetlemek gerekirse, VXO endeksinin hesaplaması, Black-Scholes/Merton opsiyon değerlendirme modeline dayanmakta ve söz konusu endeksin oluşturulması S&P100 Endeksi üzerine yazılmış dört adet alım ve satım opsiyon sözleşmesi çiftinin örtülü volatilitesi kullanılarak yapılmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 4).

Özellikle VXO endeksinin hesaplanmasında, (nearby expiry) en yakın vadeli (ilk grup - vadeye en az 8 gün kalmış olmalı) 2 tane başabaş işlem fiyatına yakın³ (Near the Money; biri başabaş işlem fiyatının altında, diğeri başabaş işlem fiyatının üstünde olmak üzere) alım opsiyonu sözleşmesi ve 2 tane başabaş işlem fiyatına yakın satım opsiyonu sözleşmesi ile ikinci en yakın vadeli (ikinci grup - ilk gruptan sonra vadeye en yakın olan opsiyonlar) 2 tane başabaş işlem fiyatına yakın alım opsiyonu sözleşmesi ve 2 tane başabaş işlem fiyatına yakın satım opsiyonu sözleşmesi kullanılmaktadır. Vadesi en yakın opsiyonlardan ilk vade döngüsüne sahip opsiyonlar, vadesi ikinci en yakın opsiyonlardan ise ilk gruptan sonra vadesi gelecek olan opsiyonlar kastedilmektedir.

³ Kullanım fiyatı ile dayanak varlığın piyasa fiyatı arasındaki fark çok az, elli sentten daha az, olan. www.investopedia.com

Örtülü volatilitiyi hesaplamak için kullanılan fiyatlar alım ve satım fiyatlarının orta noktası olarak hesaplanmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 4). VXO endeksi, vadeye kalan zamanı sürekli olarak (sabit) 30 gün⁴ (22 işlem günü) olan S&P 100 Endeksine dayalı varsayımsal (hipotetik) bir opsiyonun örtülü volatilitisini gösterecek şekilde oluşturulmuştur (Lopez ve Navarro, 2012: 11910). Bu endeks sabitlenmiş vadeye kalan zamanı kullanılmaktadır, çünkü dayanak opsiyonun vadeye kalan zamanı değiştiğinde örtülü volatilitesi de değişmektedir.

Black - Scholes opsiyon değerlendirme modeline göre, bir opsiyonun teorik fiyatı, dayanak varlığın spot fiyatının, vadeye kalan günün, kullanım fiyatının, faiz oranının ve dayanak varlığın fiyatının opsiyonun vadesi boyunca volatilitisinin bir fonksiyonudur. Çoğu opsiyonlar borsalarda kote oldukları ve işlem gördükleri için, teorik fiyatlarının yanı sıra, piyasadaki arz ve talebe göre belirlenen piyasa fiyatları da mevcuttur. Bu sebeple, bir opsiyonun piyasa fiyatının⁵ makul fiyatı olduğu varsayımı altında, (formüldeki) diğer verilerin de (dayanak varlığın spot fiyatı, vadeye kalan gün, kullanım fiyatı, faiz oranı) objektif olarak bilindiği dikkate alınır, Black-Scholes formülü kullanılarak piyasa katılımcılarının, opsiyonun vadesi boyunca bekledikleri volatilité değeri elde edilebilmektedir. Bu şekilde her bir opsiyonun elde edilen örtülü volatilité değeri öyle ağırlıklandırılır ki, VXO endeksi, SP100 üzerine yazılmış, vadesine 30 takvim günü (22 işlem günü) kalan sabit vadeli, hipotetik bir başabaş opsiyon sözleşmesinin örtülü volatilitisini gösterir.

CBOE'nin orijinal volatilité endeksinin formülü aşağıdaki gibidir.

$$VXO = \sigma_1 \left(\frac{N_{t2}-22}{N_{t2}-N_{t1}} \right) + \sigma_2 \left(\frac{22-N_{t1}}{N_{t2}-N_{t1}} \right) \quad (2.1)$$

$$\sigma_1 = \sigma_1^{X_l} \left(\frac{X_u-S}{X_u-X_l} \right) + \sigma_1^{X_u} \left(\frac{S-X_l}{X_u-X_l} \right) \quad (2.2)$$

⁴ Takvim ilerlemesine rağmen her gün yapılan hesaplamalar vadesine 30 gün kalmış opsiyona yönelik hesaplamalardır.

⁵ Bu modelde örtülü volatilité hesaplanırken kullanılan opsiyonun piyasa fiyatı, alış ve satış fiyatlarının ortalaması/orta noktası alınarak elde edilmektedir.

$$\sigma_2 = \sigma_2^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_2^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (2.3)$$

Yukarıdaki formüllerdeki, S dayanak varlığın spot piyasa fiyatı, X_l daha düşük kullanım (exercise) fiyatı, X_u daha yüksek kullanım fiyatı, N_{t1} en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısı ve N_{t2} ikinci en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısını ifade etmektedir.

VXO endeksi resmi olarak 1993 yılında başlatılmıştır, fakat o zamanki cari VXO endeksi seviyesi ile geçmiş seviyenin karşılaştırılmasının sağlanması amacıyla endekse dayalı opsiyon fiyatları kullanılarak 1986 yılının Ocak ayının başına kadar geçmişe dönük dakika dakika VXO endeks değerleri hesaplamaları yapılmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 4).

2.3.1.2 VIX Volatilite Endeksi (Yeni VIX)

VIX endeksi Eylül 2003'te oluşturulmuştur, ancak CBOE, VXO (Eski VIX) endeksi ile bire bir karşılaştırma imkanı sağlamak amacıyla 1986 yılı başına kadar yeni VIX endeksinin geçmiş kayıtlarını da oluşturmuştur.

Yapısı itibarıyla VXO endeksi ile karşılaştırıldığında, VIX endeksi VXO endeksinden iki önemli farkla ayrılmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 4). İlki her iki endeks farklı dayanak varlıklar kullanmaktadır. VIX endeksi S&P 500 endeksine dayalı Avrupa tipi opsiyonları dayanak varlık olarak kullanırken, VXO endeksi S&P 100 endeksine dayalı Amerika tipi opsiyonları dayanak varlık olarak kullanmaktadır (Zhang vd, 2010: 811). Elbette ki bu iki dayanak endeks arasında iyi derecede korelasyon bulunmaktadır, ancak S&P 500 ABD hisse senedi piyasasının birincil göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu değişikliğin arkasında yatan sebep; S&P 100 endeksi ile S&P 500 endeksi arasındaki korelasyon yüksek “güçlü” olmasına rağmen, S&P 500 endeksinin ABD hisse senedi piyasalarındaki getiriler için daha iyi bir karşılaştırma ölçütü niteliğinde olmasıdır.

İkinci farklılık ise, her iki endeksin örtülü volatilite için farklı hesaplama metodolojisine sahip olmalarıdır. VIX endeksi Black-Scholes / Merton modeli de dahil

olmak üzere herhangi bir modele dayanmamakta olup, modelden bağımsız olarak yapılandırılmıştır. VIX endeksine ilişkin hesaplamanın matematiksel dayanağı artık örtülü volatilité değil örtülü varyanstır. VIX Endeksi, Demeterfi vd. (1999) tarafından geliştirilen gelecekteki varyansın makul (adil) değeri kavramına dayanmakta olup, endeksin hesaplaması zararda alım ve satım opsiyonları ile faiz oranları gibi herhangi bir fiyatlama modeli ile bağlantısı olmayan piyasa değişkenleri (piyasadan elde edilen veriler) kullanılarak yapılmaktadır. Dahası, VIX endeksi beklenen volatilitéyi VXO endeksinin yaptığı gibi sadece başabaşa yakın opsiyonların kullanım fiyatlarından değil geniş bir yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatlarından yararlanarak hesaplamaktadır.

Modelden bağımsız örtülü varyans kavramı varyans swaplarının kullanıma başlanması ve büyümesi ile beraber ortaya çıkmıştır. İlk önce 1994 yılında Bruno Dupire ve 1996 yılında Anthony Neuberger ile ortaya çıkarken, sonraları ise 1998 yılında Peter Carr ve Dilip Madan, 1999 yılında Kresimir Demeterfi, Emanuel Derman, Michael Kamal ve Joseph Zou, 2000 yılında Mark Britten-Jones ve Anthony Neuberger, 2003 yılında Gurdip Bakshi, Nikunj Kapadia ve Dilip Madan, 2005 yılında Peter Carr ve Liuren Wu ile George J. Jiang ve Yisong S. Tian adlı çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 4). VIX endeksinin hesaplanması Demeterfi vd. (1999) çalışmasına dayanmakla beraber, Jiang and Tian (2005: 13337), bu hesaplamanın metodolojisinin teorik olarak 2000 yılında Mark Britten-Jones ve Anthony Neuberger tarafından yapılan çalışmada formülize edilen, “modelden bağımsız örtülü varyans” ile eşdeğer olduğunu göstermişlerdir.

VIX endeksi, bir aylık varyans, swap oranının herhangi bir modelden bağımsız benzerliğini (yakınsamasını-model-free approximation) temsil etmekte olup, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$VIX = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2}$$

$$T = \frac{(M_{bugün} + M_{uzlaşma\ günü} + M_{kalan\ günler})}{yıldaki\ toplam\ dakika\ sayısı}$$

- $M_{\text{bugün}}$: Bugün gece yarısına kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)
- $M_{\text{uzlaşma günü}}$: Gece yarısından, anlaşma günü saat 14⁰⁰'a kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)
- $M_{\text{kalan günler}}$: Bugün ve anlaşma günü arasındaki dakikalar
- F : Opsiyon fiyatlarından hesaplanan Forward (ileri) endeks fiyatı
- F : Kullanım fiyatı + e^{RT} x (Alım-Satım)
- K_i : Zarardaki i 'nci opsiyonun kullanım fiyatı; $K_i > F$ ise alım, $K_i < F$ ise satım opsiyonu için.
- ΔK_i : Kullanım fiyatları arasındaki fark⁶ (başabaştaki kullanım fiyatından (K_i) aşağıdaki ve yukarıdaki kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı)
- K_0 : İleri (forward) F fiyatı için yuvarlanmış en yakın kullanım fiyatı
- R : Risksiz faiz oranı
- $Q(K_i)$: Kullanım fiyatı K_i olan her opsiyon için uzlaşma fiyatı

VXO ve VIX endeksleri arasındaki farklılık akademisyenler, araştırmacılar ve yatırımcılar tarafından geniş ölçüde araştırılmaya tabi tutulmuştur. VIX ve VXO endekslerinin gelecekteki piyasa volatilitelerini öngörmeye benzer analitik kabiliyetlere sahip oldukları gösterilmiştir. Ancak, Stewart Mayhew ve Chris Stivers 2003 yılında yaptıkları çalışmada, CBOE'de en fazla işlem gören ilk 50 opsiyonu inceledikten sonra VXO endeksinin daha fazla bilgi içerdiğini göstermişlerdir. Ancak bununla birlikte, sık işlem gören opsiyonlar konusunda bir karara varılamamıştır (Yang ve Liu, 2012: 219).

2.3.1.3 ABD'deki Diğer Volatilite Endeksleri

CBOE, en çok bilinen volatilite endeksi olan VIX endeksinin yanı sıra, CBOE Dow Jones Industrial Average (DJIA) Volatilite Endeksi, CBOE NASDAQ-100

⁶ Düşük kullanım fiyatı için ΔK ; en düşük kullanım fiyatı ile ondan daha yüksek ilk kullanım fiyatı arasındaki fark olup, yüksek kullanım fiyatı için ΔK ; en yüksek kullanım fiyatı ile ondan daha düşük ilk kullanım fiyatı arasındaki farktan oluşmaktadır.

Volatilite Endeksi ve CBOE Russell 2000 Volatilite Endeksi gibi ABD'nin en önemli/önde gelen hisse endekslerine dayalı diğer bir takım volatilite endekslerini de hesaplamakta ve yayınlamaktadır. Tüm bu sayılan endekslerin hesaplamasında da, VIX endeksinin hesaplamasında kullanılan modelden bağımsız metodoloji kullanılmaktadır. Ayrıca, CBOE eski VIX endeksini yani VXO endeksini de hesaplamaya devam etmekte, aynı zamanda da bundan bağımsız olarak, S&P 500 endeksinin 3 aylık örtülü volatilitesi yansıtan S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksini de (*S&P 500 3-Month Volatility Index*) hesaplamaktadır. Zira VIX endeksi ile S&P 500 Endeksinin bir aylık örtülü volatilitesi ölçülmektedir. S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksi, VIX endeksi ile aynı metodoloji kullanılarak hesaplanmakta, yani üçüncü ve dördüncü vade aylarındaki, (borsa) opsiyonlarına dayanmaktadır.

2007 yılının sonunda CBOE tarafından, hisse getirileri ve volatilite arasındaki negatif ilişki nedeniyle, doğal olarak, volatilitede açık pozisyonda olan piyasa katılımcılarının/yatırımcıların örtülü volatilite veya gerçekleşen volatilitayı satın almak için ödemeye hazır oldukları ilave primi elde edebilmek için 3 yeni volatilite endeksi piyasaya sürülmüştür (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 8). Bu üç endeks; CBOE VIX Premium Strategy Index (VPD) the CBOE Capped VIX Premium Strategy Index (VPN) ve CBOE S&P 500 VADS-X Strategy Benchmark (VTY)'dir. CBOE'nin bu endekslere ilişkin resmi açıklamasına göre; S&P 500 VARB-X Strategy Benchmark endeksi gerçekleşen varyansın satılmasına dayalı iken, diğer 2 endeks VIX endeksinin temsil ettiği (içerdiği) örtülü volatilitenin satılmasına dayanmakta, ayrıca VIX Premium Strategy Endeksinin, üst sınırlı (capped) versiyonu, VIX endeksinde alınan kısa pozisyonların riskini, zarardaki (*long out-of-the-money*) VIX endeksi alım opsiyonlarındaki uzun pozisyonlar ile sınırlamaktadır.

Diğer taraftan, 2008 yılının Temmuz ayında petrol, altın ve \$/€ kuru gibi yeni varlık sınıflarına dayalı olarak 3 yeni volatilite endeksinden oluşan yeni endeks serileri CBOE, tarafından piyasaya sürülmüştür. Detaylandırmak gerekirse; yeni VIX metodolojisi, kullanılarak hesaplanan bu 3 yeni endeksten, CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi (*CBOE Crude Oil ETF Volatility Index- OVX*), ABD Petrol Fonu opsiyon fiyatlarına dayanmakta olup, ham petrol fiyatlarının 30 günlük volatilitesi hakkındaki piyasa beklentisini ölçmektedir. CBOE Altın Volatilite Endeksi (*CBOE Gold ETF Volatility Index - GVZ*), SPDR Altın Hisseleri (Gold Shares) Opsiyonlarına

dayanmakta olup, altın fiyatlarının 30 günlük örtülü volatilitelerini yansıtmaktadır. CBOE Euro Currency Volatilite Endeksi (*CBOE EuroCurrency Volatility Index - EVZ*) ise, Currency Shares Euro Trust opsiyonlarına dayanmakta olup, Dolar/Euro kurunun 30 günlük volatilitesine ilişkin piyasanın beklentisini ölçmektedir. Bu üç endekste de dayanak varlık olarak Borsa Yatırım Fonları (Exchange-Traded Funds - ETF) kullanılmaktadır. Böylelikle, ETF'ler kullanılarak fon giderleri düşüldükten sonra, ilgili varlığın getirisini en iyi/yakın şekilde yansıtmak amaçlanmıştır. Diğer taraftan 2013 yılı sonuna doğru (Ekim ve Aralık aylarında) CBOE tarafından “CBOE Short-Term Volatility Index” ve “CBOE Mid-Term Volatility Index” adlı iki yeni volatilité endeksi yayınlanmaya başlamıştır. CBOE tarafından oluşturulan bazı endekslere ilişkin detay bilgiler izleyen alt bölümlerde yer almaktadır.

2.3.1.3.1 CBOE Dow Jones Endüstriyel Ortalama (Dow Jones Industrial Average -DJIA) Volatilite Endeksi

CBOE'deki açıklamalara göre, CBOE DJIA Volatilite Endeksi (CBOE Dow DJIA Volatility Index-VXD) DJIA üzerine yazılmış olan opsiyonların (DJX) gerçek zamanlı fiyatları kullanılarak hesaplanmakta olup, yatırımcıların hisse senedi piyasasının 30 günlük volatilitesi hakkındaki beklentilerini yansıtmak şeklinde dizayn edilmiştir (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/VXD).

2.3.1.3.2 CBOE NASDAQ-100 Volatilite Endeksi (VXN)

VXN, Nasdaq 100 Endeksi (NDX) üzerine yazılan yakın dönemli opsiyon fiyatlarının barındırdığı volatilité hakkındaki piyasa beklentisine ilişkin temel ölçüdür. Diğer bir deyişle VXN, NDX opsiyonlarının 30 günlük volatilitesine ilişkin piyasa beklentisini ölçmektedir. Bu endeksin hesaplanmasında VIX endeksi metodolojisi kullanılmaktadır. 22 Eylül 2003 yılında CBOE endeks hesaplama metodolojisini değiştirdiğinde bu endeksin geçmişe yönelik verilerini de yeni metodolojiye uygun olarak

revize etmiştir. Bu endekse ilişkin olarak 2001 yılının Şubat ayına kadar tarihi verilere ulaşılabilir (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/VXN).

2.3.1.3.3 CBOE Russell 2000 Volatilite Endeksi

CBOE Russell 2000 Volatilite Endeksi, (CBOE Russell 2000 Volatility IndexSM -RVXSM), Russell 2000 Endeksi'ne dayalı opsiyonları kullanarak, bu endeksin 30 günlük volatilitesine ilişkin piyasa beklentilerini ölçmektedir. CBOE bu volatilite endeksini işlem saatleri içerisinde sürekli yayınlamaktadır.

Bu volatilite endeksinin dayanağını oluşturan Russell 2000 Endeksi, Russell Danışmanlık ve Yatırım Yönetimi için, yatırım yöneticilerinin davranışlarını takip etmek ve ABD piyasasını daha isabetli ölçmek için 1984 yılında oluşturulmuştur (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/RVX).

2.3.1.3.4 CBOE S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksi

CBOE S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksi (CBOE S&P 500 3-Month Volatility Index-VXV), CBOE tarafından 12 Kasım 2007 tarihinden itibaren yayınlanmaya başlanmıştır. VIX endeksinin metodolojisini kullanan bu endeks S&P 500 endeksine dayalı olarak işlem gören opsiyon fiyatlarından yararlanarak 93 günlük vadeye kalan güne sahip bir opsiyona ilişkin piyasanın gelecek volatilitesi beklentisini ölçmektedir. VIX endeksi bir aylık volatilitayı ölçerken, bu endeks üç aylık volatilitayı ölçmektedir. Böylelikle yatırımcılar VIX endeksi ve bu endeksi birlikte kullanarak S&P 500 endeksinin volatilitelerinin opsiyonlarının ilk dört sözleşme ayına ilişkin vade yapısının (term structure) hareketlerini takip edebilmektedirler. Dolayısıyla bu endeks yatırımcılara volatilite gülcüğü ve volatilitenin vade yapısı hakkında bilgi sunmaktadır.

CBOE genellikle en yakın üç ay ve ek olarak mart başlangıç döngüsüne sahip üç tane üç aylık vade döngüsüne sahip S&P 500 opsiyon sözleşmelerini işleme

açmaktadır. Örneğin 2013 Eylül ayı itibariyle, 2013 Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ilişkin olarak aylık vade döngülerine sahip 3 sözleşme; 2014 yılının Mart, Haziran ve Eylül aylarına ilişkin olarak da üç aylık vade döngüsüne sahip 3 sözleşme olmak üzere toplam 6 sözleşme işlem görmektedir (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/VXV).

2.3.1.3.5 CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi

CBOE Ham Petrol Volatilite Endeksi (CBOE Crude Oil ETF Volatility Index-OVX), Birleşik Devletler Petrol Fonu'na (United States Oil Fund-USO) dayalı olan opsiyonların geniş bir aralıktaki kullanım fiyatları kullanılıp VIX endeksi metodolojisi uygulanmak suretiyle petrol fiyatlarının 30 günlük volatilitesine ilişkin piyasa beklentilerini ölçmektedir. USO, ham petrol fiyatlarını takip etmeye yönelik oluşturulmuş olan borsa yatırım fonudur. Bu fonun portföyünde yakın vadeli gelecek işlemleri sözleşmeleri ve nakit tutularak fonun performansının mümkün olduğu kadarıyla spot piyasa ham petrol fiyatlarını yansıtmaya amaçlanmaktadır (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/OILVIX).

2.3.1.3.6 CBOE Altın Volatilite Endeksi

CBOE Altın Volatilite Endeksi (CBOE Gold ETF Volatility Index - GVZ), SPDR Altın Hisselerine (SPDR Gold Shares – GLD) dayalı opsiyon fiyatlarından faydalanılmak suretiyle altın fiyatlarının 30 günlük volatilitesi hakkında piyasanın beklentilerini ölçmektedir. Bu endekste VIX endeksi metodolojisi kullanılmaktadır. GLD spot altın fiyatlarını yansıtmak amacıyla oluşturulmuş olan borsa yatırım fonudur.

Diğer taraftan CBOE, GVZ volatilite endeksine dayalı olarak türev ürünler geliştirmiştir. Bu kapsamda 25 Mart 2011 yılında GVZ gelecek işlemleri sözleşmeleri, 12 Nisan 2011 tarihinde GVZ opsiyonları işleme açılmıştır (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/GVZ).

2.3.1.3.7 CBOE Euro Currency Volatilite Endeksi

CBOE Euro Currency Volatilite Endeksi (CBOE EuroCurrency Volatility Index - EVZ), CurrencyShares Euro Trust (FXE) borsa yatırım fonuna dayalı opsiyonlara VIX endeksi metodolojisi uygulanmak suretiyle Euro-Dolar paritesinin 30 günlük volatilitesi hakkındaki piyasa beklentilerini ölçmektedir. FXE fonu Euro cinsinden mevduat ve diğer Euro cinsinden banka araçlarına yatırım yaparak Euro-Dolar paritesini ölçmeyi amaçlamaktadır (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/EVZ).

2.3.1.3.8 CBOE Kısa Dönem Volatilite Endeksi

CBOE Kısa Dönem Volatilite Endeksi (CBOE Short-Term Volatility Index - VXST), CBOE tarafından S&P 500 Endeksi opsiyonlarına dayanılarak piyasanın 9 günlük volatilite beklentilerini ölçmeye yarayan volatilite endeksidir. VXST Volatilite Endeksi, VIX endeksi metodolojisini kullanmakta olup en kısa vadeli volatiliteyi ölçen volatilite endeksidir. Bu endeksin oluşturulmasıyla, kısa dönemli hareketlere yönelik yatırım yapan yatırımcılara faydalı bir araç sunulmuştur. Bu endeksin hesaplanması sırasında, vadesine en fazla bir gün kalan en yakın vadeli ve sonraki vade döngüsüne sahip opsiyonların ağırlıklandırılmış bir şekilde kullanımı yoluyla 9 günlük sabit vadeli opsiyonun volatilitesine ulaşılmaktadır (ayrıntılı bilgi için bkz. www.cboe.com/VXST).

2.3.1.3.9 CBOE Orta Vadeli Volatilite Endeksi

CBOE Orta Vadeli Volatilite Endeksi (CBOE Mid-Term Volatility Index-VXMT), S&P 500 Endeksi üzerine oluşturulmuş vadesine 6 ay kalmış opsiyonlara

VIX endeksi metodolojisi uygulanmak suretiyle bu endeksin 6 aylık volatilitesi hakkındaki piyasa beklentisini ölmektedir. Bu endeksin oluşturulmasıyla piyasa riski hakkında ve yaygın ekonomik faktörlerden kaynaklanan riskler hakkında makro bir bakış açısı sunmak amaçlanmıştır. Bu endeks VIX endeksi ile benzer hareket etme eğiliminde olup (0,91 korelasyon), ancak daha az volatiliteye sahiptir (www.cboe.com/VXMT).

2.3.2 Almanya'daki Volatilite Endeksleri

2.3.2.1 VDAX Volatilite Endeksi

Deutsche Börse, 1994 yılında DAX-30 Endeksi opsiyonlarına dayalı örtülü volatilite endeksi verilerini yayınlamaya başlamıştır. Özellikle, 8 adet volatilite alt endeksi oluşturulmuştur. Bu alt endeksler vadelerine 2 ila 24 ay kalmış çeşitli DAX opsiyonlarına ilişkin olarak hesaplanmakta olup, her vade ayına denk gelen 2 çift [bir çiftin kullanım fiyatı, hesaplanmış forward (ileri) fiyatın üzerinde; diğer çiftin kullanım fiyatı hesaplanmış forward fiyatın altında] opsiyon kullanılarak hesaplanmaktadır. Almanya'daki, başlıca örtülü volatilite endeksi olan VDAX, vadeye kalan zamanı 45 güne en yakın olan, 2 alt endeksin doğrusal enterpolasyonu aracılığıyla hesaplanmaktadır (Deutsche Börse, 2007: 6). Alt endeksleri kullanmanın arkasında yatan neden şudur (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 6): her bir vade için sadece 4 adet başabaş (at the Money) opsiyon kullanmak, her bir endeksin (kopyalanmasını) takip edilmesini kolaylaştırmakta, böylece, bu endekslerin türev araçlarda dayanak varlık olarak kullanılmasını sağlamaktadır. VDAX endeksinin hesaplaması, VXO endeksinin hesaplanma yönteminden 2 şekilde ayrılır. Bunlar: VDAX hesaplamasında; sabit 45 gün vadeli teorik bir kârda opsiyonun örtülü volatilitelerinin yakınsanarak kullanılması (VXO için bu referans süre 30 gündür) ve baz alınan endeksin VXO endeksinde olduğu gibi spot fiyatının değil de vadeli fiyatının kullanılmasıdır.

2.3.2.2 VDAX-New Volatilite Endeksi ve Diğer Volatilite Endeksleri

CBOE'yi takiben 2005 yılında, VDAX endeksi VDAX-New⁷, Endeksi ile yenilemiştir. VIX Eendeksine benzer olarak modelden bağımsız metodoloji kullanılan VDAX-New endeksi aynı zamanda 45 yerine sürekli 30 günlük hareketli vadeye kalan zamanı kullanmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 7).

Diğer taraftan, VDAX-New endeksinin yanısıra, Deutsche Börse ve Swiss Exchange tarafından müştereken işletilen ve Avrupa'daki başlıca türev borsalarından biri olan Eurex birbirine paralel şekilde iki volatilite endeki daha oluşturmuştur. Bu endeksler Dow Jones EURO STOXX 50 Endeksine⁸ dayalı VSTOXX ve SMI Endeksine dayalı VSMI volatilite endeksleridir (Lopez ve Navarro, 2012: 11911). Bu üç volatilite endeksinde de, yeni VIX endeksinde olduğu gibi, modelden bağımsız hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Bu endekslerin hesaplanmasında da, Black-Scholes vb. opsiyon fiyatlama modeline ihtiyaç duyulmuyor, ancak sadece strip stratejisi uygulanmış opsiyonların (2 adet zararda satım ve 1 adet zararda alım opsiyonun) fiyatının toplamını içeren ve sürekli olarak 30 güne sabitlenmiş vadeli opsiyonun örtülü varyansının kare kökünü ölçmeye ihtiyaç duyulmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 7).

Bu endeksler, 8 ayrı vade ayına göre ve vadesine en fazla 2 yıl kalan opsiyonlar esas alınarak hesaplanmaktadır. Her bir opsiyon vadesine göre de bir alt endeks hesaplanmaktadır. Şöyle ki, aynı vadedeki tüm opsiyonların örtülü varyansları kullanılarak, her bir opsiyon vadesi bazında bir alt endeks de hesaplanmaktadır. Böylece, VDAX New, VSTOXX ve VSMI ana endeksleri vadesine 30 gün kalacak şekilde, 2 adet alt endeksin kullanıldığı doğrusal enterpolasyon yöntemi ile hesaplanmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 7).

⁷ Orijinal VDAX volatilite endeksi hala hesaplanmakta ve yayımlanmaktadır.

⁸ Eurostoxx 50, Euro Bölgesindeki (Eurozone) hisse senedi piyasasının performansını ölçen bir endekstir. Euro Bölgesindeki 50 adet sektör lideri şirketin serbest dolaşım halka açık piyasa değerini esas alan bir endekstir.

2.3.3 Fransa'daki Volatilite Endeksleri

MONEP (Marche des Options Negociables de Paris, - şu anda NYSE Euronext'in bünyesindedir), 8 Ekim 1997 tarihinde VX1 ve VX6 olmak üzere 2 tane volatilite endeksi yayınlamaya başlamıştır. VX1 ve VX6 endeksleri, CAC 40 Endeksi üzerine yazılı başabaşa yakın (around at-the-money) alım opsiyonlarının örtülü volatilitelerine dayanmaktadır (Her bir volatilite endeksi için 4 adet alım opsiyonu kullanılmaktadır) (Morau, 1999: 304). MONEP tarafından kullanılmakta olan yöntem, yaptıkları çalışmada başabaşa yakın opsiyonların primleri ve volatiliteeleri arasında doğrusalımsı ya da doğrusala yakın (quasi-linear) ilişkiyi gözlemleyen Galai ve Brenner (1989) tarafından yapılan öneriye dayanmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 6). VXO endeksi ile VX1 ve VX6 volatilite endekslerini birbirinden ayıran en önemli fark; VXO endeksinde 4 adet alım opsiyonu ile 4 adet satım opsiyonunu fiyatlarının ağırlıklı ortalamasını kullanırken, VX1 ve VX6 volatilite endekslerinde sadece alım opsiyonlarının ağırlıklı ortalamasının kullanılmasıdır (Morau, 1999: 304). Bu alım opsiyonları VX1 ve VX6 için sırasıyla vadesine 31 ve 185 gün kalan başabaş opsiyonun teorik fiyatını hesaplamak için kullanılmakta olup, sonrasında ise günlük temettü ödemelerine göre düzeltilmiş binom modeli kullanılarak örtülü volatilite hesaplanmaktadır. Son aşamada ise, takvim günlerinin kare kökünün, işlem günlerinin kare köküne oranı ile çarpılmak suretiyle her volatilite endeksi hesaplama günü, işlem gününe dönüştürülmektedir. Fransa için hesaplanan bu endeksler ile ilgili daha detaylı bilgi (hesaplama tanımı ve özellikleri hakkında) Morau vd.'de (1999) bulunabilir.

2007 yılında, NYSE Euronext⁹, VX1 ve VX6 hesaplama metodolojisini yeniden düzenleyerek orijinal endekslerin yayımını (veri yayımını) durdurmuştur. Şöyle ki; NYSE Euronext (Paris Euronext), 3 Eylül 2007'de CAC40 Volatilite Endeksi adında yeni bir endeks yayımlamaya başladı. Bu endekste, yeni VIX endeksi

⁹ Euronext öncelikle Amsterdam, Brüksel ve Paris; sonrasında ise Londra merkezli Türev borsası LIFFE ve Portekiz Menkul Kıymetler Borsası birleşimiyle oluşmuştur. 2007 yılının sonunda, Euronext ve Newyork Borsası (NYSE) birleşerek NYSE Euronext'i oluşturmuşlardır.

metodolojisi kullanılmakta ve Londra Uluslararası Finansal Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nda (LIFFE - London International Financial Futures and Options Exchange) işlem gören alım ve satım opsiyonlarının örtülü varyanslarına dayanılarak endeks değeri hesaplanmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 6).

2.3.4 İngiltere'deki Volatilite Endeksleri

Nelson Areal tarafından 2008 yılında yapılan çalışma ile Birleşik Krallık için ilk defa volatilite endeksi hesaplanmıştır. Söz konusu çalışmada FTSE-100 Endeksine dayalı opsiyonlarının yüksek frekanslı verileri kullanarak Birleşik Krallık örtülü volatilite endeksini (VFTSE) oluşturmak için üç farklı yöntem önerilmiştir. Bu yöntemlerden ilki ABD piyasalarından daha az likit piyasalara uyarlanmış VXO endeksi metodolojisinin farklılaştırılmış versiyonu (alternatif enterpolasyon tasarısı- alternative interpolation scheme), ikincisi, yalnızca zarardaki opsiyonları kullanan metodoloji ve sonuncusu ise yeni VIX endeksinde kullanılan modelden bağımsız metodolojidir (Areal, 2008: 8).

2.3.4.1 FTSE 100 Volatilite Endeksi

2008 yılının Haziran ayı başlarında, NYSE Euronext, İngiltere için volatilite endeksinin hesaplanacağını duyurdu. 2008 yılı Haziran ayının ikinci yarısında ise, FTSE 100 Volatilite Endeksini (FTSE 100 Volatility Index -VFTSE) yayınlamaya başladı. VFTSE endeksi, LIFFE'de işlem gören Birleşik Krallık gösterge hisse senedi endeksi olan FTSE 100 Endeksine dayalı zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatlarının içerdiği 30 günlük örtülü volatiliteyi göstermektedir (www.ftse.com). FTSE 100 Endeksi piyasa kapitalizasyon değerleri açısından en büyük 100 başarılı şirketten oluşmakta olup, yaklaşık olarak Birleşik Krallık hisse senedi piyasasının %80'ini temsil etmektedir. FTSE 100 Volatilite Endeksi, NYSE Euronext tarafından, söz konusu borsada işlem gören diğer örtülü volatilite endekslerinde olduğu gibi yeni

VIX endeksi metodolojisi kullanılarak hesaplanmaktadır. VFTSE endeksi 23 Haziran 2008 tarihinden itibaren gerçek zamanlı olarak yayınlanmasına rağmen, endeks opsiyonu fiyatları kullanılarak gün sonu değerleri geçmişe yönelik olarak 2000 yılı Ocak ayına kadar hesaplanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008b: 4).

VFTSE endeksi, NYSE Euronext tarafından yeni VIX endeksinin hesaplamasında kullanılan ve herhangi bir modelle bağlantısı olmayan metodoloji kullanılarak oluşturulmuştur. VFTSE endeksi bir aylık varyans swap oranlarının modelden bağımsız yakınsamasını gösterir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 9).

$$VFTSE = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} W(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2}$$

$$T = \frac{(M_{bugün} + M_{uzlaşma\ günü} + M_{kalan\ günler})}{yıldaki\ toplam\ dakika\ sayısı}$$

$M_{bugün}$: Bugün gece yarısına kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)

$M_{uzlaşma\ günü}$: Gece yarısından, anlaşma günü saat 14⁰⁰'a kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)

$M_{kalan\ günler}$: Bugün ve anlaşma günü arasındaki dakikalar

F : Opsiyon fiyatlarından hesaplanan Forward (ileri) endeks fiyatı

F : Kullanım fiyatı + e^{RT} x (alım-satım)

K_i : Başabaş (i) opsiyonun kullanım fiyatı $K_i > F$ ise alım, $K_i < F$ ise satım opsiyonu için.

ΔK_i : Kullanım fiyatları arasındaki fark¹⁰ (başabaştaki kullanım fiyatından (K_i) aşağıdaki ve yukarıdaki kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı)

¹⁰ Düşük kullanım fiyatı için ΔK ; en düşük kullanım fiyatı ile ondan daha yüksek ilk kullanım fiyatı arasındaki fark olup, yüksek kullanım fiyatı için ΔK ; en yüksek kullanım fiyatı ile ondan daha düşük ilk kullanım fiyatı arasındaki farktan oluşmaktadır.

K_0 : İleri (forward) F fiyatı için yuvarlanmış en yakın kullanım fiyatı (strike price)
 R : Risksiz faiz oranı
 $W(K_i)$: Kullanım fiyatı K_i olan her opsiyon için uzlaşma fiyatı

2.3.4.2 FTSE Örtülü Volatilite Endeksi

FTSE 100 Örtülü Volatilite Endeksi (FTSE 100 Implied Volatility Index - FTSE 100 IVI) FTSE 100 Hisse Senedi Endeksine dayalı opsiyonların fiyatlarını kullanarak söz konusu endeksin 5 ayrı vadedeki (30, 60, 90, 180 ve 360 günlük-IVUKX30, IVUKX60, IVUKX90, IVUKX180 ve IVUKX360) yıllıklandırılmış örtülü volatilitelerini enterpolasyon yoluyla ölçen volatilite endeksidir. Bu volatilite endeksinin oluşturulmasında 2 farklı vadeye kalan güne sahip zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatları kullanılmaktadır (www.ftse.com). Bu endeks için hesaplamalar gün sonu değerleri esas alınarak gün sonunda yapılmaktadır. Ayrıca 18 Şubat 2013 yılında gerçek zamanlı olarak hesaplanmaya başlanan FTSE 100 IVI Endeksi 4 Ocak 2000 tarihine kadar geçmişe yönelik olarak da hesaplanmış olup, hesaplamada kullanılan 1 Mart 2012 tarihindeki sonraki veriler Bloomberg'den, bu tarihten önceki veriler NYSE-LIFFE'den alınmıştır.¹¹

2.3.5 Hollanda'daki Volatilite Endeksleri

NYSE Euronext, 3 Eylül 2007 tarihinde AEX Hollanda (Amsterdam Euronext) Hisse Senedi Piyasası endeksi opsiyonlarına dayalı olarak VAEX Volatilite Endeksi'ni

¹¹ Bu endeksin hesaplanmasına ilişkin detaylı bilgi için: bkz.
http://www.ftse.com/Indices/FTSE_Implied_Volatility_Index_Series/Downloads/FTSE_Implied_Volatility_Index_Series_Ground_Rules.pdf
http://www.ftse.com/Indices/FTSE_Implied_Volatility_Index_Series/Downloads/FTSE_100_Implied_Volatility_Factsheet.pdf

yayımlamaya başlamıştır. Bu endekste, Avrupa piyasalarına uyarlanmış VIX endeksi metodolojisi kullanılmakta olup, endeks LIFFE’de işlem gören alım ve satım opsiyonlarının örtülü varyanslarına dayanılarak hesaplanmaktadır (Muzzioli, 2013: 9). NYSE Euronext’in bu örtülü volatilité endeksine ilişkin günlük bazdaki verilere 2000 yılının Ocak ayına kadar geriye dönük olarak ulaşılabilir (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 7).

2.3.6 Belçika’daki Volatilité Endeksleri

NYSE Euronext tarafından, Hollanda volatilité endeksine paralel olarak 3 Eylül 2007 tarihinde BEL 20 (Brussels Euronext) hisse senedi endeksine dayalı opsiyon fiyatları kullanılarak BEL 20 Volatilité Endeksi (VBEL) oluşturmuştur. Bu endekste, VIX endeksi metodolojisi kullanılmış olup, endeks LIFFE’de işlem gören alım ve satım opsiyonlarının örtülü varyansları kullanılarak hesaplanmıştır. Bu örtülü volatilité endeksine ilişkin günlük bazdaki veriler Ocak 2000 yılının ayına kadar geriye dönük olarak ulaşılabilir şekilde oluşturulmuştur (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 7). Söz konusu Endeks 2011 yılının Nisan ayı başında sonlandırılmıştır.

2.3.7 Kanada’daki Volatilité Endeksleri

Montreal Borsası tarafından, CDN S&P/TSX 60 Fonu’na¹² (XIU) dayanan başabaş opsiyonların fiyatlarından hesaplanan ve MVX olarak adlandırılan bir volatilité endeksi hesaplanmış ve yayınlamıştır (www.m-x.ca). MVX endeksinin hesaplanma metodolojisi VXO endeksinin metodolojisine benzemektedir. MVX, Montreal Borsası’nda işlem gören XIU endeksine dayalı, en yakın 2 vadedeki 4 çift başabaş alım ve satım opsiyonlarının fiyatlarından hesaplanmaktadır. MVX

¹² Kanada’nın Benchmark hisse senedi endeksi üzerine oluşturulmuş borsa yatırım fonudur.

endeksinin hesaplanması için, yukarıda bahsedilen her bir opsiyonun örtülü volatilitésinin elde edilmesinde Black - Scholes modeli kullanılmakta, akabinde ise, her bir opsiyonun örtülü volatilitésini için her bir uzlaşma fiyatı ve vade tarihine göre ortalama alınmaktadır. Sonrasında ise, doğrusal enterpolasyon yöntemi ile 30 takvim günlük, örtülü volatilité oluşturulmaktadır. MVX endeksi, 2002 yılı Aralık ayında yayınlanmaya başlanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 8).

2010 yılında Kanada'da volatilité endeksinin metodolojisinde değışikliğe gidilerek, Ekim 2010 itibariyle MVX endeksinin hesaplanması durdurulmuş ve yeni endeks hesaplanmaya başlanmıştır. 2010 yılından itibaren Montreal Borsası'nın sahibi TMX Group tarafından Kanada hisse senedi piyasasının 30 günlük örtülü volatilitésinin ölçmek amacıyla Montreal Borsası hisse senedi piyasası endeksi olan S&P/TSX 60 Endeksi (SXO) üzerine oluşturulan en yakın vade ve onu takip eden vadedeki opsiyonlara dayalı olarak S&P/TSX 60 VIX Volatilité Endeksi (VIXC) hesaplanmaktadır (Lopez ve Navarro, 2012: 11911; www.m-x.ca). VIXC Endeksi, VIX endeksi ile aynı metodolojiyi kullanmakta, olup bu endeks türev araçlar için dayanak varlık olarak kullanılma kabiliyetine sahiptir.

VIXC Endeksi ile MVX Endeksi arasındaki birkaç açıdan fark bulunmaktadır (www.m-x.ca). VIXC Endeksi, geniş yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatları kullanılarak hesaplanmakta, oysa ki MVX endeksinin oluşturulmasında sadece başabaş opsiyonların kullanım fiyatı kullanılmaktaydı. VIXC endeksinin hesaplanmasında vadesi yakın opsiyonlara ilişkin yoğun işlem den kaynaklanan fiyat anomalilerini minimize etmek için yakın vadeli opsiyonlardan vadesine 5 gün kalanlar kullanılmakta iken, MVX endeksinde vadesine 8 gün kalanlar kullanılmaktaydı. VIXC endeksinin dayandığı opsiyonların dayanak varlığı hisse senedi endeksi iken, MVX endeksinin dayandığı opsiyonların dayanak varlığı borsa yatırım fonları olmuştur.

2.3.8 Güney Afrika'daki Volatilité Endeksleri

2007 yılında Güney Afrika Vadeli İşlemler Borsası (SAFEX), Black - Scholes fiyatlandırma modeline dayanılarak FTSE/JSE Top 40 Endeksi'nin volatilité endeksi olan

ve SAVI (South African Volatility Index) adlı volatilité endeksini hesaplamaya başlamıştır. Hesaplamanın temelini oluşturan yöntem Robert Whaley tarafından 1993 yılında önerilen yöntemdir, ama SAFEX’deki likidite kısıtı nedeniyle, SAVI endeksinin hesaplamasında sadece başabaş opsiyonların fiyatları kullanılmıştır. Bu endeksin diğér bir önemli özelliğı de; bu endeksin hesaplanmasında, yuvarlanan sürekli sabit vadeye kalan gün sayısı, endekslerin çoğunda olduğı gibi bir ay (30 gün) değil, üç ay (91 gün) olarak dikkate alınmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 9).

SAVI Endeksi’nin oluşturulmasından 2 yıl sonra 2009 yılında Johannesburg Borsası (Johannesburg Stock Exchange -JSE) söz konusu endeksin hesaplanmasını teorik çerçeveyle uyumlu hale getirme, risk yönetimine uygun hale getirme vb. amaçlarla yeniden hesaplamıştır (Kotze vd, 2009: 1). Yeni endeksin ismi New SAVI olarak belirlenmiş olup, yeni endeks de 3 aylık örtülü volatilitéyi ölçmektedir (Lopez ve Navarro, 2012: 11911). Bu yeni endeksin hesaplanmasında daha geniş bir yelpazedeki alım ve satım opsiyonlarının kullanım fiyatlarının ağırlıklı ortalamaları esas alınmaktadır.

Diğér taraftan JSE tarafından mısır piyasasının 3 aylık volatilitésini ölçen SAVI White Maize volatilité endeksi ve Rand’ın Dolar karşısındaki değışiminin 90 günlük volatilitésini ölçen SAVI Dollar volatilité endeksi de oluşturulmuştur (<https://www.jse.co.za/services/market-data/indices/volatility-indices>).

2.3.9 Avusturalya’daki Volatilité Endeksleri

2.3.9.1 AVIX ve AVX Volatilité Endeksleri

Avusturalya’daki ilk volatilité endeksi, resmi olarak bir borsa tarafından yayınlanmamış olup, akademik çalışma kapsamında önerilmiş bir endekstir. İlk akademik volatilité endekslerinden biri olan bu endeks, Dowling ve Muthuswamy (2003) tarafından önerilmiştir. AVIX (Australian Market Volatility Index) adı verilen bu volatilité endeksi, Avustralya hisse piyasasının volatilitésinin ölçülmesi amacıyla, S&P/ASX 200 Endeksi opsiyonlarının örtülü volatilitésine dayalı olarak ve Whaley

(1993) metodolojisi kullanılarak oluşturulmuştur. Dowling ve Muthuswamy, S&P/ASX opsiyonlarının 3 aylık vade döngüsüne sahip olmaları nedeniyle 3 aylık vade döngüsünden kaynaklanan muhtemel hesaplama problemlerini (S&P/ASX opsiyonlarının 3 aylık vade döngüsü, hesaplamada örtülü volatilité verisi için önemli bir ekstrapolasyon gerektirmektedir.) dolanmak için, tipik olarak vadesine 22 işlem günü kalmış AVIX endeksi yanı sıra, 66 işlem günlük AVIX de hesaplamışlardır (Dowling ve Muthuswamy, 2003: 11). Diğer taraftan ilave hesaplama problemleri, belirli günlerde AVIX'i hesaplamak için gerekli olan sekiz adet opsiyon sözleşmesinin olmamasından ortaya çıkmıştır. Bu durumda ise, aynı sınıf opsiyonun önceki günden kalan örtülü volatilitesi ikame olarak kullanılmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 9).

Dowling and Muthuswamy (2003) endeks üzerine yazılı opsiyonları kullanarak Avusturalya örtülü volatilité endeksi oluşturma fikrini ilk olarak ortaya atmışlar ve söz konusu volatilité endeksinin yapısını irdelemişlerdir. Sonrasında Frijns, Tallau ve Tourani-Rad (2008) tarafından yapılan çalışmada, S&P/ASX 200 Endeksi endeks opsiyonlarına ve endeks gelecek işlemleri sözleşmeleri opsiyonlarına dayalı olarak 2003 yılından 2008 yılına kadar olan SIRCA'dan¹³ elde ettikleri günlük opsiyon fiyatı verilerini kullanarak Avusturalya volatilité endeksi AVX'i geliştirmiş, S&P/ASX 200 Endeksi opsiyonlarına dayalı volatilité endeksinin hem örnek içi hem de örnek dışı olarak gelecek volatilité hakkında önemli miktarda bilgi içerdiği bulgusuna ulaşmışlardır (Bo Zhang, 2010: 20-21).

2.3.9.2 S&P/ASX 200 VIX Volatilité Endeksi

Avustralya Borsası tarafından (Australian Securities Exchange-ASX¹⁴) tarafından hisse senedi endeksi olan S&P/ASX 200 Endeksinin dayanak varlık olduğu

¹³ SIRCA, finansal araştırmaları desteklemek için data ve diğer araçları geliştirmek ve sağlamak amacıyla Avusturalya ve Yeni Zelanda Üniversiteleri tarafından 1997 yılında kurulmuş kar amacı gütmeyen bir kuruluştur.

¹⁴ Dikey olarak birleşmiş borsa grubu olup, piyasa değeri açısından dünyanın ilk 10 borsa grubu içindedir.

opsiyon sözleşmeleri kullanılarak oluşturulan S&P/ASX 200 VIX Volatilite Endeksi (A-VIX) 21 Eylül 2010 tarihinden itibaren hesaplanmaktadır. A-VIX'in oluşturulmasında vadesi en yakın ve sonraki vadedeki opsiyon sözleşmeleri kullanılmaktadır, ancak vadesi yakın opsiyonlarda gerçekleştirilen yoğun işlemten kaynaklanabilecek fiyat anomalilerinden kaçınmak amacıyla en yakın vadeli opsiyonların vadesinin bir haftanın altına düşmesi halinde ikinci ve üçüncü vade döngüsündeki opsiyonlar kullanılmaktadır. Her bir vadedeki risksiz getiri oranının interpolasyonu için gecelik RBA oranları ve 1, 2 ve aylık BBSW oranları¹⁵ kullanılmaktadır. Söz konusu endeks Avustralya hisse senedi piyasasının 30 günlük volatilitesine ilişkin olarak piyasa beklentisini yansıtmakta ve piyasalar hakkındaki yatırımcı algısına gösterge oluşturmaktadır (www.asx.com.au).

2.3.10 Yunanistan'daki Volatilite Endeksleri

2.3.10.1 GVIX Volatilite Endeksi

Skiadopoulos (2004), Yunanistan piyasası için FTSE/ASE-20 hisse senedi endeksi üzerine yazılan ve Atina Türev Borsasında (Athens Derivatives Exchange, ADEX) işlem gören opsiyon verilerinden yararlanmak suretiyle, GVIX denilen akademik örtülü volatilite endeksini oluşturmuştur. Skiadopoulos'un önerdiği hesaplama yöntemi Black (1976) modeline dayanmaktadır. Ancak, bu yöntem Yunanistan opsiyon piyasasındaki likidite kısıtı nedeniyle Whaley'in (1993) yönteminden kısmen ayrılmaktadır. Özellikle Skiadopoulos, Whaley'in yönteminde kullanılan 8 opsiyon sözleşmesi yerine, en yakın 2 vadenin her biri için 2 opsiyon sözleşmesi olmak üzere, 4 opsiyon sözleşmesi kullanmıştır. Skiadopoulos'un kullandığı model ile VXO endeksinde kullanılan model arasındaki asıl fark; Skiadopoulos

¹⁵ RBA:The Reserve Bank of Australia gecelik faiz oranları; BBSW Banka Bonosu swap referans oranları (Bank Bill Swap Reference Rate) www.afma.com.au

modelinde; her bir vade için sadece ilk zarardaki alım ve ilk zarardaki satım opsiyonunun fiyatları dikkate alınmakta, doğrusal enterpolasyon yöntemi ile başabaş opsiyonun örtülü volatilitesi hesaplanmakta ve yenilenen sürekli 30 günlük örtülü volatiliteler elde edilmektedir (Skiadopoulos, 2004: 1188). Çünkü, Skiadopoulos alım satım paritesinin (put-call parity) geçerli olması durumunda zararda (karda) satım opsiyonu karda (zararda) alım opsiyonu ile aynı örtülü volatilitelere sahip olduğundan hareket etmektedir. GVIX endeksinin hesaplanmasında ayrı ayrı olarak hem alım satım fiyatlarının ortalaması hem de uzlaşma fiyatları kullanılmıştır.

2.3.10.2 GRIV Volatilite Endeksi

Diğer taraftan Siripoulos ve Fassas (2008a) FTSE/ASE-20¹⁶ endeksi opsiyonlarına dayalı olarak Yunanistan hisse senetleri piyasası için, modelden bağımsız farklı bir volatiliteler endeksi (GRIV) önermişlerdir. GRIV endeksi oluşturulurken Yunanistan opsiyon piyasasının likit olmaması, opsiyon işlem hacminin düşük olması ve kapanış fiyatlarının son işlem fiyatından ziyade bir algoritmaya dayalı olarak hesaplanmaları dolayısıyla manipülasyona daha az açık olmaları nedeniyle kapanış fiyatları kullanılmıştır (Siripoulos ve Fassas, 2008a: 8). Yunanistan opsiyon piyasasında likidite ve derinlik yetersizliği nedeniyle en yakın vade ve sonraki vadedeki üç opsiyon çifti (başabaş, başabaş altı ve başabaş üstü) için piyasa yapıcılığı sistemi uygulanmıştır. Söz konusu çalışmada yeteri kadar opsiyon için fiyat bilgisi oluşmadığında, çoğu zaman hesaplamada doğrudan kullanılmadıkları için örtülü volatiliteler endeksinin değerini etkilemeyen aşırı kardaki opsiyonların teorik fiyatı hesaplanmıştır. Ek olarak üçüncü vade döngüsündeki opsiyonların fiyatı oluşmadığından ilk vade döngüsündeki opsiyonlar vade tarihine kadar hesaplamada kullanılmışlardır.

¹⁶ Piyasa kapitalizasyonu açısından Atina Borsası'nda işlem gören Yunanistan'ın en büyük 20 şirketinin hisse senetlerini kapsamaktadır.

2.3.11 İspanya'daki Volatilite Endeksleri

Giner ve Morini 2004 yılında İspanya IBEX-35 endeksi için, Whaley'e benzer bir yöntem kullanarak VIBEX adındaki volatilite endeksini geliştirmişlerdir (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 10). Ancak bu endeks opsiyon fiyatlarından elde edilen verilerle değil de, kapanıştan hemen sonra her bir sözleşme için İspanya Gelecek İşlemleri ve Opsiyon Borsası (Mercado Oficial Español de Opciones y Futuros Financieros-MEFF) tarafından verilen resmi volatilite değerleri kullanılarak oluşturulmuştur (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011: 189).

Gonzalez-Perez ve Novales 2011 yılında yapılan çalışmada modelden bağımsız yöntem kullanarak, İspanya piyasaları için yeni bir deneme olarak VIBEX-NEW endeksini önermişlerdir. Aslında Gonzalez-Perez ve Novales (2011: 187-188) İspanya hisse senedi piyasası için IBEX-35 Endeksi gelecek sözleşmelerine dayalı opsiyonlarına dayanılarak iki farklı volatilite endeksi oluşturmuşlardır. Bunlardan biri modele dayalı metodolojiye dayanılarak oluşturulan VIBEX endeksi, diğeri ise modelden bağımsız metodoloji kullanılarak oluşturulan VIBEX NEW adlı volatilite endeksidir. Gonzalez-Perez ve Novales (2011: 188) tarafından oluşturulan ve 30 günlük örtülü volatiliteyi ölçen VIBEX endeksi, VXO endeksi metodolojisini kullanmakla beraber, gelecek sözleşmelerine dayalı opsiyonlar kullanıldığı için, VXO endeksindeki gibi Black-Scholes (1973) modelini değil de Black (1976) modelini esas almıştır. Ayrıca VIBEX NEW Endeksinin hesaplamasında ise VDAX-NEW endeksinin metodolojisi kullanılmış, vadesi en yakın opsiyonlar ile (vadesine en fazla 3 gün kalan opsiyonlar) ile sonraki vade döngüsüne sahip olan opsiyonlar olmak üzere iki farklı vadedeki opsiyonlar kullanılmıştır.

2.3.12 Güney Kore'deki Volatilite Endeksleri

Maghrebi vd. (2007) Kore hisse piyasalarının volatilite endeksini oluşturmak için Kore KOSPI 200 endeksine dayalı, vadeye en yakın ve sonraki vade döngüsüne sahip opsiyonların örtülü volatilitesini kullanarak VIX endeksinin oluşturulmasına benzer şekilde modelden bağımsız yöntemle volatilite endeksi oluşturmuşlardır.

Öte yandan, Ting tarafından 2007 yılında yapılan çalışmada, Kore KOSPI 200 Endeksine dayalı opsiyon sözleşmelerinin piyasa fiyatları ile modelden bağımsız yöntem kullanılarak bir volatilité endeksi oluşturmuştur. Piyasadaki, mevcut opsiyonların (işlem gören opsiyon) sayısının kısıtlı olması ve dayanak endeks fiyatı ile opsiyonların uzlaşma fiyatı arasındaki farkın fazla olması gibi etkenlerden kaçınmak amacıyla Ting (2007), opsiyon fiyatı eğrisi oluşturmak için Kübik Spline metodunu (Cubic Splines) kullanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 10). Ek olarak çalışmasının ilk aşamasında Ting; Black-Scholes modeline dayalı olarak zararda opsiyonları örtülü volatilitésini de dikkate almıştır, fakat bu volatilitelerin basit ortalamasını almak yerine, hacim ağırlıklı örtülü volatilité ortalamasını kullanmıştır.

Kore Borsası (Korea Exchange –KRX) yapılan çalışma sonuçlarını kullanarak 13 Nisan 2009 tarihinde KOSPI 200 Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak KOSPI 200 Volatilité Endeksi’ni (VKOSPI) yayınlamaya başlamıştır (Padjhi, 2011: 28). Bu volatilité endeksi, KOSPI 200 Endeksi’nin 30 günlük volatilitésine ilişkin piyasa beklentilerini ölçmektedir.

2.3.13 Hong Kong’daki Volatilité Endeksleri

2011 yılı Ocak ayından itibaren Hang Seng Indexes Company Limited, Hong Kong hisse senedi piyasasında 30 günlük beklenen volatilitenin ölçülmesi amacıyla, Hang Seng Endeksi’ne (Hang Seng Index –HSI) dayalı opsiyonlar kullanılarak HIS Volatilité Endeksi (HIS Volatility Index - VHSI) hesaplamaya başlamıştır. Bu endeksin oluşturulmasında Hong Kong piyasasının koşullarına göre bir takım değişiklikler yapılarak VIX endeksi metodolojisi kullanılmakta olup, volatilité hesaplamasında en yakın vade (vadesine en fazla 3 gün kalan opsiyonlar kullanılmaktadır) ile sonraki vade döngüsündeki opsiyon sözleşmeleri kullanılmaktadır. Bu endeksin geçmiş verileri 2 Ocak 2001 tarihine kadar geriye dönük olarak hesaplanmıştır (Index Methodolgy for Managing HSI Volatility Index; www.hsi.com.hk).

2.3.14 İsviçre'deki Volatilite Endeksleri

İsviçredeki ilk volatilite endeksi, Bank Clariden Leu¹⁷, tarafından oluşturulan ve 1996 yılında yayınlanmasına başlanmış ne resmi ne de akademik olan, İsviçre hisse senedi piyasasının beklenen volatilitisini ölçen Real Time Volatility Index (VCL) isimli örtülü volatilite endeksidir. Bu endeksin kendine has özelliği dayanak varlıkların herhangi bir endeks olmayıp bireysel hisse senetleri olmasıdır. VCL Eurex'de işlem gören En büyük 24 İsviçre hisse senedine dayalı vadelerine 45 gün kalan altı başabaş alım opsiyonunun fiyatlarından hesaplanmıştır. Söz konusu opsiyon fiyatlarından Black-Scholes formülü kullanılarak her bir hisse senedi için bir alt endeks hesaplanmıştır. Daha sonra ise bu alt endeksler son on işlem günündeki işlem hacimleriyle ağırlıklandırılmış olarak toplanmak suretiyle VCL hesaplanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 10).

Diğer taraftan 20 Nisan 2005 yılında İsviçre Borsası (SIX Swiss Evchange) tarafından Eurex'de işlem gören İsviçre piyasası Endeksi (Swiss Market Index – SMI) opsiyonlarının fiyatlarına dayalı olarak İsviçre piyasası için SMI Volatilite Endeksi (Volatility index on the SMI-VSMI) oluşturulmuştur. Bu endeks 30 günlük volatilitiyi ölçmekte olup, VDAX-New endeksinde kullanılan metodoloji kullanılarak hesaplanmakta, yine VDAX-New endeksinde olduğu gibi bu endeks içinde sekiz tane alt volatilite endeksi hesaplanmaktadır.

2.3.15 Diğer Ülke Volatilite Endeksleri

3 Mart 2008 tarihinde Hindistan Ulusal Borsası (National Stock Exchange; NSE) S&P CNX NIFTY Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak Hindistan VIX Endeksini (India VIX) hesaplamaya başlamıştır (Palaniswamy vd., 2009: 47; White Paper India VIX). Bu endeksin hesaplanmasında VIX metodolojisi NIFTY opsiyon

¹⁷ 2012 yılında Credit Suisse tarafından aktif ve pasifiyle birlikte devralınmıştır.

sözleşmelerinin işlem defterlerinde kübik spline vb. düzeltmeler yapılmak suretiyle kullanılmıştır (www.nseindia.com).

Nishina vd. 2006 yılında Japon hisse senedi piyasası için NIKKEI 200 Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak akademik volatilité endeksi oluşturmuşlardır. Yine VXJ Resaearch Group ve Osaka Üniversitesi Finans ve Sigorta Çalışmaları Merkezi (The Center for the Study of Finance and Insurance - CSFI) tarafından Osaka Borsası'nda (Osaka Securities Exchange) işlem gören Nikkei 225 opsiyonları kullanılarak Japonya piyasası (VXJ) için akademik volatilité endeksi oluşturulmuştur (Lopez ve Navarro, 2012: 11912).

Diğer taraftan Nikkei Inc. tarafından 2010 yılında Osaka Borsası'nda işlem gören Nikkei 225 türev araçları kullanılarak Nikkei Stock Average Volatility Index adında resmi volatilité endeksi oluşturulmuştur. Bu volatilité endeksinin hesaplanmasında; başabaş opsiyonlar baz olarak yakın tarihli gelecek işlemlerinin fiyatları kullanılmakta, yakın vadeli ve sonraki vadeli opsiyonların volatilitesi ise her vade ayındaki zararda opsiyonların fiyatları kullanılarak hesaplanmaktadır. Sonrasında ise her vade ayındaki volatilité değerleri enterpolasyona tabi tutularak 30 gün vadeli opsiyonun volatilitesi elde edilmek suretiyle endeks değeri bulunmaktadır. Bu endeksin başlama tarihi 19 Kasım 2010 olmakla birlikte, geriye doğru endeks değerleri gün sonu değerleri esas alınmak suretiyle 11 Haziran 1989 tarihine kadar hesaplanmıştır (<http://indexes.nikkei.co.jp/en/nkave/index>). Şu anki endeks değerleri 30 Ocak 2012 tarihinden beri gerçek zamanlı yayınlanmakta olup, seans süresince 15 saniyelik aralıklarla hesaplanmaktadır.

İtalya piyasası için volatilité endeksi FTSE tarafından oluşturulmuştur. FTSE İtalya Örtülü Volatilité Endeksi (FTSE MIB Implied Volatility Index - FTSE MIB IVI), FTSE MIB Hisse Senedi Endeksine dayalı opsiyonların fiyatlarını kullanarak söz konusu endeksin 5 ayrı vadedeki (30, 60, 90, 180 ve 360 günlük-IVMIB30, IVMIB60, IVMIB90, IVMIB180 ve IVMIB360) yıllıklandırılmış örtülü volatilitesini enterpolasyon yoluyla ölçen volatilité endeksidir. Bu volatilité endeksinin oluşturulmasında 2 farklı vadeye kalan güne sahip zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatları kullanılmaktadır (www.ftse.com). Bu endeks için hesaplanmalar gün sonu değerleri esas alınarak gün sonunda yapılmaktadır. Ayrıca 18

Şubat 2013 yılında gerçek zamanlı olarak hesaplanmaya başlanan FTSE MIB IVI Endeksi 01 Nisan 2010 tarihine kadar geçmişe yönelik olarak da hesaplanmış olup, hesaplamada kullanılan 1 Mart 2012 tarihindeki sonraki veriler Bloomberg'den, bu tarihten önceki veriler Borsa Italiana'dan alınmıştır.

Rusya için, Open Joint Stock Company tarafından Rusya Borsası ('Russian Trading System' Stock Exchange) RTS endeksi gelecek işlemleri opsiyonlarına dayalı olarak Rusya Volatilite Endeksi (Russian Volatility Index-RTSVX) 7 Aralık 2010 tarihinde oluşturulmuştur. Bu endeks Black - Scholes opsiyon fiyatlama modeline dayanılarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan, yine Open Joint Stock Company tarafından işletilen Moskova Borsası tarafından 16 Nisan 2014 tarihinde RTS endeks opsiyonlarına dayalı olarak yeni bir volatilite endeksi (RVI – Russian Market Volatility Index) oluşturulmuştur. Bu yeni endeks piyasaının 30 günlük volatilite beklentilerini ölçmekte olup VIX endeksi metodolojisine dayanmaktadır (<http://moex.com/s381>).

2.4 Volatilite Endeksleri Türleri

Volatilite endekslerinin finans dünyasına girişinin üzerinden yaklaşık 20 yıl geçmesine rağmen söz konusu endekslerin dünyaya yayılma hızı zaman geçtikçe artmaktadır. Söz konusu endeksler açısından bir sınıflandırma geliştirilmemiş olmasına rağmen, finans literatüründe bu konuda yapılmış çalışmalar ve oluşturulmuş endeksler incelendiğinde söz konusu endeksleri bir takım özelliklerini kullanarak sınıflandırmaya imkan bulunmaktadır.

Volatilite endekslerini üç şekilde sınıflandırmak mümkündür. İlk olarak volatilite endeksleri hesaplanma metodolojisi kullanılarak sınıflandırılabilir. İkinci olarak volatilite endeksleri, oluşturulma biçimlerine yani akademik veya resmi endeks olup olmamalarına göre sınıflandırılabilir. Son olarak da volatilite endekslerinin hesaplanmasında kullanılan opsiyonların dayanak varlıkları esas alınarak volatilite endeksleri sınıflandırılabilir.

2.4.1 Hesaplama Metodolojisi Açısından Volatilite Endeksleri

Finans literatüründe volatilite endekslerinin hesaplanmasında kullanılan başlıca iki metodoloji bulunmaktadır. Bu iki metodoloji birbirinden, hesaplama sürecinde kullanılan opsiyonlar açısından, opsiyon fiyatlarının yatırımcıların ya da piyasanın risk algısına nasıl katılacağına yönelik yaklaşımlar açısından ayrılır. Daha eski metodoloji, kısa vadeli başabaş alım ve satım opsiyonlarının örtülü volatilitesini volatilite endeksi hesaplamada kullanırken; yeni metodoloji yakın vadeli başabaş ve zararda alım ve satım opsiyonların fiyatlarına dayanmaktadır (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011: 186). Önceki metodoloji, volatilite endeksi hesaplamasında opsiyon fiyatlama modeli kullanmayı gerektirdiğinden modele dayalı metodoloji olarak adlandırılmaktadır. Sonraki metodoloji herhangi bir opsiyon fiyatlama modeli gerektirmediğinden modelsiz veya modelden bağımsız yaklaşım olarak adlandırılmaktadır.

Modele dayalı yaklaşım hisse senedi endeksine dayalı başabaş opsiyonların örtülü volatilitesini kullanarak volatilite endeksini oluşturmak için Black-Scholes veya onun uzantısı olan opsiyon fiyatlama modeline ihtiyaç duymaktadır. İlk örtülü volatilite endekslerinin oluşturulmasında modele dayalı metodoloji kullanılmış olup, bu endeksler hisse senedi endeksi üzerine oluşturulmuş opsiyonların fiyatlarından türetilen örtülü volatilite değerlerinin ağırlıklandırılmasına dayalı olarak oluşturulmuşlardır (örneğin, VXO ve VDAX). Sabit vadeye kalan zaman yapısına sahip başa baş sentetik opsiyonların örtülü volatilitesini elde etmek amacıyla opsiyonlar özellikle kullanım fiyatı ve vadesine göre seçilmiştir (Lopez ve Navarro, 2012: 11909).

Modelden bağımsız metodoloji, modelden bağımsız örtülü varyans yaklaşımına dayanarak örtülü volatilite endeksini hesaplamakta, modele dayalı metodolojiye göre daha basit olup, volatilite endeksine dayalı türev araçların fiyatlamasına da imkan vermektedir. Diğer taraftan, ampirik açıdan bakıldığında, modelden bağımsız metodoloji, modele dayalı metodolojiye göre, volatilite endeksini hesaplamada daha geniş bir yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatlarını

kullandığından likiditesi az olan opsiyon piyasalarında ve gün içi volatilité hesaplamada bu metodoloji daha üstündür (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011: 186).

2.4.2 Oluşturulma Biçimleri Açısından Volatilité Endeksleri

Bu sınıflandırma daha çok endeksi oluşturana bağılı bir sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre volatilité endekslerini resmi endeksler ve akademik endeksler olarak ayırmak mümkün bulunmaktadır. Çeşitli borsalar (organize piyasalar) tarafından hesaplanıp, yayınlanan veya kullanıcılara sunulan volatilité endekslerini resmi volatilité endeksleri olarak, herhangi bir organize piyasa tarafından oluşturulmayan, akademisyenlerin akademik çalışmalar sonucunda, akademik amaçlarla oluşturdukları endeksleri de akademik volatilité endeksleri olarak tanımlayabiliriz.

Finans dünyasında resmi volatilité endekslerinin yanısıra, akademik çerçevede de oluşturulan çok sayıda volatilité endeksi bulunmaktadır. Dünyadaki volatilité endeksleri incelendiğinde genellikle önce akademik volatilité endekslerinin oluşturulduğu sonrasında ise akademik volatilité endekslerinden genellikle faydalanılarak resmi volatilité endekslerinin oluşturulduğu görülmektedir. Bir bakıma akademik volatilité endeksleriyle resmi volatilité endekslerine öncülük edilmiştir. Bu nedenle, uluslararası hisse piyasaları için kullanılacak örtülü volatilité endeksi önerisinde bulunan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Akademik çalışmalar sonucunda oluşturulan volatilité endekslerinde hem modele dayalı olan hem de modelden bağımsız metodoloji kullanılmakta iken, son zamanlarda oluşturulan resmi volatilité endekslerinde modelden bağımsız metodoloji kullanılmaktadır.

2.4.3 Opsiyonların Dayanak Varlıkları Açısından Volatilite Endeksleri

Volatilite endeksleri için bir başka sınıflandırma ise bu endekslerin oluşturulmasında bilgileri kullanılan opsiyonların dayanak varlıkları açısından yapılabilecek sınıflandırmadır. Volatilite endeksleri ilk olarak hisse senedine dayalı opsiyonlardan hesaplanmışken, daha sonra hisse senedi endeksine dayalı olarak hesaplanmıştır. Hatta ilk resmi volatilite endeksi de hisse senedi endeksine dayalı olarak oluşturulmuştur. Sonrasında ise volatilite endeksleri diğer endeks ve ürünlere doğru yayılmaya başlamışlardır. Bu sınıflandırmaya göre volatilite endeksleri hisse senedi endekslerine dayalı volatilite endeksleri, hisse dışı endekslere dayalı volatilite endeksleri, volatilite strateji endeksleri, hisse senedi volatilite endeksleri ve borsa yatırım fonu volatilite endeksleri olarak sınıflandırılabilir.

Her ne kadar hisse senedi endeksi dışındaki dayanak varlıkları olan opsiyonlar kullanılarak volatilite endeksi oluşturulmuşsa da volatilite endeksi deyince akla gelen ve kastedilen hisse senedi endekslerine dayalı opsiyonlardan oluşturulan volatilite endeksleridir. Çünkü dünyaya yayılmış olan endeksler genelde hisse senedi endeksine dayalı volatilite endeksleridir. Diğer volatilite endekslerinin tamamına yakın ABD’de oluşturulmuş olup, bunların da çoğunluğu CBOE tarafından oluşturulmuştur. Bilgilerine ulaşılabilirdiği kadarıyla Çin, Hindistan, İtalya, Rusya, Güney Afrika, Avustralya, Almanya, ABD, İsviçre, Hollanda, Fransa, Meksika, Kanada, Kore ve Japonya hisse senedi piyasaları için oluşturulmuş hisse senedi endeksine dayalı volatilite endeksleri bulunmaktadır (<http://onlyvix.blogspot.com/p/volatility-indexes.html>, son güncelleme 06.04.2013).

Hisse senedi endeksi dışındaki endekslere dayalı volatilite endeksleri, swaption, döviz, Euro para, özel endeksler (gelişmekte olan piyasalar, G-7 vs.) gibi finansal ürünler, altın ve değerli metaller, mısır, pamuk, soya fasulyesi gibi tarımsal ürünler kullanılarak oluşturulan endekslerin opsiyonlarına dayalı olarak oluşturulan volatilite endeksleridir. Bu sınıftaki volatilite endekslerinin çok büyük kısmı ABD’de oluşturulmuştur.

Volatilite strateji endeksleri ise faiz oranları volatilite endeksi, VIX primi stratejisi, sınırlandırılmış VIX primi stratejisi, çarpıklık endeksi, volatilite arbitrajı, korelasyon, kuyruk korunması (tail hedge), VIX volatilite endeksi vb, yatırım stratejileri ve riskten korunma stratejileri sağlayan volatilite endeksleridir. Bilgilerine ulaşılabilirdiği kadarıyla bu endekslerden biri hariç tamamı ABD’de ve büyük çoğunluğu CBOE tarafından oluşturulmuş olup, bir tanesi Almanya’da Deutsche Börse tarafından oluşturulmuştur (<http://onlyvix.blogspot.com/p/volatility-indexes.html>, son güncelleme 06.04.2013).

Son gruptaki volatilite endeksleri, çeşitli ülkeler ve sektörlere yönelik oluşturulmuş borsa yatırım fonları ile ABD hisse senetleri piyasasının (Apple, Amazon, Google, IBM, Goldman Sachs gibi)  nde gelen hisse senetlerine dayalı opsiyonlar kullanılarak hesaplanan volatilite endeksleridir. Bu gruptaki volatilite endekslerinin tamamı ABD’de olup CBOE tarafından oluşturulmuştur.

Bilgilerine ulaşılabilirdiği kadarıyla dünya genelinde oluşturulmuş volatilite endekslerine ilişkin çeşitli bilgiler aŗağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2.1: Dünyadaki Volatilite Endeksi Bilgileri

Vol. Endeksi	Resmi-Borsa/Akademik	Dayanak Varlık	OFM	Metodoloji
VIX	CBOE	S&P 500	MF	VIX Metodoloji
VXO	CBOE	S&P 100	BSM	VXO
VXD	CBOE	DJIA Endeksi	MF	VIX Metodoloji
VXN	CBOE	NASDAQ 100	MF	VIX Metodoloji
RVX	CBOE	Russel 2000	MF	VIX Metodoloji
VXV	CBOE	S&P 500	MF	VIX Metodoloji
OVX	CBOE	ABD petrol fonu	MF	VIX Metodoloji
GVZ	CBOE	SDDR Altın hisseleri	MF	VIX Metodoloji
EVZ	CBOE	Currency Shares Euro Trust	MF	VIX Metodoloji
VXMT	CBOE	S&P 500	MF	VIX Metodoloji
VXST	CBOE	S&P 500	MF	VIX Metodoloji
VDAX yeni	Deutsche Börse	DAX 30	MF	VIX Metodoloji
VDAX	Deutsche Börse	DAX 30	Black (1976)	VIX Metodoloji
VSTOXX	Eurex / Deutsche Börse	DJ EURO STOXX 50	MF	VIX Metodoloji
VSMI	SWX Swiss Exchange	SMI	MF	VIX Metodoloji
VAEX	Euronext (Amsterdam)	AEX	MF	VIX Metodoloji
VBEL	Euronext (Brüksel)	BEL 20	MF	VIX Metodoloji
VCAC	Euronext (Paris)	CAC 40	MF	VIX Metodoloji
VFTSE	Euronext	FTSE 100	MF	VIX Metodoloji
FTSE 100 IVI	FTSE	FTSE 100	MF	VIX Metodoloji
VHSI	Hang Seng	Hang Seng Endeksi	MF	VIX Metodoloji
VX1 ve VX6	MONEP (Euronext)	CAC 40	BSM	Hesaplanmıyor
MVX	Montreal Exchange	CDN S&P/TSX 60 İshares	BSM	VXO
SAFEX	Güney Afrika Türev Borsası	TOP 40	BSM	VXO
Yeni SAVI	Johannesburg SE	FTSE/JSE Top 40	MF	VIX Metodoloji
VCL	Resmi Değil	İsviçre hisse senetleri	BSM	Hesaplanmıyor
AVIX	Akademik	S&P/ASX 200 Endeksi	BSM	VIX Metodoloji
S&P/ASX 200 VIX	ASE	S&P/ASX 200 Endeksi	MF	VIX Metodoloji
GVIX	Akademik	FTSE/ASE-20	BSM	VXO
GRIV	Akademik	FTSE/ASE-21	BSM ve MF	VIX, VXO
VIBEX	Akademik	IBEX-35	BSM	VXO
Yeni VIBEX	Akademik	IBEX-35	MF	VIX Metodoloji
VXJ	Akademik	Nikkei 225	MF	VIX Metodoloji
NSAVI	Osaka Borsası	Nikkei 225	MF	VIX Metodoloji
VFTSE	Akademik	FTSE 100	MF	VIX Metodoloji
KOSPI 200	Akademik	KOSPI 200 Endeksi	MF	VIX Metodoloji
KIX	Akademik	KOSPI 200 Endeksi	MF	VIX Metodoloji
VKOSPI	Kore Borsası	KOSPI 200 Endeksi	MF	VIX Metodoloji
FTSE MIB IVI	FTSE İtalya Borsası	FTSE MIB Endeksi	MF	VIX Metodoloji
I-VIX	Hindistan	NIFTY	MF	VIX Metodoloji
RTSVX	Rusya	RTS Endeksi Gelecek İşlemleri	BSM	VDAX
RVI	Rusya	RTS Endeksi	MF	VIX Metodoloji

*OFM:Opsiyon Fiyatlama Modeli; MF:Modelden Bağımsız; BSM: Black-Scholes/Merton (1973)

3 VOLATİLİTE ENDEKSLERİNİN ÖNEMİ

3.1 Genel Olarak Volatilite Endekslerinin Önemi

Volatilite değişikliklerine ilişkin bilgilerin piyasa katılımcıları için kritik öneme sahip olması nedeniyle, volatiliteye ilişkin ölçümlerin, varlık piyasasındaki toplam volatiliteyi takip etmek için oluşturulan volatilite endeksi formunda yatırımcıların kullanımına sunulması amacıyla, çok sayıda girişim başlatılmıştır (Goltz vd., 2011: 5). Volatilite endekslerinin öneminden bahsedilirken bu endekslerin gerek uluslar ve gerekse uluslararası bazdaki önemi göz önünde bulundurulmaktadır. Diğer taraftan volatilite endeksleri, özellikle, finansal piyasalar için çok önem taşımakla beraber, son yıllarda emtia üzerine oluşturulan volatilite endekslerinin varlığı ile birlikte bu endekslerin önemi finansal piyasaların dışına da taşmış durumdadır. Volatilite endekslerinin önemi bu endekslerin işlevselliği, kullanımının yaygınlığı ve sağladığı katkılar ile orantılı olarak artmaktadır. Dolayısıyla volatilite endekslerinin işlevselliği, kullanımının artması ve bu endekslerin kullanımı sonucu elde edilen faydalar arttıkça bu endekslerin önemi de gittikçe artmaktadır.

Günümüzde volatilite endeksleri çok fazla fonksiyon ihtiva etmekte ve buna paralel olarak volatilite endekslerinin kullanım alanları gittikçe artmaktadır. Çünkü, volatilite endeksleri alım satım, korunma, analiz ve türev araç oluşturma gibi işlevler konusunda büyük avantaja sahiptir (PalaniSwamy, 2009: 55). İlk olarak bu endeksler gelecekteki piyasa volatilitesi hakkında bilgi vermeleri nedeniyle gelecek volatilitesi tahmininde kullanılabilirler. Bu endekslerin gelecek volatilitesi tahmininde kullanılmalarına ilişkin olarak çok sayıda araştırma bulunmaktadır. İkinci olarak volatilite endeksleri türev ürünlere dayanak varlık olarak kullanılabilirler. Volatilite endeksleri, piyasa endekslerinin endekse dayalı opsiyon ve gelecek sözleşmeleri için oynadığı role benzer bir rolü oynayarak volatilite türevleri¹ için

¹ Volatilite türevleri, getirisi volatilite dalgalanmalarına bağlı varlıklara dayalı olarak da oluşturulabilirler, Örneğin straddle.

dayanak varlık oluşturmaktadır (Skiadopoulos, 2004: 1187). Piyasa belirsizliğinin ölçülmesinde kilit rol oynadıklarından ve alınıp satılabilen volatilité türev araçlarına dayanak varlık olarak kullanıldıklarından dolayı, bilgilendirici ve sağlıklı volatilité endeksleri çoğu piyasa katılımcısı için kritik öneme sahiptir (Goltz vd, 2011: 8). Bu konudaki gelişmelere bakıldığında, Deutsche Börse, volatilité endeksine (VDAX) dayalı gelecek sözleşmelerini (future contract) 1998 yılında işleme açarak, volatilité endekslerini dayanak varlık olarak kullanan ilk borsa olmuştur (Siriopoulos ve Fassas, 2008a: 3). CBOE ise 26 Mart 2004 tarihinde VIX endeksi üzerine gelecek sözleşmelerini, 24 Şubat 2006 yılında ise VIX endeksine dayalı opsiyon sözleşmelerini oluşturmak suretiyle volatilité endeksine dayalı türev araçları işleme açmıştır. Sonrasında volatilitéye dayalı türev araçlar gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu yaygınlaşma hem Deutsche Börse ve CBOE tarafından volatilité endeksine dayalı farklı türev araçların işleme açılması hem de diğ r borsaların volatilité endeksine dayalı opsiyon sözleşmeleri ve gelecek işlemlerini duyurması şeklinde olmuştur.

Volatilité endekslerinin önemine ilişkin bir diğ r özellik, volatilitenin bu endeksler aracılığıyla alım satıma konu edilebilmesidir. Son yıllarda özellikle tezgahüstü piyasalarda olmak üzere finansal piyasalarda, volatilité, yatırım yapılabilir (alım satıma konu edilebilir) bir varlık olarak popülarite kazanmıştır. Bu ilginin artmasının sebebi birkaç temel özellikten kaynaklanmaktadır. Bu  zellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Deutsche Börse, 2005, 27):

- Volatilité belirsizlik dönemlerinde artma eğilimindedir ve bu nedenle piyasanın genel algısını yansıtarak belirsizliğin ölçüsü olarak hareket eder.
- Volatilité endekslerinin dayanak endeksi ile negatif korelasyon içerisinde olması ve ortalamaya yönelimli (mean reversion) olması gibi özellikleri volatilitéyi finansal piyasa katılımcılarının oldukça değ rli bulduğu niteliklerle donatmaktadır.
- Son olarak örtülü volatilité ger ekleş en volatiliteden daha yüksek olma eğiliminde olduğundan spe  latif amaçlı işlemler için fırsatlar yaratmaktadır. Bu durum yatırımcıların opsiyon volatilitesi konusunda açık pozisyonda olmaktan kaçınmalarına yol açmaktadır. Bu nedenle yatırımcılar örtülü volatilitede açık (kısa) pozisyonda olmaları için prim ile  d llendirilmektedirler.

Ek olarak volatilité endeksleri piyasalar hakkında bir gösterge olarak görölmektedir. Piyasalarda çalkantıların olduğu dönemlerde bu endekslerin değeri de yükseliş göstermektedir.

Volatilité endekslerinin başlıca kullanım alanları yukarıda sayılanlar olmakla birlikte bu endekslerin kullanımının bunlarla sınırlı olduğunu ifade edilmesi pek de mümkün değildir. Becket vd. tarafından 2009 yılında ve Chung vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmalarda, VIX endeksi opsiyonlarının S&P 500 endeksinin gelecek dinamikleri konusunda artımlı bilgiye sahip oldukları ileri sürölmüş olup, gerçekleşen volatilité ölçümlerine ilişkin VIX endeksi opsiyonlarının içermiş olduğu bilgiler kullanıldığında S&P 500 endeksi getiri, volatilité ve yoğunluk öngörülerinin önemli ölçüde geliştiği gösterilmiştir (Yang ve Liu, 2012: 219). Szado (2009), uzun VIX endeksi ve VIX endeksi gelecek işlemlerinin (futures) temel portföye eklenmesinin potansiyel çeşitlendirme açısından önemli olduğunu belirtmiştir.

Volatilité endekslerinin işlevselliği bu endekslerin, özellikle yeni VIX endeksinin 2003 yılında hesaplanmaya başlanmasından itibaren, 5 kıtadaki hisse senedi piyasalarına mantar gibi yayılmaya başlamalarına neden olmuştur. Söz konusu endekslerin belli başlı kullanım alanları ve kullanım sonucunda sağladıkları katkılara ilişkin bilgiler aşağıdaki bölümlerde yer almaktadır.

3.2 Piyasalar Hakkında Gösterge oluşturması Açısından Volatilité Endekslerinin Önemi

Volatilité endeksleri finansal piyasalarda oldukça fazla sayıda katılımcı tarafından ciddiye alınan bir gösterge niteliğindedirler. Çünkü bu endeksler piyasanın geleceğine ilişkin olarak yatırımcıların beklentilerini yansıtmaktadırlar. Volatilité endeksleri piyasa beklentilerini yansıtmalarından dolayı, CNBC, Barrons, Wall Street Journal gibi finansal basın tarafından düzenli olarak takip edilmekte ve VIX endeksi yatırımcının korku endeksi olarak adlandırılmaktadır (Whalley, 2008: 1). Finansal basının yanı sıra finansal piyasalardaki diğeri kurumlar da volatilité endekslerine önem atfetmektedirler. Örneğin düzenleyici otoriteler ve merkez bankaları VIX endeksini

hisse senedi piyasasındaki belirsizliği tanımlamak için kullanmanın yanısıra bu endeksi swap spreadleri gibi diğer değişkenlerin sonraki hareketleri ile ilişkilendirmektedirler (Psychoyios, t.y: 2).

Volatilite endeksleri özelinde VIX endeksinin menkul kıymet piyasalarında hala en yaygın olarak kullanılan ve tartışılan bilgi göstergesi olması boşuna değildir. Söz konusu endeksin geçmiş değerlerine incelendiğinde, hisse senedi piyasasını da aşan bir şekilde finansal piyasalardaki dalgalanmalara paralel hareket ettiği gözlenmektedir. ABD hisse senedi piyasası açısından daha yüksek VIX endeksi seviyesi piyasada işlem yapanların hisse senedi endeksinde daha yüksek dalgalanma beklediklerini gösterirken, daha düşük VIX seviyesi hisse senedi endeksinde daha ılımlı bir dalgalanma beklendiğini ima etmektedir (Yang ve Liu, 2012, 217). VIX, yatırımcı beklentilerini yansıtmak anlamına geldiğinden aynı zamanda “yatırımcı korku endeksi (ölçüsü)” olarak da bilinmektedir.

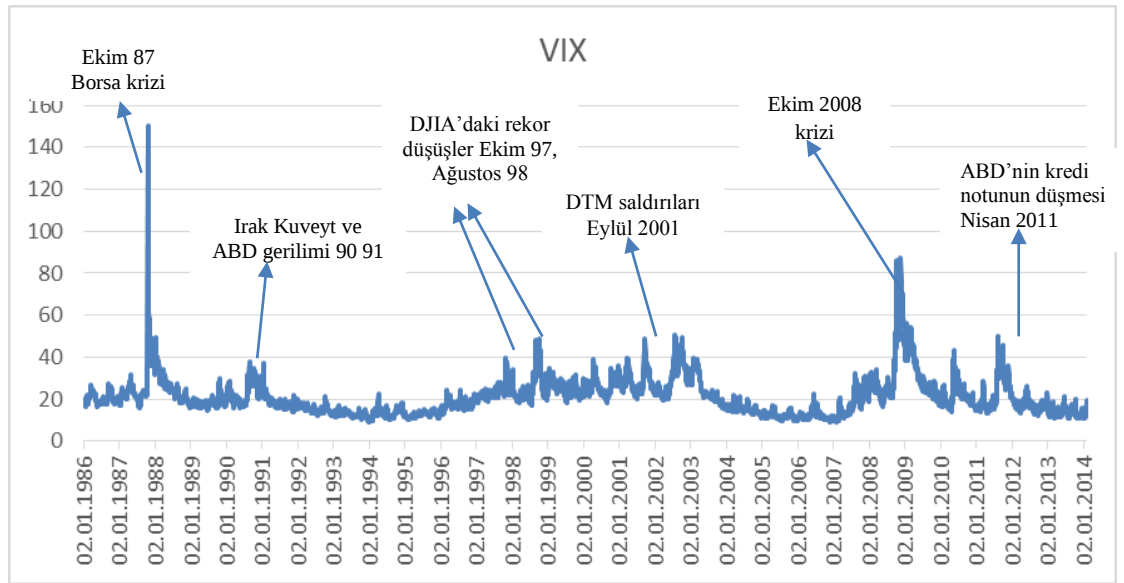
VIX endeksinin tarihi seyri ve ABD’de gündemine ilişkin aşağıda yer verilen bilgiler, bu endeksin gösterge niteliğinin altının çizilmesi bakımından önem arz etmektedir. VIX endeksinin seviyesi 19 Ekim 1987 tarihindeki – ABD hisse senedi piyasası çöküşü sırasında en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu tarih VIX endeksi seviyesinin 100 değerini aştığı tek tarihtir. Bu tarihten sonraki hafta sonuna doğru VIX endeksi seviyesi 90 değerinin biraz altına inmiş, fakat izleyen haftalarda anormal yüksek seviyelerde kalmaya devam etmiştir. Bunun dışında VIX endeksinin seyrinde sıklıkla sıçramalar oluşmaktadır. Diğer taraftan Ekim 1989 yılındaki VIX endeksi sıçraması UAL’nin (United Airlines) yeniden yapılandırma başarısızlığıyla sonuçlanmıştır. 1990 yılının ortasındaki sıçrama Irak’ın Kuveyt’i işgaliyle olmuştur. 1991 yılının başındaki yükselme ise ABD’nin Irak’a saldırmasıyla ilişkilidir. 1997 ve 1998 yılında 2 yükseliş olmuştur. 1997 yılındaki yükseliş hisse senedi piyasasındaki yüksek satışlar nedeniyle meydana gelmiştir. 1998 yılındaki ise piyasadaki genel kızgınlık nedeniyle yükselmiştir.

Örneğin 1998 yılındaki LTCM ve the 2002 WorldCom iflası sırasında VIX hızla yükselerek endeks seviyesi 40’ın üzerine çıkmıştır. 2007 yılında yüksek faizli düşük teminatlı konut kredilerinden (Subprime mortgage) kaynaklanan ve dünya çapında tsunami etkisi yaratan ekonomik kriz sırasında Lehman Brothers iflasını

açıklarken VIX seviyesi 80’i aşmış bulunmaktaydı. 2008 yılı boyunca süren kriz sırasında VIX yüksek değerlerde seyretmiştir. Özellikle 2008 yılının Ekim ayında 1987 yılının Ekim ayından sonraki en yüksek değerine çıkmıştır. Yine 2011 yılının Nisan ayında Standard&Poor’s tarafından ABD’nin kredi derecelendirme notu düşürüldüğünde VIX endeksinde yükseliş yaşanmıştır.

Dolayısıyla VIX endeksinin seyrine bakıldığında piyasada yaşanan olumsuz olarak nitelendirilebilecek olaylar söz konusu olduğundan VIX endeksi tarafından yükselme şeklinde bir reaksiyon gösterildiği gözlenmektedir.

Grafik 3.1: Ocak 1986 ile Şubat 2014 Arası Günlük VIX Değerleri Ve Piyasalarda Meydana Gelen Bazı Önemli Olaylar



Kaynak: Whalley, 2013

Yapılan çalışmalar VIX endeksinin piyasalar hakkında gösterge olmasını destekler niteliktedir. Whaley (2008), hisse senedi piyasası ile VIX endeksi arasındaki bağlantı üzerinde yaptığı çalışmada, VIX endeksindeki değişim (hareket) eğilimlerinin S&P 500 endeksi portföyünün performansındaki değişimler konusunda epeyce güçlü açıklamalar sergilediğini belirtmiştir.

VIX endeksi türev araçlarının içerdiği bilgilere yoğunlaşan çalışmalardan; Becket vd. tarafından 2009 yılında ve Chung vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmalar VIX endeksi opsiyonlarının S&P 500 endeksinin gelecek dinamikleri konusunda ilave bilgiye sahip olduklarını ileri sürmüşlerdir (Yang, 2012: 219).

Diğer taraftan, son zamanlarda yapılan çalışmalar VIX endeksinin yatırımcılar için sadece ABD’de değil, diğer hisse senedi piyasalarında da korku ölçüsü olduğu şeklindeki rolünü destekleyici niteliktedir. Söz konusu çalışmalarda VIX endeksi ile Çin ve Brezilya hisse senedi piyasaları getirileri arasında negatif korelasyonun varlığının ortaya konulmasına ek olarak, volatilitenin ABD, Avrupa ve Asya (en son oluşturulan Japonya ve Hindistan volatilité endekslerine dayalı olarak) hisse senedi piyasaları arasındaki bulaşıcılığı konusunda kanıtlar da ortaya koymuşlardır (Lopez ve Navarro, 2012, 11910)

3.3 Alım Satım Konu Edilmeleri Bakımından Volatilité Endekslerinin Önemi

Alım satım işlemleri beklenen getiri ve riskin aktif olarak yönetimi olarak kabul edilebilir (Whalley, 2013, 3). Alım satımlar sonucunda yatırımcılar tarafından maruz kalınan risk azalabileceği gibi artış da kaydedebilmektedir. Bazı alım-satımlar risk yükselticidir. Temel ekonomik analize ya da geçmiş fiyat hareketlerinin şekline bakılarak yatırımcılar fiyat veya faiz oranlarının yönü üzerine spekülasyonda bulunurlar. Diğer taraftan alım satım risk azaltıcıdır. Örneğin Havayolu şirketleri petrol gelecek sözleşmeleri veya alım opsiyonlarını almak suretiyle yakıt maliyetlerinin fiyat riskine karşı korunabilirler. Farklı varlıkların getirileri arasındaki korelasyon ilişkisi nedeniyle, ancak bir araya getirilmiş varlıklar sayesinde risk azaltılabilmektedir.

Geleneksel olarak varlık türleri hisse senedi, tahvil ve para piyasası araçlarından oluşmaktaydı. Ancak son yıllarda yatırım yapılacak varlıkların sayısı serbest fonlar (hedge funds) ve emtiaya dayalı borsada işlem gören araçları da içerecek

şekilde artış göstermiştir. Volatilite türevlerinin de eklenmesiyle yatırımcıların yatırım fırsatları seti oldukça genişlemiştir.

Volatiliteye atfedilen önem son yıllarda önceki zamanlara göre daha da artış göstermiştir. Son zamanlarda finansal piyasalarda yaşanan çalkantılar, daha öncekilerden daha katı yasal (düzenleyici) kısıtlamaların yürürlüğe konulmasına yol açmıştır, ancak bu önlemlere ek olarak, yatırımcıları ve varlık yöneticilerini artan bir dikkatle volatiliteyi incelemeye ve hisse senedi cinsinden yatırımlarının riskini azaltmaya yöneltmiştir. Bu kapsamda, yatırımcılar sadece hisse senedi getirisindeki belirsizliği ölçen istatistiki göstergeden ziyade, alım satıma konu edilebilen bir varlık türü olarak kabul ettikleri volatiliteye verdikleri önemi daha da artırmışlardır (Goltz vd, 2011: 7).

3.3.1 Volatilite Alım Satım İşlemlerinin Genel Olarak Sınıflandırılması

Volatilitenin alınıp satılmasına ilişkin nedenler diğer varlıkların alınıp satılmasından farklı değildir. Bazı yatırımcılar jeopolitik haber ve verilere dayalı analizlere dayanarak alım satım yaparlar (Whalley, 2013: 3). Örneğin VIX endeksine bakıldığında belli başlı olaylar karşısında endeksin tepki verdiği görülmektedir. Bu nedenle jeopolitik olayları iyi gözlemleyen bir yatırımcı kısa vadeli volatilite konusunda iyi tahminler yürütmek suretiyle volatilite türevleri alıp satarak kar elde edebilmektedir. Bununla birlikte, diğer yatırımcıların işlem yapma nedenleri farklı olabilmektedir.

Piyasa katılımcılarının alım satımlarının nedenlerine ilişkin olarak sıralanacak çok sayıda gerekçe bulunabilir. Bununla birlikte volatilite işlemlerinin nedenleri temel olarak birkaç grup içerisinde sıralanabilmektedir. Volatiliteyi alım satıma konu etmenin temel nedenlerinden biri örtülü volatilitedeki uzun pozisyon aracılığıyla hisse senedi riskini çeşitlendirmektir (Szado, 2009). Diğer bir deyişle yatırımcılar portföy çeşitlendirmesi amacıyla volatilite yatırımı yapabilmektedirler. Volatilitenin alım satıma konu edilmesine ilişkin diğer nedenleri ise; spekülatif (yönlü işlemler), arbitraj

(spredlerden yararlanma) ve korunma talepleri şeklinde sıralanabilmektedir (Goltz vd., 2011: 7).

Bu çerçevede işlem yapanlar açısından bakıldığında ise, volatilité işlemleri yapanlar genel olarak; yönlü (directional) işlem yapanlar, arbitraj (spred) işlemi yapanlar ve volatiliteden korunma işlemi yapanlar olmak üzere 3 tip şeklinde ayrılabilirler (Deutsche Börse, 2005: 28). Yönlü işlem yapanlar gelecekteki volatilité düzeyi üzerine spekülâtif işlem yaparken; arbitraj işlemi yapanlar, örtülü ve gerçekleşen volatilité arasındaki veya iki volatilité endeksi seviyesi arasındaki spred tahmininde bulunurlar. Diğer taraftan korunma işlemi yapanlar ise, serbest (hedge) fon yöneticileri gibi kısa volatilité pozisyonlarını korumaya almak için işlem yaparlar.

3.3.1.1 Portföy Çeşitlendirmesi

Volatilitenin risk çeşitlendirmesinde kullanılması sırasında en önemli hareket noktası hisse senedi getirisinin volatilitesi ile hisse senedi getirilerinin zıt yönlere hareket etmesidir, yani bu ikisi arasında güçlü negatif korelasyon bulunmasıdır. Bu nedenle hisse senedi piyasasının çöküşte olduğu zaman belirginleşen negatif korelasyon ve yüksek volatilité, en çok ihtiyaç duyulduğunda ve başka türlü çeşitlendirmenin etkin olmadığı durumda, hisse senedi piyasasındaki kayıplara karşı korunma imkanı sağlamaktadır (Goltz vd., 2011: 6).

Hisse senedi getirisi ile hisse senedi getirisinin volatilitesi arasındaki negatif korelasyonun olası bir açıklaması “kaldıraç etkisi”dir (leverage effect, Black, 1976; Christie, 1982; Schwert, 1989); hisse senedi fiyatlarındaki azalış (artış) şirketlerin kaldıraç seviyesini artırır (azaltır), bu nedenle hisse senedi sahiplerinin riski artar (azalır) ve hisse senedinin volatilitesi artar (azalır). Diğer bir açıklama ise “Volatilité geri bildirim etkisi - Volatility feedback effect” (Campbell ve Henstschel, 1992; French, Schwert, ve Stambaugh, 1987; Pindyck, 1984) şeklinde tanımlanmaktadır. Volatilité geri bildirim etkisi hisse senetleri fiyatlarının volatilitéyi içerdiğini varsayar, volatilitédeki pozitif şok gelecekte hisse senedinden elde edilmek istenen getiriyi artırır ve eş anlı olarak hisse senedi fiyatlarının düşmesi beklenir.

Volatilite ve hisse senedi getirileri arasındaki zıt yönlü ilişkiyi açıklayan makul ekonomik gerekçelerin varlığı, çeşitlendirmenin beklenen faydalarının sağlamlılığı konusunda rahatlatıcı bir gösterge oluşturmaktadır. Çünkü bu durum, piyasanın büyük çalkantı içinde olduğu dönemlerde tüm korelasyon değerlerinin bire (1) yaklaşması nedeniyle, özellikle en çok ihtiyaç duyulan zamanda, çeşitlendirmenin bariz bir şekilde başarısız olacağının açıkça bilindiği hisse senedi piyasasında, sağlıklı portföy çeşitlendirmesinin eksikliğinin yaşanması koşullarına karşı bir dayanak oluşturmaktadır (Goltz vd., 2011: 6).

Volatilitede uzun pozisyon olarak risk çeşitlendirmesi beraberinde bir maliyet getirmektedir. Son dönemdeki araştırmalar volatilitede kısa pozisyonunda olmanın pozitif risk priminin olduğunu, tersine volatilite de uzun pozisyonunda olmanın ise negatif risk priminin olduğunu göstermişlerdir (Goltz vd, 2011: 6). Hisse senedi piyasası endeksinin getirisinin volatilitesi ile söz konusu endeksin getirisi arasındaki negatif korelasyon nedeniyle piyasa riskine karşı korunmak amacıyla volatilitede uzun pozisyon almak isteyen yatırımcılar prim ödemeye gönüllü olabilirler (Bakshi ve Kapadia, 2003: 549). Diğer bir deyişle, endeksin volatilitelerinin endeksin getirisi ile negatif korelasyona sahip olması nedeniyle, yatırımcılar bu varlığı elde tutmak için prim ödemeye razı olmaktadır.

2007 yılında Fon Değerlendirme Grubu (Fund Evaluation Group - FEG) tarafından, varlık seçimi ve çeşitlendirme amacıyla CBOE DJIA BuyWrite Endeksi (BXD) ve CBOE DJIA Volatilite Endeksi (VXD) kullanılarak 1997 yılının Ekim ayından 2006 yılının Kasım ayına kadar olan 109 aylık dönem için yapılan çalışmada; %10 oranındaki volatilite endeksi işleminin, getirilerini ciddi anlamda etkilemeden tüm hisse senedi portföylerinin volatilitelerini %26 oranında azalttığı; bu volatilite endeksi ile volatilite endeksinin dayanağı olan hisse senedi endeksi arasında %62 düzeyinde negatif korelasyon olduğu, bunun da bu volatilite endeksini çeşitlendirme için potansiyel araç haline getirdiği; %5 oranındaki volatilite endeksi işleminin hisse

senedi portföyünün riske göre düzeltilmiş getirisini artırdığı² sonucuna ulaşılmıştır (http://www.cboe.com/micro/vxd/FEG_Paper_Jan23_Final_BXD_VXD.pdf).

Carr ve Wu (2009) tarafından yapılan çalışmada, hisse senedi getirisinin varyansı ile hisse senedi getirisi arasındaki negatif korelasyonun güçlü bir şekilde negatif olan bir beta ortaya çıkardığı sonucuna varılmıştır. Fakat söz konusu çalışmada, bu negatif betanın, negatif varyans priminin oldukça düşük bir kısmını açıkladığı sonucuna ulaşılmışlardır Ek olarak, son zamanlardaki çalışmaların, piyasa değeri/defter değeri, momentum gibi diğer risk faktörlerinin oldukça negatif olan varyans risk primini açıklayamadıklarını, piyasa varyansı risk priminin büyük kısmının bağımsız varyans risk faktörleri tarafından oluşturulduğunu ileri sürmüşlerdir (Goltz vd., 2011: 7).

3.3.1.2 Spekülatif Amaçlı Volatilite İşlemleri

Bazı yatırımcılar temel ekonomik göstergelere ve temel analiz bilgilerine dayanarak spekülatif amaçlı volatilite işlemleri gerçekleştirirken, diğer bazı yatırımcılar teknik analiz yoluyla spekülatif amaçlı alım satım işlemleri yapabilmektedirler. Çünkü uzun dönemde ortalamaya yönelim süreci izlediğine inanılan volatilitenin mevcut seviyesi ve geçmiş ortalamasına bakılmak suretiyle alım satım yapılabilinmektedir (Whalley, 2013: 3).

Spekülatif nitelikteki volatilite işlemlerine ilişkin genelleme yapılacak olursa; volatilitede yükseliş beklendiğinde volatilite riskinde uzun pozisyon alınması, volatilitede düşüş beklendiğinde ise volatilite riskinde kısa pozisyon alınması suretiyle volatilite değişiklikleri üzerine yönlü (directional) işlemler yapılarak spekülatif amaçlı volatilite işlemleri gerçekleştirilebilmektedir (Goltz vd. 2011: 7).

Volatilite üzerine spekülatif işlemler yapmanın piyasanın likiditesi üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Bu açıdan volatilite endeksi türevleri, volatilitedeki

² Sabit getirili varlık portföyünün riske göre düzeltilmiş getirisini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

değişikliklere karşı spekülâtif işlem yapmanın en az maliyetli ve en etkin yöntemini sunduklarından, işlem yapanlar tarafından bu piyasalara çok büyük likidite sağlanmaktadır.

3.3.1.3 Arbitraj Amaçlı Volatilite İşlemleri

Bir takım yatırımcılar tarafından volatilite endeksinin değeri ile dayanak hisse senedi endeksinin gerçekleşen volatilitesi arasındaki farka dayanarak işlem yapılabilinmektedir.

Volatilite arbitraj işlemlerine bakıldığında; örtülü volatiliteye karşı tarihi volatilite, üç aylık örtülü volatiliteye karşı bir aylık örtülü volatilite gibi ortalamaya yönelimden daha normal seviyelerdeki çeşitli kilit spreadlerden faydalanmak yoluyla yönlü olmayan (non directional) arbitraj amaçlı işlemler yapılması suretiyle volatilite yatırımları yapılabilinmektedir (Goltz vd., 2011: 7).

3.3.1.4 Korunma Amaçlı Volatilite İşlemleri

Tüm piyasa katılımcıları bir şekilde volatilite seviyesi veya volatilite hareketlerinden doğrudan veya dolaylı olarak etkilendiklerinden, volatilite izlenmesi ve hedge edilmesi gereken en önemli finansal risk ölçülerinden biridir (Deutsche Börse, 2005, 27).

Yatırımcıların portföyleri piyasa volatilitésinin etkilerine karşı korunmasıdır. Bu portföylerin riskini azaltmak için yatırımcılar, volatilite endeksine dayalı türev araçlarda dengeleyici pozisyon almak suretiyle portföylerindeki riski azaltabilirler. Volatilite endekslerinin dayanak endeks ile yüksek derecede negatif korelasyona sahip olması bu imkanı sağlamaktadır (Palaniswamy, 2009: 55).

Volatilitenin yükselişinden korkulup volatilite endeksi gelecek sözleşmeleri ve alım opsiyonları alınmak suretiyle kuyruk riskine karşı korunulabilinmektedir.

Volatilite endeksleri beklenen volatilite konusunda kolektif harmoniyi ifade etmeleri ve doğası gereği zıt yönlü olmaları trendi tahmin etme konusunda fayda sağlamaktadır. Bu nedenle yatırımcılar bu endeksi kullanarak dengeleyici pozisyonlar alabilmektedirler.

Hisse senedi riskindeki kaymalar risk primi üzerinde olumlu etkiye sahip olduklarından, firmalar volatilite türevlerini sermaye maliyetindeki beklenmeyen değişimlere karşı korunmak amacıyla kullanabilirler. Ayrıca kullanılabilir bir şekilde oluşturulmaları halinde tahvil ve döviz volatilite endeksleri ile bunların türevleri, bu piyasalardaki volatiliteden etkilenen firmalar tarafından volatilite değişikliklerine karşı korunma amacıyla kullanılabilirler (Psychoyios, t.y: 2).

Sıklıkla zımni olarak volatilitede kısa pozisyonda olan serbest fonlar ve diğer yatırım fonları tarafından volatilite riskine karşı korunma amaçlı olarak volatilite yatırımları yapılabilmektedir. Volatilitede kısa (açık) pozisyonda olmanın birkaç yolu bulunmaktadır (Deutsche Börse, 2005, 28). Özellikle belirli bir ölçüte bağlanmış hisse senedi fonlarının yöneticileri volatilitede kısa pozisyonadadırlar, çünkü portföy takip hatası ve dengeleme (rebalancing) maliyetleri hisse senedi piyasasındaki volatilitenin artışı ile birlikte artış göstermektedirler (Goltz vd., 2011: 7). Diğer taraftan, volatilite ve dayanak varlık getirisi arasında negatif korelasyon olduğundan hisse senedi fonu yöneticileri de zımnen volatilitede kısa pozisyonda bulunmaktadır (Deutsche Börse, 2005, 28).

Açığa satış pozisyonuna sahip yatırımcılar yönlü (directional) riske maruz kalmış olabileceklerinden volatilite endeksi üzerine oluşturulan türev araçlar yatırımcıların bu pozisyonlarının desteklenmesi ve piyasadaki sistemik riske karşı korunmaları amacıyla kullanılabilirler (Palaniswamy, 2009: 55).

Türev piyasalarda işlem yapan yatırımcılar günlük uzlaşma (Mark to Market- piyasaya göre değerlendirme) yapmak zorundadırlar. Volatilite endeksinde pozisyon almak suretiyle, volatiliteden kaynaklanan likidite krizinden kaçınılabilmektedir (Palaniswamy, 2009: 55).

Piyasa katılımcılarının volatilitayı alım satımına konu edebilme kabiliyeti, volatilite endekslerini yatırıma elverişli hale getirmeye elverişli araçların varlığına

bağılıdır (Goltz vd., 2011: 7). Bu konuda ihtiyaç duyulan elverişli araçlar ise volatilité türevlerdir.

3.4 Volatilité Türevlerine Dayanak Oluşturması

Finansal uygulamacılar tarafından yıllarca volatilitéyi elde edebilmek (capture) için çeşitli yöntemlere başvurulmuştur. Volatilité opsiyon fiyatının ana belirleyicisi olduğundan, opsiyon işlemleri yapılması yoluyla volatilité riskinden korunma alternatif yollardan biri olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda opsiyon stratejisi geliştirilmiştir. Bunlardan biri straddle stratejisidir. Bu strateji dayanak varlığın volatilitésini kavramak için tasarlanmış en yaygın opsiyon stratejisidir (Deutsche Börse; 2005: 27). Ancak geliştirilen stratejilerin hiç biri safi volatilité üzerine işlem yapmaya imkan tanımamıştır. Çünkü bu araçlar doğrudan volatilité ya dayalı araçlar değildirler. Diğer bir deyişle, opsiyon fiyatları volatilitéye duyarlı olmasına rağmen yalnızca volatilitéye değil dayanak varlığın değerini etkileyen diğer faktörlere de duyarlıdır. Böyle olunca, volatilité yatırımları açısından sadece volatilité üzerine yazılı türev araçlar daha da popüler hale gelmektedir. Yatırımcılar bu türev araçlar sayesinde safi volatilité yatırımları yapabilmekte ve volatilité üzerine kendi görüş ve beklentilerine göre uygulamalar gerçekleştirebilmektedirler.

Volatilité üzerine türev araç oluşturmanın yolu ancak volatilitenin türev araçlara dayanak olacak bir şekilde ölçülebilmesi ve bir gösterge (endeks) haline gelmesi ile mümkündür. Bu işlevi yerine getirmeye uygun araçlar volatilité endeksleridir. Çünkü bu endeksler volatilité türevlerine dayanak varlık olarak kullanılabilir. Yani hisse senedi piyasası endekslerinin endeks opsiyon sözleşmeleri ve endeks gelecek sözleşmeleri için oynadığı role benzer bir rolü volatilité endeksleri volatilité türevleri için oynamaktadır. Zaten, volatilité endeksi oluşturma ve volatilité endeksinin özellikleri konusundaki çalışmalar öncelikle volatilité üzerine türev araç oluşturma konusundaki artan ihtiyaçtan kaynaklanmıştır. Volatilité endeksleri üzerine yazılan opsiyon ve gelecek sözleşmeleri ilk olarak,

Brenner ve Galai (1989: 61; 1993: 53) tarafından volatilité riskinden korunmaya yönelik araç oluşturma konusunda artan ihtiyaa cevap olarak önerilmiştir.

Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere, volatilité üzerine yapılan çalışmaların devamında 1993 yılında CBOE tarafından ilk resmi volatilité endeksi (VXO) oluşturulmuştur. Walley'e (2008: 1) göre, VXO endeksi özellikle iki amaç için oluşturulmuştur. Bu amaçlardan biri volatilité üzerine gelecek sözleşmeleri (futures) ve opsiyon sözleşmelerinin yazılabileceği bir endeks sağlamaktır. VXO endeksinin oluşturulmasını izleyen yıllarda diğer ölkelerde veya piyasalarda da volatilité endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Volatilité endekslerinin oluşturulması sonrasında bu araçlara dayalı türev araçların oluşturulmasına başlanmış ve bu endekse dayalı türev araçların sayısı gittikçe artış göstermiştir. Volatilitéye dayalı türev araçlar, zimni olarak ödemeleri (getirileri) volatilité ölçümlerine dayanan araçlardır. Bundan dolayı, bu araçlar volatilité değişiklikleri (volatilité riski) karşısında korunmak ve spekülasyon için doğal adaylardır (Skiadopoulos, 2004, 1187). Diğer bir deyişle, bu türev araçlar volatilitédeki değişikliklere karşı korunma (hedge) stratejileri oluşturma, piyasa volatilitésindeki değişiklikler üzerine spekülasyon yapma vb. amaçlı olarak kullanılabilmektedir (Areal, 2008: 2).

3.4.1 Volatilité Endeksi Türevlerinin Kullanım Alanları

Volatilité türevleri tüm piyasa katılımcıları arasında yaygın ve önemli bir kullanım alanına sahiptirler. Volatilité türevleri yoluyla volatilité endekslerinin kullanılabilir yatırım fırsatı setini genişletmesi ve herhangi bir dinamik düzeltmeye ihtiyaç duymadan doğrudan volatilité riskine karşı korunmaya imkan sağlamaları nedeniyle piyasayı daha eksiksiz hale getirdikleri ileri sürölmektedir (Psychoyios, t.y: 2).

Yatırım fonları volatilité türevlerini volatilité dalgalanmalarına karşı korunma amaçlı (vega hedging) olarak kullanmaktadırlar. Dönüřtürülebilir tahvil arbitraj fonları ve yapılandırılmış ürün ihraççıları gibi belirli yatırımcı tipleri kendilerini yapısal volatilité riskine karşı korumak amacıyla volatilité türevlerini kullanmaktadırlar.

Yatırım yöneticileri bu türev araçları yüksek korelasyon ortamındaki riske karşı korunmak için kullanmaktadırlar. Çünkü yüksek volatilité dönemi boyunca korelasyonlar oldukça yükselir ve aktif varlık alım satımı ve portföy çeşitlendirmeyi oldukça zor hale getirmektedir. Volatilité endekslerinin VaR gibi risk yönetimi ve sermaye yeterliliği modellerinde girdi olarak kullanılması nedeniyle, bankalar tarafından volatilité türevleri stresli piyasa koşullarında volatilité kaymaları ve korelasyona karşı kalkan olarak kullanılabilir (Psychoyios, agm: 2)

Diğer taraftan, yapılan çalışmalarda volatilité türevlerini kullanmanın spot piyasa üzerine olumlu etkisinin olduğuna ilişkin bulgular mevcuttur. Dawson ve Staikouras (2009) yaptıkları çalışmada, volatilité üzerine oluşturulmuş türev araçların kullanımının piyasalardaki volatilitéyi düşürücü bir etki yarattığını ayrıca volatilité üzerindeki şokların etkisini azalttığını ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışmada, hisse senedi endeksleri incelendiğinde borsada işlem gören volatilité türevlerinin olmadığı piyasalarda hisse senedi endekslerinin daha yüksek volatilitéye sahip olduklarını ve maruz kalınan şokların etkisinin azalmasının daha yavaş olduğunu göstermişlerdir.

3.4.2 Volatilité Endeksi Türevlerinin Çeşitleri

Borsada işlem gören birinci kuşak volatilité ürünleri, volatilité endeksine dayalı gelecek sözleşmeleri ve opsiyonlardır (Whaley, 2013: 3). Yatırımcılar esas olarak herbiri borsada işlem gören volatilité endeksi üzerine yazılmış olan gelecek sözleşmeleri ve opsiyon sözleşmeleri aracılığıyla volatilité ürünlerine yatırım yapabilmektedir.

Volatilité endeksine dayalı, borsada işlem gören yapılandırılmış ürünler (Exchange Traded Products-ETP) ikinci nesil volatilité ürünleridir (Whaley, 2013: 4). Ek olarak tezgahüstü piyasalarda işlem gören varyans swapları gibi volatilitéye dayalı olarak oluşturulmuş türev araçlar da bulunmaktadır.

Mevcut durumda işlem yapmaya uygun ABD’de CBOE tarafından volatilité endeksi üzerine oluşturulmuş ürünlere ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.1: ABD’de CBOE Tarafından Volatilite Endeksi Üzerine Oluşturulmuş Türev Ürünler

Endeks	Sembol	Borsa	Gelecek İşlemi Sözl.	Opsiyon Var mı?
CBOE Volatilite Endeksi	VIX	CBOE	VX (VIX GİS) VM (Mini VIX GİS)	Evet
CBOE Russell 2000 Volatilite Endeksi	RVX	CBOE	VU	Evet
CBOE Nasdaq-100 Volatilite Endeksi	VXN	CBOE	VN	İşleme Kapalı
CBOE Gelişmekte olan Piyasalar Borsa Yatırım Fonu	VXEEM	CBOE	VXEM	Evet
CBOE Brezilya Borsa Yatırım Fonu	VXEWZ	CBOE	VXEW	Evet
CBOE Altın Borsa Yatırım Fonu	GVZ	CBOE	GV	Evet
CBOE Ham Petrol Borsa Yatırım Fonu	OVX	CBOE	OV	Evet
CBOE Kısa Dönem Volatilite Endeksi	VXST	CBOE	VSW	Evet

Kaynak:www.cboe.com

Özetlemek gerekirse volatilite yatırımları; volatilite üzerine gelecek işlemleri, volatilite üzerine opsiyonlar, borsada işlem gören volatilite üzerine yapılandırılmış ürünler, varyans swapları ve ileri vadeli varyans swapları (forward start variance swaps) olmak üzere bir kaç tane alternatif yatırım aracı vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir (Goltz vd., 2011: .7).

3.4.2.1 Volatilite Endeksi Üzerine Gelecek İşlemleri

Volatilite endeksi üzerine organize borsada türev sözleşme oluşturma konusundaki ilk girişim Alman Borsası tarafından yapılmıştır. Bu girişimde Deutsche Börse, Alman volatilite endeksi DAX’a dayalı olarak oluşturulan volatilite endeksi üzerine gelecek sözleşmelerini (VOLAX) 1997 yılında işleme açarak volatilite endeksini dayanak varlık olarak kullanan ilk borsa olmuştur (Car ve Madan, 2002: 1). Ancak 1998 yılında bu türev sözleşmelerin işlem görmesine son verilmiştir. Bu sözleşmelerin başarısızlığı konusunda yapılan açıklamalar; volatilite opsiyonlarının da işleme koyulmasındaki gecikmenin yanı sıra, piyasa yapıcılarının volatilite türevlerini fiyatlamaya aşına olmamaları ve korunma amaçlı olarak bu sözleşmeleri kullanamamaları şeklindedir.

26 Mart 2004 tarihinde CBOE Gelecek İşlemleri Piyasası (CFE) tarafından, VIX endeksine dayalı borsada işlem gören gelecek işlemi sözleşmeleri işleme açılmış

ve VIX endeksine dayalı volatilité opsiyonlarının da işleme açılacağı duyurulmuştur. VIX endeksine dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri nakdi uzlaşma yoluyla kapatılmaktadır. VIX endeksi alınıp satılan bir varlık niteliğinden olmadığından dolayı VIX gelecek işlemleri, VIX endeksi ve risksiz varlık kullanılmak suretiyle kopyalanamamaktadır. Bu nedenle, VIX endeksi ile VIX endeksi gelecek sözleşmeleri arasında taşıma maliyeti ilişkisi kurulamamaktadır (Zhang vd., 2010: 811).

VIX endeksi üzerine oluşturulan gelecek sözleşmelerinden sonra CBOE tarafından ilk etapta; NASDAQ 100, Russell 2000 ve DJIA endeksinin volatilitésinin takip eden CBOE'nin belli başlı dört volatilité endeksine dayalı olarak oluşturulan volatilité üzerine gelecek işlemleri sözleşmeleri işleme açılmıştır.

Ancak, 25 Nisan 2005 tarihinde işleme açılan DJIA volatilité endeksine dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (DV) 2010 yılı başından itibaren borsa kotundan çıkarılmış olup bu Tezin yazılma tarihi itibariyle söz konusu gelecek işlemleri sözleşmeleri borsada işlem görmemektedir. 6 Temmuz 2007 tarihinde işleme açılan Russell 2000 volatilité endeksine dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri de (VR) 2010 yılı başından itibaren borsa kotundan çıkarılmıştır. Ancak daha sonra CBOE Russell 2000 Volatilité Endeksi'ne (RVX) dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri VU koduyla 18 Kasım 2013 tarihinde işleme açılmıştır. Yine 6 Temmuz 2007 tarihinde işleme açılan Russell 2000 volatilité endeksine dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (VR) 2009 yılı Mayıs ayından itibaren durdurulmuş olup, söz konusu gelecek işlemleri sözleşmeleri 23 Mayıs 2012 tarihinde tekrar işleme açılmıştır.

Yukarıda bilgilerine yer verilen gelecek işlemleri sözleşmeleri dışında CBOE tarafından; CBOE Altın Borsa Yatırım Fonu (Gold ETF) volatilité endeksine (GVZ) dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (GV) 25 Mart 2011 tarihinde, CBOE Gelişmekte olan Piyasalar Borsa Yatırım Fonu (Emerging Markets ETF) volatilité endeksine (VXEEM) dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (VXEM) 9 Ocak 2012 tarihinde, CBOE Brezilya Borsa Yatırım Fonu (Brazil ETF) volatilité endeksine (VXEZW) dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (VXEW) 21 Şubat 2012 tarihinde ve CBOE Ham Petrol Borsa Yatırım Fonu (Crude Oil ETF) volatilité endeksine (OVX) dayalı gelecek işlemleri sözleşmeleri (OV) 26 Mart 2012 tarihinde işleme açılmıştır.

Diğer taraftan, Avrupa piyasalarında da işlem gören volatilité üzerine gelecek işlemleri sözleşmeleri bulunmaktadır. Ancak, son dönemde bunların bir kısmı borsa kotundan çıkarılmıştır. Örneğin, 2009 yılında (1 Haziran tarihinde) DAX, SMI ve STOXX endekslerine dayalı olarak oluşturulan volatilité endekslerinin dayanak varlık olduğu ve endeks puanı başına 1.000 Euro sözleşme büyüklüğüne sahip gelecek işlemleri sözleşmeleri borsa kotundan çıkarılmıştır. Bunların yerine EURO STOXX 50 volatilité endeksi (VSTOXX) üzerine çıkarılan ve endeks puanı başına 100 Euro sözleşme büyüklüğüne sahip mini-gelecek sözleşmeleri (Mini-Futures; FVS) Dow Jones STOXX Limited tarafından yatırımcıların kullanımına 2 Haziran 2009 tarihinde sunulmuştur.

Avustralya Borsası (ASX), Ekim 2013 tarihinde S&P/ASX 200 VIX Volatilité Endeksi üzerine 21 S&P/ASX 200 VIX gelecek sözleşmelerini işleme açarak piyasa katılımcılarının tek işlem ile Avustralya hisse senedi piyasasının volatilitesinde beklenen değişiklikler üzerine alım veya satım yapabilmelerine olanak sağlamıştır.

Volatilitéye dayalı araçların en büyük problemlerinden biri likiditedir. Genellikle volatilité endekslerine dayalı gelecek sözleşmelerinin çoğu düşük işlem hacmi ve fazla miktarda açık pozisyonlara sahiptirler. Volatilité üzerine oluşturulmuş gelecek sözleşmelerinin en likiti VIX endeksi üzerine oluşturulmuş gelecek sözleşmeleridir (Goltz vd, 2011: 8). Günlük işlem hacmi bir kaç bin olan bu sözleşmelerin bile açık pozisyonda bulunan binlerce sözleşmesi bulunmaktadır. Sonraki en likit volatilité üzerine oluşturulmuş gelecek sözleşmeleri Mini VIX gelecek sözleşmeleridir. Bunlarda da açık pozisyon konusunda aynı koşullar söz konusudur.

CBOE tarafından yapılan 3 Şubat 2014 tarihli açıklamada;³ CBOE VIX gelecek işlemlerinin CBOE gelecek işlemleri piyasasındaki işlem hacminin 2014 yılı Ocak ayındaki sözleşme sayısı ile tüm zamanların en yüksek işlem hacmine ulaştığı, 4,4 milyon sözleşme sayısına ulaşan işlem hacminin bir önceki yılın Ocak ayına (2013 yılı Ocak ayı) göre %52, 2013 yılı Aralık ayına göre %38'lik artış göstermiş olduğu belirtilmiştir. Ayrıca söz konusu açıklamada 13 Şubat 2014 tarihinde CBOE kısa

³ <http://ir.cboe.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=822907> adresinden ulaşılabilir.

dönem volatilité endeksi üzerine (VXST) gelecek işlem sözleşmelerinin işleme açılmasının planlandığı belirtilmiş olup, söz konusu gelecek işlemleri sözleşmeleri duyurulan tarihte işleme açılmışlardır.

3.4.2.2 Volatilité Endeksi Üzerine Opsiyonlar

Volatilité endeksi üzerine ilk opsiyon sözleşmeleri CBOE tarafından oluşturulmuştur. VIX endeksine dayalı oluşturulan söz konusu opsiyon sözleşmeleri 24 Şubat 2006 tarihinde işleme açılmıştır. VIX endeksi opsiyonları ileri vadeli VIX endeksi değeri kullanılarak oluşturulmaktadır.

Son durum itibariyle bakıldığında, ilk olarak CBOE tarafından S&P 500, Russell 2000 ve Nasdaq piyasalarındaki volatilité riskine asimetrik şekilde maruz kalınmaya karşı kullanılabilen; VIX, VXN ve RVX volatilité endeksleri üzerine oluşturulmuş volatilité opsiyonları işleme koyulmuştur. Daha sonra ise; CBOE Altın Borsa Yatırım Fonu (Gold ETF) volatilité endeksine (GVZ) dayalı opsiyon sözleşmeleri 12 Nisan 2011 tarihinde, CBOE Ham Petrol Borsa Yatırım Fonu (Crude Oil ETF) volatilité endeksine (OVX) dayalı opsiyon sözleşmeleri 10 Nisan 2012 tarihinde, CBOE Gelişmekte olan Piyasalar Borsa Yatırım Fonu (Emerging Markets ETF) volatilité endeksine (VXEEM) dayalı opsiyon sözleşmeleri 31 Ocak 2012 tarihinde ve CBOE Brezilya Borsa Yatırım Fonu (Brazil ETF) volatilité endeksine (VXEZW) dayalı opsiyon sözleşmeleri 06 Mart 2012 tarihinde işleme açılmıştır. Son olarak CBOE kısa dönem volatilité endeksi üzerine (VXST) opsiyon sözleşmeleri 10 Nisan 2014 tarihinde işleme açılmışlardır. Yukarıda belirtilen opsiyon sözleşmelerinden VIX endeksi üzerine oluşturulan opsiyon sözleşmeleri diğer volatilité endeksleri üzerine olan opsiyon sözleşmeleri karşılaştırıldıklarında en yüksek işlem hacmi ve açık pozisyonda olan kontrat sayısına sahiptir.

Daha önce de ifade edildiği üzere, volatilité endeksi üzerine işleme açılan opsiyon sözleşmeleri yatırımcılara volatilité üzerine işlem yapma imkanı sunmaktadırlar. Çünkü VIX endeksi tipindeki volatilité endekslerinin formülü beklenen volatilitéyi, dayanak varlığın fiyatı, temettü, faiz oranları ve vadeye kalan

gün gibi opsiyon fiyatını etkileyen diğer faktörlerden soyutlamaktadır. Böylelikle volatilité endeksi opsiyonları, dayanak hisse senedi endeksi opsiyonlarını etkileyen risk faktörleriyle uğraşmadan, yatırımcılara kolaylıkla ve doğrudan opsiyon volatilitésini alma ve satma imkanı sağlamaktadır (www.cboe.com).

3.4.2.3 Borsada İşlem Gören Volatilité Üzerine Yapılandırılmış Ürünler

Daha önce de belirtildiği üzere, volatilité endeksine dayalı borsada işlem gören yapılandırılmış ürünler (Exchange-traded Products-ETP) ikinci nesil volatilité türev ürünleridir (Whaley, 2013: 3). ABD’de 2009 yılından itibaren bu araçlar oluşturulmaya başlanmıştır. Yatırımcılar ETP’leri kullanarak volatilité riskine karşı korunabilmektedirler.

Bu araçlara olan yoğun ilgi bu alanda rekabeti hızlandırmıştır. 2009 yılından sonra yaklaşık üç yıllık zaman dilimi içerisinde ABD’de yaklaşık 28 taneden fazla ETP oluşturulmuştur. Bu büyümeyi hızlandıranlar, kurumlar, serbest fonlar ve türev piyasalarda işlem yapmayan ve/veya yapamayan yatırımcılardır.

ETP’ler farklı şekillerde yapılandırılıp yönetilmektedirler. Borsada işlem gören yapılandırılmış ürün terimi, yatırımcıların kendi başlarına elde edemeyecekleri fiyat değişimini (Price exposure) sağlamak için tasarlanmış menkul kıymetlere tekabül eder (Whaley, 2013: 3). Bu fiyat değişimi kolaylıkla belirlenebilen ölçüt (benchmark) cinsinden tanımlanır (S&P 500 endeksi, ham petrol fiyatı, vb).

ETP’ler Borsa Yatırım Fonları (Exchange-traded Funds – ETF) ve borsada işlem gören yapılandırılmış senetler (Exchange-traded Notes - ETN) olmak üzere ikiye ayrılır. Bu iki ürün arasındaki temel fark ETF’ler şeffaftırlar ve benchmark endeks getirisini sağlamak için hangi araçların kullanılacakları tam olarak bellidir. Aynı zamanda yatırımcıya dayanak portföydeki varlıkları talep etme imkanı sunarlar. ETN’ler ise belirtilen vadedeki benchmark getirisini taahhüt eden senetlerdir. ETN’ler kuponlu değildirler ve benchmark getiriye sağlamak için kullanılan varlıklarla

teminatlandırılmamıştır. Sadece ihraççıya güven söz konusudur. Bunların gün sonu değerleri endeks getirisine dayalı olarak gün sonunda hesaplanmaktadır.

Borsa Yatırım Fonları varlıklara ya da gelecek sözleşmelerine dayalıdır. İlk varlığa dayalı ETF olan SPDR S&P 500 ETF (Ticker'ı SPY) 1993 yılının Ocak ayında oluşturulmuştur. Gelecek işlemlerine yatırım yapan ETF'ler, nakit ya da kısa vadeli para piyasası araçları ve gelecek sözleşmelerine yatırım yaparak benchmark endeksi takip ederler.

İlk ETN'ler Barclays Bank PLC tarafından 29 Ocak 2009 tarihinde VIX endeksi kontratlarına dayalı oluşturulmuş ve ihraç edilmiş iki farklı üründür. iPath S&P 500 VIX Short Term Futures (VXX) ve iPath S&P 500 VIX Mid Term Futures (VXZ) adlı bu kontratlar S&P 500 endeksinin volatilité riskine karşı korunma sağlamaktadırlar.

Tablo 3.2: ABD'de İşlem gören Volatilitéye İlişkin Yapılandırılmış Ürünlerin bilgileri

Sembol	İsim	Varlık Tutarı (ABD Doları)
VXX	iPath S&P 500 VIX Short Term Futures ETN	1.117.385.000
XIV	VelocityShares Daily Inverse VIX Short Term ETN	735.925.000
SVXY	ProShares Short VIX Short-Term Futures ETF	304.255.000
UVXY	ProShares Ultra VIX Short-Term Futures ETF	267.991.000
TVIX	VelocityShares Daily 2x VIX Short Term ETN	159.590.000
ZIV	VelocityShares Daily Inverse VIX Medium Term ETN	137.530.000
VIXY	ProShares VIX Short-Term Futures ETF	104.019.000
VXZ	iPath S&P 500 VIX Mid-Term Futures ETN	63.735.000
VIXM	ProShares VIX Mid-Term Futures ETF	42.066.000
XVIX	UBS E-TRACS Daily Long-Short VIX ETN	12.278.000
VIIX	VelocityShares VIX Short Term ETN	7.180.000
CVOL	C-Tracks ETN Citi Volatility Index Total Return	4.600.000
XXV	Barclays ETN Inverse S&P 500 VIX Short-Term Futures ETN	3.726.000
IVOP	iPath Inverse S&P 500 VIX Short-Term Futures ETN	1.914.000
TVIZ	VelocityShares Daily 2x VIX Medium Term ETN	835.000
Toplam		2.963.029.000

Kaynak: <http://etfdb.com/etfdb-category/volatility/> (21.08.2014 itibariyle)

3.4.2.4 Varyans Swapları ve İleri Vadeli Varyans Swapları

Varyans swapları yıllıklandırılmış varyans (gerçekleşen volatilitenin karesi) üzerine oluşturulmuş vadeli işlem sözleşmeleridir (Demeterfi vd., 1999:3). Yatırımcıların safi volatilité üzerinde sentetik pozisyon almalarına imkan sağlayan varyans swapları, ilk olarak 1996 yılında, tezgah üstü piyasalarda işlem görmeye başlamıştır (Karabıyık ve Anbar, 2007: 64) Varyans swapları ve ileri vadeli varyans swapları da piyasa katılımcıları tarafından hem gerçekleşen hem de örtülü volatilitéye maruz kalınmaya karşı kullanılabilmektedirler. Bu araçlar, tezgahüstü ürünler olup, bu swapların vadesi genellikle opsiyonların vadesi ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle bu araçlar, opsiyon sözleşmesi alım satımı yapanlar tarafından korunma işlemlerinde kullanılabilmektedirler (Goltz vd, 2011: 8).

İleri vadeli varyans swapları ileriki bir tarihte başlayacak olan varyans swapları ile benzerlik göstermektedirler. VIX endeksi özelinde bakılacak olursa, volatilité endeksleri üzerine oluşturulmuş gelecek sözleşmeleri ile karşılaştırıldıklarında varyans swapları volatilitenin vade yapısına karşı uzun vadeli korunma sağlayabilmektedirler.

3.5 Gelecekteki Piyasa Volatilitésinin Tahmin Edilmesi

Uygulamada volatilité endeksleri gelecek volatilitésini (gelecekteki gerçekleşecek volatilité) tahmini amacıyla da kullanılabilmektedir. Gelecek volatilitésinin tahmini konusunda mutlak anlamda başarılı olan herhangi bir model konusunda finans akademik camiasında bir uzlaşma sağlanmamış olmasına rağmen volatilité endeksi kullanılarak gelecek volatilitésinin tahmininde başarılı sonuçlara ulaşıldığı konusunda çalışmalar bulunmaktadır. Bu konuda ABD piyasası en fazla gelişmiş piyasa olduğundan çalışmaların çok büyük bir kısmı bu piyasa üzerine yapılmıştır. Blair vd. (2001), Giot (2002b), Engle ve Gallo (2007), Giot ve Laurent (2007), Fleming vd. (1995) ile Corrado ve Miller'in (2005) aralarında bulunduğu bir kısım araştırmacılar ABD volatilité endeksinin volatilité tahmini konusundaki başarılı

performansından yana cephe alırken, Becker vd. (2007) ile Bali ve Weinbaum (2007) VIX endeksinin model bazlı volatilité tahmin yöntemlerine ilave olarak bir bilgi içermediğini ileri sürmüşlerdir (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011: 187). Ancak, yapılan çalışmaların çoğu VIX endeksinin gelişmekte olan ülkelerin hisse senedi piyasalarının volatilitesi için yüksek tahmin gücüne sahip olduğunu göstermektedir (Yang ve Liu, 2012: 219). Diğer bir deyişle, literatür taraması ağırlıklı olarak, tüm volatilité endekslerinin gelecekteki gerçekleşen volatilité tahminlerini geçmiş standart sapmalara, gecikmeli volatilité değerlerine dayandıran modellerden ya da GARCH ailesindeki koşullu volatilité modellerinden daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir (Lopez ve Navarro, 2012: 11909).

Konu ile ilgili olarak yapılan diğer bir takım çalışmalarda ulaşılan sonuçlara aşağıda yer verilmektedir.

MorauX vd. (2009), Monep hisse senedi piyasası endeksi VX1'in CAC 40 endeksinin gerçekleşen volatilitesini tahmin etme kabiliyetini araştırdığı çalışmasında VX1 endeksi kullanılarak hisse senedi piyasasının gelecek volatilitesi konusunda son derece isabetli tahminler yapılabildiğini ileri sürmüştür.

Aboura ve Villa ABD (VXO), Fransa (VXI) ve Almanya (VDAX) volatilité endekslerini inceledikleri ve karşılaştırdıkları 2003 yılındaki çalışmasında, VXO, VXI ve VDAX'ın gelecekteki volatilitéyi tahmin etmek konusunda kullanışlı araçlar olduklarını işaret etmişlerdir (Yang ve Liu, 2012: 219).

Corrado ve Miller (2005) 3 tane ABD volatilité endeksinin bilgi içeriklerine ilişkin olarak yaptıkları çalışmada bu endekslere dayalı olarak yapılan tahminlerin sapmalı (yukarı doğru) olmalarına rağmen, hata karelerinin ortalaması (MSE) yöntemi uyarınca hala tarihi modellere göre daha etkili olduklarını göstermişlerdir (Areal, 2008: 18). Carr ve Wu (2006), VIX endeksinin tarihi volatilité ve GARCH modelleriyle tahmin edilen volatilitéye göre S&P 500 endeksinin volatilitesini tahmin etmede daha başarılı olduğunu gösteren Corrado ve Miller (2005) ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır (Yang ve Liu, 2012: 219).

Siriopoulos ve Fassas (2008b: 12) yaptıkları çalışmada, FTSE 100 volatilité endeksinin tarihi getiri de dahil olmak üzere gelecekteki gerçekleşen volatilité konusundaki tüm bilgiyi içerdiğini göstermişlerdir.

Yang ve Liu (2012), Corrado ve Miller (2005) ile Yu vd. (2010), yaklaşımlarını esas alarak Taiwan piyasası için yaptıkları çalışmada, en iyi tahminin örtülü volatilité kullanılarak elde edildiği, Taiwan volatilité endeksinin (TVIX) tahmin gücünün GARCH modelleri ve tarihi volatilité modellerinden üstün ve örtülü volatilité tahmin gücüne çok yakın olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Söz konusu araştırmacılar yatırımcıların hisse senedi piyasasının hareketlerini anlamak ve uluslararası portföylerini buna göre düzenlemek için volatilité endeksini kullanabileceklerini ileri sürmüşlerdir. Yang ve Liu (2012) tarafından yapılan çalışmada opsiyon piyasasından elde edilen bilgi değişkenleri alım-satım (put-call) oranları dikkate alınmak suretiyle opsiyon piyasasında işlem yapan 4 farklı tipteki yatırımcı grubu olan yabancı kurumsal yatırımcılar, yerli kurumsal yatırımcılar, bireysel yatırımcılar ve piyasa yapıcılar dikkate alınarak 4 farklı şekilde oluşturulmuştur.

Yu vd. (2010), Hong Kong ve Japonya'daki borsalar ve tezgahüstü piyasalar üzerinde yaptıkları çalışmada örtülü volatilitenin gelecek volatilitelerini tahmin etme konusunda tarihi volatilité ve GARCH volatilité tahminlerine göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuşlardır (Yang ve Liu, 2012: 219).

Gonzalez-Perez ve Novales (2011: 187), VIBEX NEW volatilité endeksinin volatilité tahmin performansını da inceledikleri çalışmalarında volatilité tahmini konusunda volatilité endeksinin tarihi modeller ve örtülü volatilitéye benzer performansa sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3.6 Piyasa Getirisi ile Volatilité Endeksi Arasındaki İlişki

Getirinin geçmiş volatilité ile doğru (pozitif), eşanlı volatilité ile ters (negatif) orantılı olduğu finans literatüründe oldukça iyi anlaşılmış olan bir konudur. Guo'ya (2002: 76) göre bu durum; volatilitenin otokorelasyon içermesi ve bundan dolayı, geçmiş varyansın koşullu risk bilgisi içermesi nedeniyle getirilerle doğru orantılı

olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan getiri ile risk arasındaki eşanlı ilişki volatilitenin geri bildirim (feedback) etkisi nedeniyle negatiftir; şöyle ki varyanstaki mevcut pozitif inovasyon gelecekteki daha yüksek varyansı ve gelecekteki daha yüksek getiriyi ima eder. Fakat beklenen getirinin gelecekte yüksek olması için varyanstaki innovasyona bu günkü hisse senedi fiyatlarındaki düşüşün eşlik etmesi gerekmektedir (Siriopoulos ve Fassas, 2008b: 9-10).

Markowitz (1959) tarafından geliştirilen portföy seçim modeli üzerine bina edilerek, Sharpe (1964) ve Lintner (1965) tarafından, varlık fiyatlama teorisinde köşe taşı olarak kabul edilen risk ve getiri arasındaki ilişkiyi ölçmek için güçlü ve sezgisel çerçeve sunan CAPM'in geliştirilmesinden sonra, çok sayıda akademisyen (Black, 1976; Christie; 1982; French vd, 1987) hisse senedi piyasası getirisi ile volatilité arasındaki ampirik ilişkiyi incelemiş ve gerçekleşen volatilité ile getiri arasında güçlü negatif (ters orantı) ilişki bulgusuna ulaşmışlardır. Ek olarak, Black (1976) ve Schwert (1989, 1990) bu ilişkideki asimetriyi, yani belirli bir negatif getiri düzeyinde pozitif bir şokun yarattığı volatilitédeki düşüş, aynı şiddetteki negatif şokun yarattığı volatilitédeki yükselişten daha düşük olduğunu ortaya koymuşlardır (Siriopoulos ve Fassas, 2008b: 10).

Örtülü volatilité literatüründe volatilité endeksleri ile dayanak endeksin getirisi arasında negatif yönlü güçlü asimetrik eşanlı korelasyon olduğuna ilişkin kanıtlar sayıca sınırlı olmakla birlikte oldukça baskın konumdadırlar. Whaley (2000), S&P 100 endeksi ve VXO endeksini inceledikten sonra hisse senedi piyasası getirileri ile VXO endeksindeki değişim arasındaki ilişkinin asimetrik olduğunu ileri sürmüştür. Diğer taraftan yine ABD piyasası için Fleming vd. (1995), Giot (2002a) ile Carr ve Wu (2005) tarafından yapılan çalışmada volatilité endeksleri ile dayanak hisse senedi endekslerinin getirisi arasında istatistiki olarak anlamlı olan eşanlı negatif bir ilişkinin varlığına işaret edilmiştir. Diğer volatilité endekslerine bakıldığında ise Simon (2003) ve Giot (2005) Nasdaq 100 Volatilité Endeksi (VXN) için, Skiadopoulos (2004) Yunanistan volatilité endeksi (GVIX) için, yine Siriopoulos ve Fassas (2008a) Yunanistan volatilité endeksi (GRIV) için, Dowling ve Muthuswamy (2003)

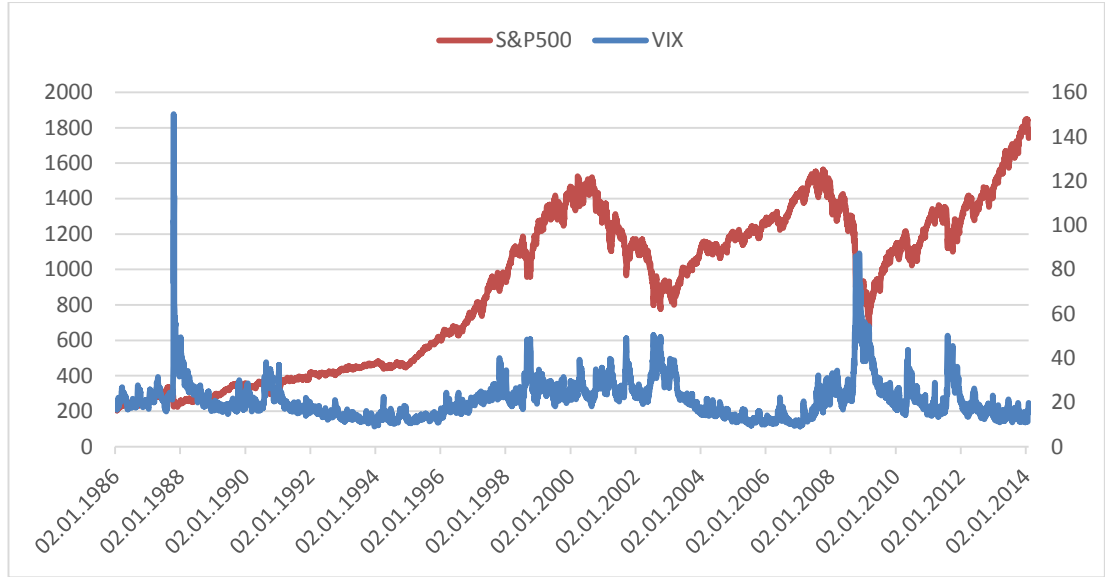
Avustralya volatilité endeksi⁴ için, Gonzalez-Perez ve Novales (2011) İspanya volatilité endeksi için, Ting (2007) Kore volatilité endeksi için ve Siriopoulaos ve Fassas (2008b) Birleşik Krallık FTSE 100 volatilité endeksi için yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşarak volatilité endekslerindeki değişim ile endeks getirileri arasındaki ilişkinin negatif ve asimetrik olduğunu göstermişlerdir. Aussenegg, Götz ve Jelic (2013) Avrupa ülkeleri için yaptıkları çalışmada, hisse senedi piyasası ile volatilité endeksi arasında negatif yönlü asimetrik ilişkinin varlığına rastlamışlardır. Fernandes, Medeiros ve Scharth (2014) ABD için yaptıkları çalışmada VIX Endeksi ile S&P 500 endeksi getirisi arasında negatif S&P 500 endeksi işlem hacmi arasında pozitif ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Ancak volatilité endeksi ile dayanak hisse senedi piyasası endeksinin getirisi arasındaki korelasyon mükemmel düzeyde (tam) değildir (Whaley, 1993, 73). Çünkü her iki varlığın değerini etkileyen volatilité aynı vadeye sahip değildir. Hisse senedi endeksi için volatilité hisse senetlerinin vadesi boyunca, yani sonsuz iken, opsiyonlar için ise kısa vadelidir.

Aşağıdaki grafikte (Grafik3.2) VIX endeksi ile S&P 500 endeksi arasındaki ilişki görülmektedir. Söz konusu grafiğe bakıldığında her iki değişkenin ters yönlü hareket ettiği görülmektedir.

⁴ Dowling ve Muthuswamy (2003) Avustralya volatilité endeksinin dayanak varlığın getirisinin ve eş zamanlı değerleriyle negatif ilişki içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır, ancak asimetriye ilişkin bir bulguya rastlayamamışlardır.

Grafik 3.2: S&P 500 ve VIX Endeksinin Ocak 1986 ile Ocak 2014 Dönemine İlişkin Seyri



3.7 Volatilite Riskinden Korunma Açısından Volatilite Endeksinin Önemi

Volatilite şüphesiz finansal piyasalardaki en önemli değişkendir. Çünkü volatilite, varlık fiyatlama, portföy teorisi, risk yönetimi, türev araçlar, işletme finansmanı, yatırım yönetimi ve analizi, değerlendirme ve finansal ekonometri gibi geniş yelpazedeki teori ve uygulamalarda sürekli olarak yer almaktadır. “Vega riski” olarak da adlandırılan volatilite riski volatilitedeki değişimlere maruz kalmak şeklinde tanımlanabilir (Psychoyios, t.y: 1).

Volatiliteden korunma bireysel yatırımcılardan, finansal kurumlar ve emeklilik yatırım fonlarına kadar tüm yatırımcılar için oldukça önemlidir. Volatilite riskinin önemi konusunda en çok verilen örnek 1987 yılındaki piyasa çöküşü sonrası volatilitede meydana gelen çarpıcı volatilite değişimidir. Kötü hesaplama ve/veya etkin olmayan volatilite riskinden korunma işlemi (aşırı kaldıraç kullanımı ve dolandırıcılıkla birlikte) Barings Bank, Long Term Capital Management, gibi önemli finansal kuruluşların batması, Rusya’nın iflası, Asya krizi vb. finansal piyasalarda meydana gelen krizler ile sonuçlanmıştır. Diğer taraftan, son zamanlardaki piyasa

çalkantısı nedeniyle daha katı yasal düzenlemelerin getirilmesinin yanısıra, ek olarak yatırımcıları ve varlık yöneticilerini artan bir dikkatle volatilitiyi incelemeye ve hisse senedi cinsinden yatırımlarının riskini azaltmaya yöneltmiştir (Goltz vd., 2011: 3). Volatilite riskinin etkileri nedeniyle uygulamacılar ve akademisyenler tarafından volatilité riski, sermaye piyasalarındaki birincil risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir (An vd, 2007: 517).

Teorik olarak volatilité riski, standart gelecek sözleşmeleri (futures) ve Avrupa tipi opsiyonlar aracılığıyla hedge edilebilir (An vd, 2007: 518). Geleneksel olarak volatilité riskine karşı korunma borsada işlem gören standart gelecek işlemleri sözleşmeleri (exchange-traded standard futures) ve sade (plain –vanilla) opsiyon sözleşmeleri kullanılarak gerçekleştirilmeye çalışılmıştır (Psychoyios, t.y: 1). Ancak bu tür sözleşmeler geleneksel olarak fiyat riskini bertaraf etmek için kullanılmaktadır. Bu nedenle, pratikte hedge etme, mevcut hedge etme araçlarının yetersizliği veya standart türev araçların özellikleri⁵ nedeniyle efektif bir şekilde yapılamamıştır (An vd, 2007: 518). Finans dünyasındaki son gelişmeler volatilitenin endeks (volatilité endeksi) formuna dönüştürülmek suretiyle ayrı bir varlık olarak muamele görmesine ve bu sayede volatilité türevleri (swap, gelecek işlemleri ve opsiyonlar) kullanılmak suretiyle alım satıma konu edilmesine olanak sağlamıştır. Bu sayede volatilité türevlerinin, yeni finansal gelişmelerin en önemlilerinden biri olma potansiyeline sahip oldukları kabul edilmektedir (Grunbichler ve Longstaff, 1996). Volatilité türevlerinin geliştirilmesi, fiyatı anlık volatilité seviyesine özellikle duyarlı olan daha uygun korunma (hedging) aracının seçilmesi şeklinde uygulamacılara imkan sunarak volatilité riskinden korunma amacına hizmet etmiştir. Bu kapsamda, piyasa katılımcıları yoğun olarak yatırımcı algı göstergesi olarak kullanılmakla kalmayıp aynı zamanda volatilité riskine karşı kısa veya uzun süreli korunma sağlamak için kullanılan bir çok türev araca dayanak varlık olarak kullanılan volatilité endekslerine gittikçe artan bir ilgi göstermişlerdir (Goltz vd., 2011: 3).

⁵ Standart türev araçlar Avrupa tipi opsiyonlar ve gelecek sözleşmeleri gibi, volatilité riskinden ziyade fiyat riskini elemine etmeye yönelik olarak dizayn etmişlerdir.

Volatilite türevleri, doğrudan volatilite endeksine dayandıklarından volatilite riskinden korunma aracı olmanın doğal adaylarıdır. Potansiyel volatilite değişikliklerinden korunmanın volatilite endeksi gerektirdiği, bu endeksin volatilite ve onun portföy getirisi üzerindeki etkisi ile baş edebilmek amacıyla kullanılan volatilite türevlerine referans endeks olarak kullanılması gerektiği belirtilerek ilk defa Brenner ve Galai (1989) tarafından ileri sürülmüştür. Sonrasında ise başta ABD’de olmak üzere bir çok ülkede volatilite endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Volatilite endekslerinin oluşturulması sonrasında ise volatilite türevlerini işleme açmak mümkün olmuştur. 2008 yılının Eylül ayında başlayan son finansal kriz volatilite türevlerine olan ihtiyacı bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bu dönem içerisinde gerek borsada işlem gören volatilite gelecek sözleşmelerinin ve volatilite opsiyonlarının ve gerekse varyans swapları gibi tezgahüstü türev araçların işlem hacmi ve açık pozisyon sayısı önemli ölçüde artmıştır (Zhang vd., 2010: 810).

Whaley (1993: 78), endeks opsiyonları yerine volatilite türevleri kullanmak suretiyle piyasadaki volatilite riskini yönetmenin en az iki avantaj sağladığını ileri sürmüştür. Bunlardan ilki endeks opsiyonu kullanarak volatilite riskinden korunmanın en az iki tür (alım ve satım) opsiyon kontratı gerektirmesi ve buna karşı volatilite türevleri kullanarak sadece tek tür kontratla bunun yapılabilmesidir. İkincisi ise, volatilite türevlerini kullanmanın daha az maliyetli olmasıdır. Çünkü volatilite gelecek işlemlerinin kullanmanın hiçbir maliyeti bulunmamakta olup, volatilite opsiyonları kullanılarak yapılan korunma işleminin maliyeti ise endeks opsiyonları kullanmanın maliyetinin küçük bir bölümüne eşdeğerdir.

Volatilite türevlerinin uygulamaya koyulmasının amacını dikkate aldığımızda bu türev araçların volatilite riskine karşı korunmada standart opsiyonlara göre daha iyi olup olmadıklarını araştırmak önem arz etmektedir. Bu konu üzerinde yapılmış çok fazla araştırma bulunmamakta olup, bu nedenle hangi aracın daha iyi olduğuna ilişkin baskın bir görüşe ulaşılamamıştır. Bu konuda yapılmış olan çalışmaların birkaçına ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Psychoyios ve Skiadopoulos (2006), Avrupa tipi opsiyonları hedge etmede volatilite endeksi opsiyonları ile standart opsiyonların hedge etkinliğini karşılaştırmışlardır. Söz konusu çalışmada birkaç opsiyon fiyatlama modelinin hedge

etme ve fiyatlama performansı üzerinde durulmuş olup, standart opsiyonları hedge etmede volatilité opsiyonlarının vanilya opsiyonlardan daha iyi olmadığı sonucuna varılmıştır. Oomen ve Jiang (2001), volatilité gelecek sözleşmeleri ile standart opsiyonların hedge etme performanslarını karşılaştırdıklarında aynı sonuca ulaşmışlardır.

An vd. (2007) volatilité opsiyonlarının egzotik özelliklere sahip opsiyonları hedge etmede oldukça faydalı oldukları, hedge (korunma) konusunda volatilité endeksi ile straddle opsiyonlar arasında önemli bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır. Yine An vd. (2007) çalışmalarında orta ve uzun vadeli egzotik opsiyonları hedge etmede volatilité opsiyonlarının Avrupa tipi vanilya opsiyonlara göre daha etkin olduğunu, kısa dönem egzotik opsiyonları hedge etmede daha az etkin olduğunu ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışmada katı (severe) egzotik özelliklere sahip opsiyonların hedge edilmesinde volatilité opsiyonlarının kullanılmasının özellikle önemli olduğu, volatilité riskini hedge etmede volatilité endeksi opsiyonları ile straddle opsiyonların eşdeğer derecede etkili olduğu hususları ileri sürülmüştür.

4 TÜRKİYE İÇİN VOLATİLİTE ENDEKSİ OLUŞTURULMASI

Volatilite endeksinin ilk defa ABD’de modele dayalı oluşturulmasından sonra Almanya ve Fransa gibi gelişmiş ülkelerde de modele dayalı volatilite endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Ancak modele dayalı volatilite endeksi hesaplama oldukça likit bir opsiyon piyasasının varlığını gerektirdiğinden ABD dışındaki ülkelerde endeks hesaplama yönteminde biraz değişikliğe gidilmiştir. 2003 yılında yine ABD’de, modelden bağımsız volatilite endeksinin oluşturulmuş olması ile birlikte volatilite endeksinin hesaplanması göreceli olarak daha az karmaşık hale gelmiştir.

Gerek volatilite endeksi hesaplamasının kolaylaşması ve gerekse özellikle VIX endeksi olmak üzere bu endekslerin oldukça popüler hale gelmeleri, volatilite endekslerinin diğer gelişmiş piyasalar ve gelişmekte olan piyasalara da hem akademik çalışma bakımından hem de uygulama bakımından yayılmalarına yol açmıştır.

Diğer piyasalarda volatilite endeksi oluşturulmasına ilişkin hesaplamalar yapılırken söz konusu piyasalarda işlem gören opsiyon sayısı, piyasanın işlem hacmi, piyasanın likiditesi gibi koşulları ve söz konusu piyasaların kendilerine has diğer özellikleri dikkate alınmak suretiyle ABD ve Almanya’daki volatilite endeksi hesaplama metodolojilerinde kendi yerel piyasalarının özelliklerini hesaba katan bir takım uyarlamalar yapılmıştır.

Bu çalışma tarihi itibariyle Türkiye’de henüz oluşturulmuş bir volatilite endeksi bulunmamaktadır. Diğer taraftan, Türkiye’de hisse senedi piyasası endeksine dayalı opsiyonların organize borsada işlem görmeye başlamış olması henüz çok yenidir. Borsa İstanbul Pay Piyasası BIST30 Endeksine dayalı opsiyonlar 2013 yılı Nisan ayı itibariyle Borsa İstanbul A.Ş. Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası’nda (VİOP) işlem görmeye başlamıştır. Dolayısıyla Türkiye için volatilite endeksi oluşturulmaya yönelik araştırmalar ve akademik çalışmalar için uygun koşulların daha yeni yeni oluşmaya başlamış olduğu söylenebilir. Ancak Türkiye piyasasında işlem gören opsiyon sözleşmelerinin volatilite endeksi oluşturulmaya elverişli olup olmadıkları ya da ne derece elverişli oldukları söz konusu opsiyon piyasasının ve bu piyasada işlem

gören opsiyon sözleşmelerinin incelenmesine yönelik çalışmaların sonucunda anlaşılabilecektir.

Bu bölümde öncelikle VİOP’da işlem gören opsiyonlar hakkında bilgi verilecektir. Daha sonra gelişmiş piyasalarda oluşturulan volatilité endekslerine ilişkin metodoloji hakkında bilgi verilecektir. Sonraki aşamada diğer ülkelerde bu metodoljilerde yapılan uyarlamalar hakkında bilgi verilecektir. En son aşamada ise Türkiye opsiyon piyasasının volatilité endeksi oluşturmaya elverişli olup olmadığı irdelenerek ve opsiyon piyasası verilerinin yapısı dikkate alınarak volatilité endeksi hesaplama metodolojisi oluşturulacaktır.

4.1 Türkiye’de Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemleri

4.1.1 Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemlerine İlişkin Mevzuat

Türkiye’de vadeli işlem ve opsiyon işlemleri konusunda ilk düzenleme 23.07.1995 tarih ve 22352 sayılı RG’de yayınlanan “Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Genel Yönetmelik” ile yapılmıştır. Bu düzenlemeyi müteakip önce 07.09.1995 tarihli ve 22397 sayılı RG’de yayımlanan “İzmir Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Yönetmeliği” çıkarılmış, sonrasında ise 18.10.1996 tarih ve 22791 sayılı RG’de yayımlanan “İstanbul Altın Borsası Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası Yönetmeliği” ile İstanbul Altın Borsası’nda altın ve dövize dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin alım-satımına ilişkin esaslar belirlenmiştir. 29.01.1997 tarih ve 22892 sayılı RG’de yayımlanan “İMKB Vadeli İşlemler Piyasası İşlem ve Üyeliğine İlişkin Yönetmelik” ve “İMKB Vadeli İşlemler Piyasası Takas Merkezi Üyeliği ve İşlemlerine İlişkin Yönetmelik” ile de hisse senedi, faiz, endeks ve diğer finansal göstergeler üzerine vadeli işlem ve opsiyon işlemleri yapılmasına ve takasına ilişkin esaslar düzenlenmiştir. Ancak önceki tüm yönetmelikler 23.02.2001 tarih ve 24327 sayılı RG’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik”in 56’ncı maddesi ile yürürlükten

kaldırılmıştır. Ancak yeniden hazırlanan İMKB Vadeli İşlemler Piyasası İşlem ve Üyelğine İlişkin Yönetmelik ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Vadeli İşlemler Piyasası Takas Merkezi Üyelği ve İşlemlerine İlişkin Yönetmelik 19.07.2001 tarih ve 24467 sayılı RG’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Vadeli işlemler ve opsiyon piyasalarına ilişkin olarak yürürlükte bulunan en güncel düzenleme ise 17 Kasım 2012 tarih ve 28470 sayılı RG’de yayımlanarak yürürlüğe giren “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası Yönetmeliği”dir.

4.1.2 Vadeli İşlemler ve Opsiyon İşlemlerine İlişkin Piyasalar

Türkiye’de ilk organize vadeli işlem ve opsiyon piyasası, organize türev piyasalarının kurulma çalışmaları çerçevesinde, 1994 yılında İMKB bünyesinde Vadeli İşlemler Piyasası Müdürlüğü adında oluşturulan piyasadır. Organize bir finansal vadeli işlem ve opsiyon piyasasının oluşturulması ve bu piyasada çeşitli sermaye piyasası araçları ile finansal göstergelere dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmelerinin işlem görmesi amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda 15 Ağustos 2001 tarihinde döviz (ABD Doları) üzerine gelecek işlemleri sözleşmeleri işlem görmeye başlamıştır. 30 Aralık 2003 tarihinden itibaren de Euro üzerine gelecek işlemleri sözleşmeleri işleme açılmıştır. Ancak söz konusu sözleşmelere ilişkin sözleşme büyüklüklerinin yüksek tutarda belirlenmesi ve diğer birtakım nedenlerle bu piyasada çok fazla işlem gerçekleştirilmemiştir.

Türkiye’nin ilk vadeli işlemler ve opsiyon borsası ve aynı zamanda ilk özel borsası olan Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası A.Ş. (VOB) 4 Temmuz 2002 yılında İzmir’de kurulmuş olup, söz konusu borsa 4 Şubat 2005 tarihinde faaliyete başlamıştır (www.vob.org.tr). 30.12.2012 tarih ve 28513 sayılı RG’de yayımlanarak yürürlüğe giren 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu’nun 138’nci maddesi çerçevesinde VOB’un paylarının tamamı 2013 yılında Borsa İstanbul A.Ş. (BİAŞ veya Borsa İstanbul) tarafından devralınmıştır. Sonrasında ise VOB tüm aktif ve pasifleriyle

BİAŞ'a devredilerek tüzel kişiliği sona erdirilmiştir. VOB'da işlem gören gelecek sözleşmeleri 05.08.2013 tarihi itibarıyla BİAŞ'a devredilmiştir.

VOB'un faaliyette bulunduğu süre içerisinde söz konusu borsada sadece gelecek işlemleri sözleşmeleri işlem görmüştür. İşlem gören gelecek işlemleri sözleşmelerinden ise döviz ve endeks gelecek işlemleri sözleşmeleri rağbet görmüştür. Emtiaya dayalı gelecek işlemleri sözleşmelerine talep olmamıştır. VOB'da opsiyon sözleşmeleri işleme açılmamış olup, opsiyon sözleşmeleri düzenleme yetkisi Sermaye Piyasası Kurulu'nun 2012 yılının Kasım ayında verdiği karar ile Borsa İstanbul'a¹ verilmiştir. 2012 yılının Aralık ayında Borsa İstanbul nezdinde Vadeli işlemler ve Opsiyon Piyasası (VİOP) açılmıştır.

VİOP açıldıktan sonra opsiyon sözleşmeleri ilk defa bu piyasada işleme açılmıştır. 21 Aralık 2012 tarihinde ilk etapta Garanti Bankası, İş Bankası C Grubu, Akbank, Vakıfbank, Yapı Kredi Bankası, Türk Hava Yolları, Ereğli Demir Çelik, Sabancı Holding, Turkcell ve TÜPRAŞ hisse senetleri olmak üzere 10 tane pay senedi üzerine opsiyon sözleşmeleri işleme açılmıştır. Türkiye'deki ilk endekse dayalı opsiyon sözleşmeleri ise BİST 30 Endeksine dayalı olarak oluşturulan ve 5 Nisan 2013 tarihinde VİOP'da işlem görmeye başlayan opsiyon sözleşmeleridir. Paya dayalı opsiyonlar Amerikan tipi olarak, Endeks opsiyonlar ise Avrupa tipi olarak işleme açılmıştır. Ancak 1 Nisan 2014 itibarıyla paya dayalı opsiyonlar da Avrupa tipine dönüştürülmüştür.

4.1.3 Endeks Opsiyon Sözleşmelerinin Özellikleri²

VİOP'da her bir vade ayına ait 11 alım ve 11 satım opsiyonu olmak üzere ilk üç vade ayına ait toplam 66 adet endeks opsiyon sözleşmesi işleme açılmıştır. Söz

¹ O zamanki unvanı İstanbul Menkul kıymetler Borsası'dır.

² Konuya ilişkin detaylı bilgi <http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/urunler/opsiyon-sozlesmeleri/pay-endeks-opsiyon-sozlesmeleri> adresinden edinilebilir.

konusu piyasada ilk olarak işleme açılan endeks opsiyon sözleşmelerine ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.1: VİOP'ta İşleme Açılan İlk Endeks Opsiyon Sözleşmelerine İlişkin Kodlar

Alım Opsiyonları		
1. Vade Ayı	2. Vade Ayı	3. Vade Ayı
O_XU030E0413C100.000S0	O_XU030E0513C100.000S0	O_XU030E0613C100.000S0
O_XU030E0413C102.000S0	O_XU030E0513C102.000S0	O_XU030E0613C102.000S0
O_XU030E0413C104.000S0	O_XU030E0513C104.000S0	O_XU030E0613C104.000S0
O_XU030E0413C106.000S0	O_XU030E0513C106.000S0	O_XU030E0613C106.000S0
O_XU030E0413C108.000S0	O_XU030E0513C108.000S0	O_XU030E0613C108.000S0
O_XU030E0413C110.000S0	O_XU030E0513C110.000S0	O_XU030E0613C110.000S0
O_XU030E0413C112.000S0	O_XU030E0513C112.000S0	O_XU030E0613C112.000S0
O_XU030E0413C92.000S0	O_XU030E0513C92.000S0	O_XU030E0613C92.000S0
O_XU030E0413C94.000S0	O_XU030E0513C94.000S0	O_XU030E0613C94.000S0
O_XU030E0413C96.000S0	O_XU030E0513C96.000S0	O_XU030E0613C96.000S0
O_XU030E0413C98.000S0	O_XU030E0513C98.000S0	O_XU030E0613C98.000S0
Satım Opsiyonları		
1. Vade Ayı	2. Vade Ayı	3. Vade Ayı
O_XU030E0413P100.000S0	O_XU030E0513P100.000S0	O_XU030E0613P100.000S0
O_XU030E0413P102.000S0	O_XU030E0513P102.000S0	O_XU030E0613P102.000S0
O_XU030E0413P104.000S0	O_XU030E0513P104.000S0	O_XU030E0613P104.000S0
O_XU030E0413P106.000S0	O_XU030E0513P106.000S0	O_XU030E0613P106.000S0
O_XU030E0413P108.000S0	O_XU030E0513P108.000S0	O_XU030E0613P108.000S0
O_XU030E0413P110.000S0	O_XU030E0513P110.000S0	O_XU030E0613P110.000S0
O_XU030E0413P112.000S0	O_XU030E0513P112.000S0	O_XU030E0613P112.000S0
O_XU030E0413P92.000S0	O_XU030E0513P92.000S0	O_XU030E0613P92.000S0
O_XU030E0413P94.000S0	O_XU030E0513P94.000S0	O_XU030E0613P94.000S0
O_XU030E0413P96.000S0	O_XU030E0513P96.000S0	O_XU030E0613P96.000S0
O_XU030E0413P98.000S0	O_XU030E0513P98.000S0	O_XU030E0613P98.000S0

Yukarıdaki tabloda yer alan opsiyon sözleşmelerinde yer alan kodlara ilişkin açıklamalar VİOP'da işlem gören sözleşmelerin özellikleri de dikkate alınarak aşağıda yer almaktadır.

4.1.3.1 VİOP'ta İşlem Gören Opsiyonların Sözleşme Kodu ve Diğer Özellikleri

Sözleşme kodu; sözleşme türü, dayanak varlık kodu, opsiyon tipi, vade tarihi, opsiyon sınıfı, kullanım fiyatı ve sözleşme büyüklüğünün standart olup olmadığı bilgilerini içerecek şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.2: O_XU030E0413P102.000S0 Kodlu Opsiyon Sözleşmesi Esas Alınarak VİOP Opsiyon Sözleşmelerinin Kodlarına İlişkin Açıklama

O	XU030	E (Tip)	0413	P	102.000	SO
Opsiyon	Dayanak varlık (BIST 30) kodu	E: Avrupa A:Amerikan	Sözleşme vade tarihi	C:Alım ops. P:Satım ops.	Kullanım fiyatı	S: Standart N:Standart Olm.

4.1.3.1.1 Dayanak Varlıklar

Borsa tarafından seçilen Pay Piyasası fiyat endeksleridir. Mevcut durumda Borsa İstanbul VİOP bünyesinde Endeks opsiyonu olarak BIST 30 Endeks Opsiyonları işlem görmektedir.³ BIST 30 Endeks opsiyon sözleşmeleri için dayanak varlık endeks değerinin 1000'e bölünmüş halidir.

4.1.3.1.2 Opsiyonun Sınıfı ve Tipi

Endeks opsiyon piyasasında aynı anda hem alım hem de satım opsiyonları işlem görmektedir. BIST 30 Endeks opsiyon sözleşmeleri Avrupa tipidir. Böylelikle, bu opsiyon sözleşmeleri ile tanınan hak ancak vade sonunda kullanılabilir.

³ Ancak BİAŞ tarafından BIST 30 Endeksine dayalı ve sözleşme büyüklüğü daha küçük olan Mini BIST 30 Endeks Opsiyon sözleşmeleri 19 Eylül 2014 tarihinde işleme açılmışlardır.

4.1.3.1.3 Sözleşme Büyüklüğü, Uzlaşma Şekli ve İşlem Saatleri

Dayanak varlık, endeks değerlerinin 1.000'e bölünmüş hali olup, her bir endeks opsiyon sözleşmesi bu şekilde hesaplanan 100 adet dayanak varlığı temsil eder.

⁴Örneğin $(\text{BIST 30 Endeksi}/1.000) \times 100 \text{ TL} = (102.358/1.000) \times 100 = 10.235,80 \text{ TL}$

Endeks opsiyon sözleşmelerinin uzlaşma yöntemi olarak nakdi uzlaşma uygulanmaktadır. Vade sonundaki oluşan kâr/zarar, opsiyonun kullanım fiyatıyla vade sonunda oluşan uzlaşma fiyatı arasındaki fark kadar olacaktır.

İşlemler 09:10 - 17:45 saatleri arasında tek bir seansta gerçekleştirilir. 12:30 - 13:55 arası işlem yapılmayan bölümdür.

4.1.3.1.4 Günlük ve Vade Sonu Uzlaşma

i. Günlük Uzlaşma Fiyatı

Seans sonunda günlük uzlaşma fiyatı;

a) Seans sona ermeden önceki son 10 dakika içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktar ağırlıklı ortalama fiyatı,

b) Eğer son 10 dakika içerisinde 10 taneden az işlem yapıldıysa, seans içerisinde geriye dönük olarak bulunan son 10 işlemin miktar ağırlıklı ortalama fiyatı,

c) Seans içerisinde 10 taneden az işlem yapıldıysa, seans içerisinde gerçekleştirilen tüm işlemlerin miktar ağırlıklı ortalama fiyatı,

d) Seans içerisinde hiç işlem yapılmamışsa, dayanak varlık ve dayanak varlığa bağlı diğer sözleşmelerdeki fiyatlar dikkate alınarak hesaplanan teorik fiyatlar günlük uzlaşma fiyatı

şeklinde hesaplanarak bulunan fiyat en yakın fiyat adımına yuvarlanmaktadır.

Seans sonunda yukarıda belirtilen yöntemlere göre günlük uzlaşma fiyatının hesaplanamaması veya hesaplanan fiyatların piyasayı doğru olarak yansıtmadığına

⁴ Mini sözleşmelerde dayanak varlık, endeks değerlerinin 1.000'e bölünmüş hali olup, her bir endeks opsiyon sözleşmesi bu şekilde hesaplanan 1 adet dayanak varlığı temsil eder

kanaat getirilmesi halinde BİAŞ tarafından, teorik fiyat, bir önceki günkü uzlaşma fiyatı veya seans sonundaki en iyi alış ve satış fiyatları dikkate alınarak günlük uzlaşma fiyatı tespit edilebilmektedir.

Özel Emir Pazarı'nda gerçekleşen işlemler gün sonu uzlaşma fiyatı hesaplamalarına dahil edilmemektedir. Gerekli koşulların oluşması halinde uzlaşma fiyatı komitesi tarafından günlük uzlaşma fiyatının değiştirilmesi imkanı bulunmaktadır.

ii. Vade Sonu Uzlaşma Fiyatı

Alım opsiyonları için vade sonu uzlaşma fiyatı, dayanak varlık olarak kabul edilen BIST 30 Endeksinin son işlem gününde spot piyasada ikinci seans sürekli müzayedenin son 30 dakikası süresince ilan edilen değerlerinin zaman ağırlıklı ortalaması ile BIST 30 Endeksinin kapanış değerinin sırasıyla %80 ve %20 oranlarıyla ağırlıklandırılması ile hesaplanan değer 1000'e bölünmesi suretiyle bulunan değer ile opsiyon kullanım fiyatı arasındaki farkın en yakın fiyat adımına yuvarlanması sonucunda bulunur.⁵

Satım opsiyonları için vade sonu uzlaşma fiyatı⁶, opsiyon kullanım fiyatı ile dayanak varlık olarak kabul edilen BIST 30 Endeksinin son işlem gününde spot piyasada ikinci seans sürekli müzayedenin son 30 dakikası süresince ilan edilen değerlerinin zaman ağırlıklı ortalaması ile BIST 30 Endeksinin kapanış değerinin sırasıyla %80 ve %20 oranlarıyla ağırlıklandırılması ile hesaplanan değer 1000'e

⁵ Pay endeksi opsiyonları ilk işleme açıldıklarında “Alım opsiyonları için vade sonu uzlaşma fiyatı, dayanak varlık olarak kabul edilen BIST 30 Endeksine dahil olan pay senetlerinin son işlem gününde spot piyasada ikinci seans sürekli müzayede sonunda oluşan seanslık ağırlıklı ortalama fiyatlarından hesaplanan endeks değeri ile BIST 30 endeks kapanış değerinin aritmetik ortalamasının 1.000'e bölünmesi suretiyle bulunan değer ile opsiyon kullanım fiyatı arasındaki farkın en yakın fiyat adımına yuvarlanması sonucunda bulunmaktadır.” şeklinde belirlenmiştir.

⁶ Pay endeksi opsiyonları ilk işleme açıldıklarında “Satım opsiyonları için vade sonu uzlaşma fiyatı, opsiyon kullanım fiyatı ile dayanak varlık olarak kabul edilen BIST 30 Endeksine dahil olan pay senetlerinin son işlem gününde spot piyasada ikinci seans sürekli müzayede sonunda oluşan seanslık ağırlıklı ortalama fiyatlarından hesaplanan endeks değeri ile BIST 30 endeks kapanış değerinin aritmetik ortalamasının 1.000'e bölünmesi suretiyle bulunan değer arasındaki farkın en yakın fiyat adımına yuvarlanması sonucunda bulunmaktadır.” şeklinde belirlenmiştir.

bölünmesi suretiyle bulunan değer arasındaki farkın en yakın fiyat adımına yuvarlanması sonucunda bulunur.

Son işlem gününde, spot piyasada ikinci seansın ve/veya kapanış seansının kısmen veya tamamen kapalı olması veya spot piyasada endeks değerinin hesaplanamaması durumunda vade sonu uzlaşma fiyatı, Uzlaşma Fiyatı Komitesi tarafından belirlenir.⁷

4.1.3.1.5 Diğer Fiyat Bilgileri

i. Fiyat Kotasyonu ve Minimum Fiyat

Fiyat, yukarıdaki yöntemle hesaplanan bir adet dayanak varlığın opsiyon primi olarak, virgülden sonra iki basamak olacak şekilde işlem sistemine girilir. Miktar teklifleri bir adet sözleşme ve katları şeklinde girilir.

Opsiyon sözleşmeleri için prim fiyatlarında fiyat değişim limiti uygulanmaz.

ii. Kullanım Fiyatları

Kullanım fiyat adımı 2'dir (2.000 Endeks puanı).

Dayanak varlık olan endekslerin bir önceki işlem gününde spot piyasada son seansta oluşan kapanış değeri baz alınarak hesaplanan $\pm\%10$ 'luk limit içerisindeki kullanım fiyat seviyeleri için işlem sisteminde sözleşmeler oluşturulmaktadır. Bu sözleşmelerden ikisi "kârda", biri "başabaşta" ve dördü "zararda" olmak üzere en az yedi farklı kullanım fiyatı seviyesinden sözleşmeler işleme açılmaktadır⁸. Gün

⁷ Pay endeksi opsiyonları ilk işleme açıldıklarında "Son işlem gününde, spot piyasada ikinci seansın ve/veya kapanış seansının kısmen veya tamamen kapalı olması veya açık olup da fiyat oluşmaması durumunda vade sonu uzlaşma fiyatı, uzlaşma fiyatı komitesi tarafından en son sürekli müzayedede oluşan ağırlıklı ortalama fiyat dikkate alınarak belirlenmektedir." şeklinde belirlenmiştir.

Son işlem gününde, spot piyasada endeks değerinin hesaplanamaması durumunda vade sonu uzlaşma fiyatı, uzlaşma fiyatı komitesi tarafından belirlenmektedir.

⁸ 08.10.2014 tarihinde yapılan genelge değişikliği öncesindeki hali "Bu sözleşmelerden ikisi "kârda", biri "başabaşta" ve ikisi "zararda" olmak üzere en az beş farklı kullanım fiyatı seviyesinden sözleşmeler işleme açılmaktadır." şeklindedir.

içerisinde dayanak varlık değerinde meydana gelen değişimlere göre yeni kullanım fiyatlı sözleşmeler işlem sisteminde otomatik olarak işleme açılmaktadır. İşlem sisteminde açık pozisyon veya emir bulunan sözleşme sıraları $\pm\%10$ 'luk limitlerin dışında kalsalar bile işleme açık olmaya devam etmektedirler. İşlem sisteminde işleme kapalı olarak tanımlı olan sözleşmeler, işlem yapmak isteyen borsa üyelerinin talebi halinde işleme açılabilirler.

4.1.3.1.6 Vade Ayları, Takas Süresi ve Son İşlem Günü

19.07.2013 tarih ve 433 sayılı Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası genelgesi uyarınca, vade döngü ayları Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarıdır⁹. Piyasada aynı anda, içinde bulunulan aya en yakın üç vade ayına ait sözleşmeler işlem görmektedir. Bu üç vade ayından biri Aralık değilse, Aralık vade ayı ayrıca işleme açılır. (Örneğin; “Aralık, Şubat, Nisan” veya “Şubat, Nisan, Haziran, Aralık”)

BIST 30 endeks opsiyon sözleşmelerinde takas süresi T+1 olarak uygulanmaktadır. Prim borçları hesaplardan T günü sonunda tahsil edilirken, prim alacakları hesaplara T+1 günü aktarılmaktadır.

BIST 30 endeks opsiyon sözleşmelerinde vade ve son işlem günü her vade ayının son iş günüdür. Yurt içi piyasaların resmi tatil nedeniyle yarım gün olması durumunda son işlem günü bir önceki iş günüdür.

4.1.3.1.7 İşlem Teminatı Esasları

Başlangıç teminatı, SPAN portföy bazında teminatlandırma yöntemi kullanılarak belirlenir. Bulunması gereken teminat, başlangıç teminatı ile fiziki teslimat teminatının toplamıdır. Sürdürme teminatı, bulunması gereken teminatın %75'idir.

⁹ 28.03.2013 tarihli VİOP İşleyiş Esasları konulu, BİAŞ genelgesine göre vade ayları Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarıdır. Aynı anda içinde bulunulan ay ve takip eden ay ile takip eden döngü ayına ait olmak üzere üç sözleşme işleme açılır. (Örneğin; “Şubat, Mart, Haziran” veya “Mart, Nisan, Haziran”)

4.2 Volatilite Endekslerinin Hesaplanma Yöntemleri

4.2.1 VXO Volatilite Endeksi

VXO endeksinin hesaplanması hakkında detaylı bilgi, nasıl hesaplandığı Whaley (1993, 2000) ve Fleming vd. (1995) tarafından yapılan çalışmalarda anlatılmaktadır. VXO endeksinin hesaplaması, Black-Scholes/Merton (1973) opsiyon değerlendirme modeline dayanmaktadır. Nakit temettü dağıtımına göre düzeltilmiş binominal metodu (Cox, Ross, Rubinstein; 1979) kullanılmaktadır.

Bu endeksin oluşturulması için, opsiyon fiyatlama modeli, volatilite dışındaki model parametrelerinin değeri ve piyasada elde edilen opsiyon fiyatı olmak üzere üç şey gereklidir (Whaley, 2000: 13; 1993: 80).

4.2.1.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar

VXO endeksi S&P100 endeksi (OEX) üzerine yazılmış opsiyonlara dayanmaktadır. Bu endeksin oluşturulmasında 4 tanesi en yakın vadeli (nearby expiry) başabaş işlem fiyatına yakın (Near the Money; biri başabaş işlem fiyatının altında, diğeri başabaş işlem fiyatının üstünde olmak üzere) opsiyon sözleşmesi (2 alım ve 2 satım opsiyonu) ile 4 tanesi ikinci en yakın vadeli başabaş işlem fiyatına yakın opsiyonu sözleşmesi (2 alım ve 2 satım opsiyonu) olmak üzere sekiz farklı opsiyon serisinin örtülü volatilitesi kullanılmaktadır. Bu iki vadeye ait opsiyonların volatilitesi öyle bir ağırlıklandırılmaktadır ki, sonuçta vadeye kalan zamanı sürekli olarak (sabit) 30 gün (22 işlem günü) olan S&P 100 endeksine dayalı varsayımsal (hipotetik) bir opsiyonun örtülü volatilitesi elde edilmektedir.

Burada başabaş ayırımı iki nedenden dolayı önem arz etmektedir (Whaley, 1993: 72). Birincisi volatilite endeksinin en çok işlem gören opsiyon serisine dayandığını gösterir. İkincisi ise volatilite endeksinin dayanak opsiyonların volatilite

kaynaklı fiyat hareketleriyle neredeyse doğrusal bir biçimde hareket ettiği anlamına gelir. Çünkü örtülü volatilitedeki değişim ile başabaş opsiyonların fiyatlarındaki değişim arasındaki ilişkide neredeyse konveksite bulunmamaktadır. Böylece volatilité endeksi türevlerinin korunma amaçlı kullanılma etkinliği ençoklaştırılmaktadır.

Sürekli olarak sabit 30 takvim gününe eşit “vadeye kalan gün” belirlenmesinin sebebi ise kısa vadeli OEX opsiyonlarının uzun vadeli OEX opsiyonlarına göre daha fazla volatilitéye sahip olma eğilimini elemine etmek içindir (Whaley, 1993: 72).

4.2.1.2 Modelde Kullanılan Değişkenler

Opsiyon fiyatlama modelinde kullanılan değişkenler, hisse senedi piyasası endeksinin değeri, opsiyonun işlem fiyatı, vadeye kalan zaman (opsiyonun vadesi), risksiz faiz oranı ile opsiyonun vadesi boyunca ödenmesi beklenen temettünün tutarı ve ödenme zamanı gibi değişkenlerdir.

Ödenmesi beklenen temettü tutarları oldukça isabetli bir biçimde hesaplanmaktadır. Çünkü VXO endeksinin vadesi 30 gündür, bu süre içerisinde dağıtılacak temettü bilgileri şirketler tarafından duyurulmaktadır.

Risksiz faiz oranı olarak kullanılan faiz oranı 30 günden daha az vadeli opsiyonlar için bu opsiyonların vadesine en yakın vadeli hazine bonosunun, 30 gün vadeli opsiyonlar için ise 30 gün vadeli hazine bonosunun bileşik getirisi kullanılmaktadır.

Opsiyonun vadesi ve opsiyonun işlem fiyatı ise opsiyon sözleşmesi ile belirlenmektedir. Dayanak endeks değeri ise borsa tarafından açıklanmaktadır.

4.2.1.3 Kullanılan Opsiyon Fiyatları

Örtülü volatilitéyi hesaplamak için kullanılan fiyatlar alım ve satım fiyat kotasyonlarının orta noktası olarak hesaplanmaktadır. Bu orta noktaların

kullanılmasının 2 tane nedeni bulunmaktadır (Whaley, 1993: 81; 2000: 14). Birincisi alım ve satım fiyat kotasyonları piyasanın güncel durumunu göstermektedirler. İkincisi ise, alım ve satım fiyat kotasyonlarının orta noktasının kullanılması alım ve satım fiyat düzeyleri arasında hareket edilmesini önlemektedir.

4.2.1.4 İşlem Günü Kullanımı

VXO endeksi işlem günlerine dayalı olarak hesaplanmaktadır. Eğer opsiyonun vadeye kalan zamanı takvim gününe göre hesaplanmış olsa bu durumda bulunacak örtülü volatilité değeri takvim günü başına olacaktı. Bu durum dayanak endeksinin getirisinin varyansının hafta sonundaki (Cuma günü kapanıştan Pazartesi günü kapanışına kadar olan) değerinin diğer ardışık işlem günlerine göre 3 kat daha fazla olması anlamına gelmektedir. Bu durum ampirik olarak doğrulanmamıştır. Ancak yine de bu durumu aşmak amacıyla her bir takvim günü örtülü volatilitesi işlem günü bazına dönüştürülmüştür (Whaley, 1993: 81; 2000: 14). Bu dönüşüm aşağıdaki şekilde yapılmıştır. Öncelikle takvim günü sayısı (N_c), işlem günü (N_t) sayısına dönüştürülmüştür.

$$N_t = N_c - 2 \times \text{int}^{10} \left(\frac{N_c}{7} \right) \quad (4.1)$$

Daha sonra ise takvim günü başına volatilité (σ_c);

$$\sigma_t = \sigma_c \left(\frac{\sqrt{N_c}}{\sqrt{N_t}} \right) \quad (4.2)$$

takvim gününün karekökünün işlem gününün kareköküne oranı ile çarpılarak işlem günü başına volatilitéye (σ_t);dönüştürülmüştür.

¹⁰ int(x/y); parantez içindeki işlemin sonucunun en yakın tam sayıya yuvarlanmasıdır.

4.2.1.5 Endeksin Hesaplanması (Örtülü Volatiliteğin Ağırlıklandırılması)

VXO endeksinin oluşturulmasında aşağıdaki tabloda özellikleri belirtilen 8 tane başabaş fiyatına yakın fiyatlı opsiyon kullanılmaktadır.

Kullanılan bu opsiyonlara ilişkin parametreler; endeks seviyesinin (S) hemen altında olan (lower) işlem fiyatı, X_l (düşük işlem fiyatı); endeks seviyesi'nin hemen üstünde olan (upper) işlem fiyatı, X_u , (yüksek işlem fiyatı) olmak üzere belirlenmiştir.

VXO endeksinin hesaplamasında kullanılacak örtülü volatilitelere ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.3: VXO Hesaplamasında Kullanılacak Örtülü Volatilite Gruplarına İlişkin Bilgiler

	En Yakın Vadeli ¹¹ Opsiyon Sözleşmeleri		İkinci en Yakın Vadeli Opsiyon Sözleşmeleri	
	Alım	Satım	Alım	Satım
$X_l(<S)$	$\sigma_{c,1}^{X_l}$	$\sigma_{p,1}^{X_l}$	$\sigma_{c,2}^{X_l}$	$\sigma_{p,2}^{X_l}$
$X_u(\geq S)$	$\sigma_{c,1}^{X_u}$	$\sigma_{p,1}^{X_u}$	$\sigma_{c,2}^{X_u}$	$\sigma_{p,2}^{X_u}$

Her bir vadedeki düşük alım ve satım opsiyonları bir kategori, yüksek alım ve satım opsiyonları bir kategori olmak üzere opsiyonlar 4 kategoriye ayrılmaktadır. İlk önce 4 kategorideki opsiyonların her bir kategorisi için örtülü volatilitenin ortalaması alınmaktadır. Ortalama alınmasının nedeni ile ilgili olarak Whalley (1993: 80) tarafından yapılan açıklama; endeks hesaplaması sırasında hisse senetlerinin en son işlem fiyatları kullanıldığından, hisse senedi endeksi hesaplanması sırasında endeks kapsamında bulunan hisse senetlerinden bazılarının en son endeksin hesaplanmasından daha önceki bir zamanda işlem görmesi ve bu nedenle endeks hesaplaması sırasında fiyatlarının güncel olmama ihtimalinin olması şeklindedir. Ayrıca Whalley'e (1993: 80) göre; opsiyonlar ortalama bir hisse senedinden daha fazla

¹¹ Vadesine en az 8 gün kalmış olmalı

işlem gördüklerinden dolayı, endeks opsiyon fiyatları endeks değerinde hareketliliğe yol açar. Bu durumda alım opsiyonunun kullanılması yukarıya doğru sapmaya, satım opsiyonunun kullanılması aşağıya doğru sapmaya yol açmaktadır. Bu nedenle volatilitenin oluşturulmasında alım ve satım opsiyonlarının örtülü volatilitelerinin ortalaması kullanılmaktadır. Her bir kategori için ortalamaların alınması aşağıdaki şekildedir:

$$\sigma_1^{X_l} = \left(\frac{\sigma_{c,1}^{X_l} + \sigma_{p,1}^{X_l}}{2} \right) \quad (4.3)$$

$$\sigma_1^{X_u} = \left(\frac{\sigma_{c,1}^{X_u} + \sigma_{p,1}^{X_u}}{2} \right) \quad (4.4)$$

$$\sigma_2^{X_l} = \left(\frac{\sigma_{c,2}^{X_l} + \sigma_{p,2}^{X_l}}{2} \right) \quad (4.5)$$

$$\sigma_2^{X_u} = \left(\frac{\sigma_{c,2}^{X_u} + \sigma_{p,2}^{X_u}}{2} \right) \quad (4.6)$$

Şu an 4 tane örtülü volatilitenin değerine ulaşılmış olmaktadır. Sonraki adım ise, her bir vadedeki başabaş fiyatındaki opsiyon örtülü volatilitelerini elde etmek için, her bir vadedeki opsiyonların kendi aralarında interpolasyona tabi tutulmasıdır. Bu işlem aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$\sigma_1 = \sigma_1^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_1^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (4.7)$$

$$\sigma_2 = \sigma_2^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_2^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (4.8)$$

Son aşamada ise en yakın vade ile ikinci en yakın vadedeki örtülü volatiliteler enterpolasyona (bazen extrapolasyon) tabi tutularak 30 takvim günü [30-2xint(30/7)~işlem günü] örtülü volatilitenin elde edilmektedir. N_{t1} en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısı ve N_{t2} ikinci en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısı olmak üzere VXO endeksi aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$VXO = \sigma_1 \left(\frac{N_{t2} - 22}{N_{t2} - N_{t1}} \right) + \sigma_2 \left(\frac{22 - N_{t1}}{N_{t2} - N_{t1}} \right) \quad (4.9)$$

4.2.2 VIX Volatilite Endeksi

VIX endeksinin hesaplanması hakkında detaylı bilgi, nasıl hesaplandığı CBOE tarafından oluşturulan WIX White Paper (CBOE, 2009) adlı dokümanda anlatılmaktadır. Daha önceki bölümlerde de açıklandığı üzere VIX endeksinin hesaplanmasında herhangi bir modele dayanılmamaktadır.

4.2.2.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar

VIX endeksi S&P 500 Endeksi (SPX) üzerine yazılmış Avrupa tipi opsiyonların bilgilerine dayanılarak hesaplanmaktadır. VIX endeksi hesaplamasında 30 günlük örtülü volatilitenin elde edilmesi için en yakın vadeli ve sonraki en yakın vadeli alım ve satım opsiyonları kullanılmaktadır. Endeks hesaplamasında kullanılacak yakın vadeli opsiyonların vadesine en az bir hafta kalmış olmalıdır, bunun nedeni vadeye yakın dönemde oluşabilecek fiyatlama anomalilerini minimize etmektir. Eğer en yakın vadeli opsiyonların vadesi bir haftanın altına düşerse ikinci ve üçüncü vade döngüsündeki opsiyonlar kullanılmaktadır. VIX endeksinde beklenen volatilite, VXO endeksinde olduğu gibi sadece başabaşa yakın opsiyonların kullanım fiyatlarından değil geniş bir yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatlarından yararlanarak hesaplanmaktadır.

4.2.2.2 Modelde Kullanılan Diğer Değişkenler

VIX endeksine ilişkin hesaplamanın matematiksel dayanağı artık örtülü volatilite değil örtülü varyanstır. VIX endeksinin hesaplanması, Demeterfi vd. (1999) tarafından geliştirilen gelecekteki varyansın makul (adil) değeri kavramına dayanmakta olup, söz konusu hesaplama zararda alım ve satım opsiyonları ile faiz oranları gibi herhangi bir fiyatlama modeli ile bağlantısı olmayan piyasa değişkenleri (piyasadan elde edilen veriler) kullanılarak yapılmaktadır.

Risksiz faiz oranı olarak, dayanak opsiyonların vadesine en yakın vadeli olan, hazine bonosunun getirisi kullanılmaktadır. En yakın vadeli opsiyonlar ve sonraki (ikinci) en yakın vadeli opsiyonlar için farklı risksiz faiz oranları kullanılabilir.

Hesaplama da kullanılan en yakın ve sonraki en yakın vade döngüsü için endeks vadeli (forward-F) seviyesi belirlenmektedir. Bu seviye, alım ve satım opsiyonlarının fiyatları arasındaki farkın mutlak değerinin en düşük olduğu opsiyon sözleşmelerinin kullanım fiyatı kullanılarak bulunmaktadır.

Örtülü volatilitiyi hesaplamak için kullanılan fiyatlar alım ve satım fiyat kotasyonlarının orta noktası olarak hesaplanmaktadır.

4.2.2.3 Endeksin Hesaplanması

VIX endeksi, bir aylık varyans swap oranının herhangi bir modelden bağımsız yakınsamasını (model-free approximation) temsil etmekte olup, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

Aslında VIX endeksinin hesaplanmasının anlatıldığı CBOE (2009) yer alan formül; $VIX = \sigma \times 100$ olmak üzere,

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2 \quad (4.10)$$

şeklinde olup, doğrudan VIX endeksinin değerini elde edebilmek için aşağıdaki şekle dönüştürülmüştür.

$$VIX = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2} \quad (4.11)$$

σ = Standard sapma

T= Opsiyonun vadesine kalan süre katsayısı

F= Endeks opsiyon fiyatlarından türetilen endeksin vadeli (forward) seviyesi

K_0 = Vadeli endeks seviyesinin (F) altındaki ilk kullanım fiyatı

K_i = i'nci zararda opsiyonun kullanım fiyatı; (eğer $K_i > K_0$ ise alım ve $K_i < K_0$ ise satım; $K_i = K_0$ ise hem alım hem de satım opsiyonu)

ΔK_i = Kullanım fiyatları arasındaki fark, yani i 'nci kullanım fiyatının bir altında ve bir üstünde yer alan kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı ($\Delta K_i = (K_{i+1} - K_{i-1}) / 2$)

R = Risksiz faiz oranı (opsiyonun vadesine kadar)

$Q(K_i)$ = kullanım fiyatı K_i olan her opsiyon için alım ve satım fiyatlarının orta noktası (uzlaşma fiyatı)

VIX endeksinin hesaplanışını daha iyi bir şekilde göstermek açısından konuyu bir örnek üzerinden anlatmak faydalı olacaktır. Sözgelimi en yakın vadeli opsiyonların vadesine 12 gün, sonraki vadedeki opsiyonların vadesine 40 gün kalmış olduğunu, risksiz faiz oranının ise %1,05 olduğunu kabul edelim. VIX Endeksinin hesaplamasında kullanılan fiyatlar, seansın açılış zamanı olan sabah 8:30'da (Chicago saati) oluşan fiyatlardır. VIX Endeksi hesaplamasında daha doğru bir değer elde etmek için zaman gün olarak değil, dakika olarak dikkate alınmaktadır. Ayrıca vadeye kalan zamanın hesaplanması sırasında opsiyonların vadesinin uzlaşma günü (ayın 3. Cuma günü) seans açılışında sona erdiği kabul edilmektedir.

VIX Endeksinin hesaplanmasında vadeye kalan zaman katsayısı (T) takvim günü esasına göre hesaplanmakta olup, profesyonel opsiyon ve volatilité yatırımcıları tarafından yaygın olarak kullanılan kesinliği elde etmek amacıyla her bir gün dakikalara bölünmektedir. Bu kapsamda zaman değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$T = \frac{(M_{bugün} + M_{uzlaşma\ günü} + M_{kalan\ (diğer)\ günler})}{yıldaki\ toplam\ dakika\ sayısı} \quad (4.12)$$

$M_{bugün}$: Bugün gece yarısına kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)

$M_{uzlaşma\ günü}$: Gece yarısından, saat 08:30'a kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)

$M_{kalan\ (diğer)\ günler}$: Bugün ve anlaşma günü arasındaki dakikaların sayısı (toplamı)

Örneğimize bu formülü uygularsak, en yakın vadeli ve sonraki vadedeki opsiyonlar için hesaplanan vadeye kalan zaman katsayısı sırasıyla T_1 ve T_2 aşağıdaki şekilde hesaplanmakta olup, zaman birimi olarak takvim yılını göstermektedirler.

$$T_1 = (930 + 510 + 15.840) / 525.600 = \mathbf{0,0328767}$$

$$T_2 = (930 + 510 + 56.160) / 525.600 = \mathbf{0,1095890}$$

4.2.2.3.1 Kullanılacak Opsiyonların Belirlenmesi (1. Aşama)

Hesaplama da seçilen opsiyonlar, başabaş fiyatın (K_0) etrafında sıralanmış zararda alım ve zararda satım opsiyonları kullanılmaktadır. Hesaplama da yalnızca alış fiyatı sıfırdan farklı olan opsiyonlar kullanılmaktadır. Her bir vade ayı için alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın minimum olduğu kullanım fiyatı kullanılarak vadeli endeks seviyesi (F) belirlenmektedir.

Tablo 4.4: VIX Endeksi Hesaplamasında Yer Alacak Vadeli Endeks Seviyesi İçin Referans Kullanım Fiyatının Belirlenmesinde Kullanılacak Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

Yakın Dönem Opsiyonları				Bir Sonraki Dönem Opsiyonları			
Kullanım Fiyatı	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Fark	Kullanım Fiyatı	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Fark
.	.	.	.	.	.	.	.
850	110,25	35,80	74,45	850	168,75	62,35	106,40
860	100,35	41,25	59,10	860	150,55	71,35	79,20
870	92,65	47,95	44,70	870	138,95	82,35	56,60
880	84,55	54,75	29,80	880	127,15	91,65	35,50
890	75,05	61,15	13,90	890	118,95	99,65	19,30
900	68,15	66,95	1,20	900	110,15	109,05	1,10
910	59,05	76,35	17,30	910	99,85	121,45	21,60
920	53,45	84,25	30,80	920	90,15	133,85	43,70
930	48,75	92,55	43,80	930	82,15	144,55	62,40
940	42,60	99,65	57,05	940	73,55	155,05	81,50
950	37,85	109,30	71,45	950	64,25	166,85	102,60
.	.	.	.	.	.	.	.

Tablo-4.4'te görüldüğü üzere kullanım fiyatı 900 olan sözleşmelerde alım ve satım opsiyonu sözleşmelerinin, alım ve satım fiyatlarının ortalaması arasındaki fark minimumdur.

Vadeli endeks seviyesini hesaplamada kullanılan formül aşağıdaki şekildedir.

$$F = \text{Kullanım fiyatı} + e^{RT} \times (\text{Alım fiyatı} - \text{Satım fiyatı}) \quad (4.13)$$

Her bir vade ayı için kullanım fiyatı 900 olan alım ve satım opsiyonlarını kullanırsak, vadeli endeks seviyeleri F_1 ve F_2 şu şekilde olmaktadır.

$$F_1 = 900 + e^{(0,0105 \times 0,0328767)} \times (68,15 - 66,95) = 901,2004$$

$$F_2 = 900 + e^{(0,0105 \times 0,1095890)} \times (110,15 - 109,05) = 901,1013$$

Sıradaki aşama K_0 dediğimiz vadeli endeks seviyesinin hemen altındaki kullanım fiyatını belirlemektir. Bu örnekte her iki dönem için de $K_{0,1}=900$ ve $K_{0,2}=900$ 'dür.

K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip zararda satım opsiyonları (kullanım fiyatı $< K_0$), K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatından başlamak üzere aşağıya doğru sıralanmaktadırlar. Alış fiyatı "0" olan opsiyonlar kapsama alınmamaktadır. Aşağıda görüldüğü üzere artarda alış fiyatı "0" olan opsiyonlara ulaşıldıktan sonra, bu opsiyonların altındaki kullanım fiyatına sahip olan opsiyonlar (alış fiyatı sıfır olmasa bile) artık dikkate alınmamaktadır.

Tablo 4.5: VIX Endeksi Hesaplamasında Fiyat Bilgileri Kullanılacak Satım Opsiyonlarının Seçilmesine İlişkin Bilgiler

Kullanım Fiyatı	Alış Fiyatı	Satış Fiyatı	Dahil edilip edilmeyeceği
200	0,00	0,05	Alış fiyatı "0" olan ilk iki opsiyondan sonrakiler dikkate alınmaz
250	0,00	0,05	
300	0,00	0,05	
350	0,00	0,05	
375	0,00	0,10	Edilmez
400	0,05	0,20	Edilir
425	0,05	0,20	Edilir
450	0,05	0,20	Edilir
.	.	.	.
900	110,15	109,05	

K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip zararda alım opsiyonları (kullanım fiyatı $> K_0$), K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatından başlamak üzere yukarıya doğru sıralanmaktadırlar. Alış fiyatı "0" olan opsiyonlar kapsama alınmamaktadır. Aşağıda görüldüğü üzere artarda alış fiyatı "0" olan opsiyonlara ulaşıldıktan sonra, bu opsiyonların üzerindeki kullanım fiyatına sahip olan opsiyonlar (alış fiyatı sıfır olmasa bile) artık dikkate alınmamaktadır.

Tablo 4.6: VIX Endeksi Hesaplamasında Fiyat Bilgileri Kullanılacak Alım Opsiyonlarının Seçilmesine İlişkin Bilgiler

Kullanım Fiyatı	Alış Fiyatı	Satış Fiyatı	Dahil edilip edilmeyeceği
900	110,15	109,05	
.	.	.	
1125	0,05	0,20	Edilir
1130	0,05	0,20	Edilir
1150	0,00	0,05	Edilmez
1155	0,00	0,10	Edilmez
1160	0,00	0,05	Alış fiyatı “0” olan ilk iki opsiyondan sonrakiler dikkate alınmaz
1165	0,05	0,10	
1170	0,05	0,05	
1180	0,00	0,05	
1200	0,00	0,05	
.	.	.	

Yukarıdaki şekilde belirlenen K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip alım opsiyonları ile K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip satım opsiyonları seçilerek bunların alış ve satış fiyatlarının ortalamaları (orta noktası; (Alım alış fiyatı + Alım satış fiyatı)/2; (satım alış fiyatı + satım satış fiyatı)/2) hesaplanır. K_0 fiyatına sahip hem alım hem de satım opsiyonları alınmakta ve aşağıda da belirtildiği üzere bu opsiyonların daha önceden alım satım fiyatlarının ortalaması alınarak hesaplanmış fiyatlarının ortalaması ((alım opsiyonu fiyatı+satım opsiyonu fiyatı)/2) alınır. Örneğimizde K_0 kullanım fiyatına sahip alım ve satım opsiyonlarının orta fiyatlarının ortalaması; en yakın vade için $K_0 = (68,15+66,95)/2 = 67,55$; ikinci en yakın vade için $K_0 = (110,15+109,05)/2 = 109,60$ olarak hesaplanmıştır.

Kolaylık olması açısından her iki vadedeki belirlenen kullanım fiyatları ve kullanım fiyatları arasındaki farklar aynı alınmıştır ancak uygulamada farklı kullanım fiyatları olabilmektedir.

Tablo 4.7: VIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

Yakın Dönem Opsiyonları			Bir Sonraki Dönem Opsiyonları		
Kull. Fiyatı	Opsiyon Tipi	Ortalama Kotasyon Fiyatı	Kull. Fiyatı	Opsiyon Tipi	Ortalama Kotasyon Fiyatı
200	Satım	0,250	200	Satım	0,120
.	.	.	.	.	.
850	Satım	35,80	850	Satım	62,35
860	Satım	41,25	860	Satım	71,35
870	Satım	47,95	870	Satım	82,35
880	Satım	54,75	880	Satım	91,65
890	Satım	61,15	890	Satım	99,65
900	Alım-Satım Ort.	67,55	900	Alım-Satım Ort.	109,60
910	Alım	59,05	910	Alım	99,85
920	Alım	53,45	920	Alım	90,15
930	Alım	48,75	930	Alım	82,15
940	Alım	42,60	940	Alım	73,55
950	Alım	37,85	950	Alım	64,25
.	.	.	.	.	.
1200	Alım	0,300	1200	Alım	0,340

4.2.2.3.2 Her İki Vade Döngüsü İçin Volatilitenin Hesaplanması (2. Aşama)

Bu aşamada hesaplamada kullanılan opsiyonların her bir vade döngüsüne ilişkin volatilitesi hesaplanmaktadır. Daha önce de gösterildiği üzere (4.10 nolu) volatilité formülü şu şekildedir.

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2$$

Bu volatilité formülünden yararlanarak en yakın vadeli ve ikinci en yakın vadeli opsiyonların vadeye kalan zaman katsayıları (T_1 ve T_2) kullanılarak aşağıdaki şekilde volatiliteler elde edilmektedir.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{T_1} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_1} Q(K_i) - \frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{T_2} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_2} Q(K_i) - \frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2$$

VIX Endeksi seçilen opsiyonların fiyatlarının içerdiği bilginin bileşimidir. Bir opsiyonun VIX Endeksi değerine katkısı, ΔK ve opsiyonun fiyatı ile doğru, opsiyonun kullanım fiyatının karesi ile ters orantılıdır.

Formülde ΔK_i değerini bulmak için hesaplamada kullanılan söz konusu opsiyonun ardışığındaki (bir altındaki ve bir üstündeki) opsiyonların kullanım fiyatlarının arasındaki farkın yarısı alınır. Örneğin K_{870} için ΔK_{870} ardışığındaki K değerleriyle (yani K_{880} ve K_{860}) arasındaki farktır. Ancak en düşük veya en yüksek kullanım fiyatlı (uçtaki) opsiyonların sadece bir ardışığı olacağından, ΔK değerini bulmak için kendisi ve ardışığındakinin kullanım fiyatlarının farkı alınır.

$$\Delta K_{870} = (880-860)/2 = 10 \text{ veya } 850\text{'nin en düşük kullanım fiyatı olduğunu varsayarsak;} \\ \Delta K_{850} = (850-860) = 10$$

Örneğin en yakın dönemli 850 kullanım fiyatlı satım opsiyonunun katkısı;

$$\frac{\Delta K_{850_satım}}{K_{850_satım}^2} e^{RT_1} Q(K_{850_satım}) = \frac{10}{850^2} e^{0,0105(0,0328767)} (35,80) = 0,00001384 * \\ e^{0,000345} * 35,80 = 0,00001384 * 1,000345 * 35,80 = \mathbf{0,000496}$$

Benzer hesaplamalar tüm opsiyonlar için yapıldıktan sonra en yakın vadeli opsiyonların sonuçları toplanıp $2/T_1$ ile çarpılarak, ikinci en yakın vadeli opsiyonların sonuçları toplanıp $2/T_2$ ile çarpılarak aşağıdaki değerler elde edilir.

Tablo 4.8: VIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonların Endekse Katkısına İlişkin Bilgiler

En Yakın Vadeli Opsiyonlar				İkinci En Yakın Vadeli Opsiyonlar			
Kullanım Fiyatı	Opsiyon Tipi	Ortalama Kotasyon Fiyatı	Opsiyon Katkısı	Kullanım Fiyatı	Opsiyon Tipi	Ortalama Kotasyon Fiyatı	Opsiyon Katkısı
850	Satım	35,80	0,0002701	850	Satım	62,35	0,0007776
860	Satım	41,25	0,0003389	860	Satım	71,35	0,0009658
870	Satım	47,95	0,0004278	870	Satım	82,35	0,0011056
880	Satım	54,75	0,0004668	880	Satım	91,65	0,0010249
890	Satım	61,15	0,0004942	890	Satım	99,65	0,0011304
900	Alım-Satım Ort.	67,55	0,0000876	900	Alım-Satım Ort.	109,60	0,0000135
910	Alım	59,05	0,0005029	910	Alım	99,85	0,0011740
920	Alım	53,45	0,0003253	920	Alım	90,15	0,0009437
930	Alım	48,75	0,0003059	930	Alım	82,15	0,0007893
940	Alım	42,60	0,0002628	940	Alım	73,55	0,0007458
950	Alım	37,85	0,0001993	950	Alım	64,25	0,0006628
$2/T \sum \Delta K_i / K_i^2 e^{RT} Q(K_i)$			0,099406	$2/T \sum \Delta K_i / K_i^2 e^{RT} Q(K_i)$			0,1703352

Bundan sonraki süreçte her iki vadedeki (T_1 ve T_2) opsiyonlar için formülün diğer kısmı $(\frac{1}{T_i}(\frac{F_i}{K_0} - 1))^2$ hesaplanır.

T ve F değerleri daha önce hesaplanmış olduklarından aşağıdaki değerlere karşılık gelmektedirler.

$$T_1 = 0,0328767$$

$$T_2 = 0,1095890$$

$$F_1 = 901,2004$$

$$F_2 = 901,1013$$

En yakın vadeli opsiyonlar için:

$$\frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2 = \frac{1}{0,0328767} \left(\frac{901,2004}{900} - 1 \right)^2 = 30,41667807 * (0,998667999 - 1)^2 = 30,41667807 * (-0,00133200)^2 = 30,41667807 * 0,00000177 = \mathbf{0,00005397}$$

$$\frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2 = \frac{1}{0,1095890} \left(\frac{901,1013}{900} - 1 \right)^2 = 9,12500342 * (0,99877783 - 1)^2 = 9,12500342 * (-0,00122217)^2 = 9,12500342 * 0,00000149 = \mathbf{0,00001363}$$

Tüm bu değerler aşağıdaki formülde yerine koyularak volatilité bulunur.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{T_1} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_1} Q(K_i) - \frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2 = 0,099406 - 0,00005397 = \mathbf{0,09935215}$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{T_2} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_2} Q(K_i) - \frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2 = 0,1703352 - 0,00001363 = \mathbf{0,17032155}$$

4.2.2.3.3 VIX Endeksi Değerinin Hesaplanması (3. Aşama)

Bu aşamada, her bir vade döngüsüne ilişkin volatilité değerleri (σ_1^2 ve σ_2^2) değerleri 30 günlük vadeye sahip olacak şekilde ağırlıklandırılarak tek bir volatilité (σ^2) değeri edilir. Sonrasında σ^2 değerinin karekökü alınıp 100 ile çarpılarak VIX değeri bulunur.

$$VIX = 100 \times \sqrt{\left\{ T_1 \sigma_1^2 \left(\frac{N_{T_2} - N_{30}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right) + T_2 \sigma_2^2 \left(\frac{N_{30} - N_{T_1}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right) \right\} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}} \quad (4.14)$$

En yakın zamanlı opsiyonların vadeye kalan gün sayısı 30 günün altında, ikinci en yakın zamanlı opsiyonların vadesi 30 günün üstünde olduğunda sonuçtaki VIX değeri σ_1^2 ve σ_2^2 değerlerinin enterpolasyonunu ifade etmektedir. Her birinin ağırlığı 1 veya birden düşük olmak üzere toplam ağırlık 1'e eşit olmaktadır.

N_{T1} = En yakın vadedeki opsiyonların vadesine kalan dakika sayısı (17.280)

N_{T2} = İkinci en yakın vadedeki opsiyonların vadesine kalan dakika sayısı (57.600)

N_{30} = 30 gündeki dakika sayısı (30x1.440 = 43.200)

N_{365} = 365 gündeki dakika sayısı (365 x 1.440 = 525.600)

$$VIX = 100 \times \sqrt{\left\{ 0,0328767 \times 0,09935215 \times \left(\frac{57.600 - 43.200}{57.600 - 17.280} \right) + 0,1095890 \times 0,17032155 \times \left(\frac{43.200 - 17.280}{57.600 - 17.280} \right) \right\} \times \frac{525.600}{43.200}}$$

$$VIX = 100 \times \sqrt{\left\{ 0,0032664 \times \left(\frac{14.400}{40.320} \right) + 0,0186654 \times \left(\frac{25.920}{40.320} \right) \right\} \times 12,16667}$$

$$VIX = 100 \times \sqrt{\{0,0032664 \times 0,3571429 + 0,0186654 \times 0,6428571\} \times 12,16667}$$

$$VIX = 100 \times \sqrt{\{0,0011666 + 0,0119992\} \times 12,16667}$$

$$VIX = 100 \times \sqrt{0,0131657 \times 12,16667}$$

$$VIX = 100 \times \sqrt{0,1601830}$$

$$VIX = 100 \times 0,4002287$$

$$VIX = 40,02287$$

Örnekte kullanılan değerler sonucu elde edilen VIX Endeksi seviyesi **40,02**'dir.

4.2.3 VDAX Volatilite Endeksi

VDAX Endeksinin hesaplanmasına ilişkin bilgiler Deutsche Börse tarafından yayınlanan “Guide to the Volatility Indices of Deutsche Börse” (Deutsche Börse, 2007: 11-19) adlı dokümanda anlatılmaktadır.

Kullanılan opsiyonların fiyatlarının tek taraflı olması (sadece alım ya da sadece satım fiyatlarının mevcut olması) durumunda ya da fiyat bilgilerinin mevcut olmaması durumunda bu opsiyonlar hesaplamada dikkate alınmamaktadır. Diğer taraftan, alım satım spreadleri arasındaki farka sınırlandırma getirilmektedir.

Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli’ne (1973) göre ya da daha doğru bir ifadeyle Black (1976) tarafından güncellenen değişik versiyonuna göre Avrupa tipi vanilya opsiyonun fiyatı (orijinal halinde kullanılan dayanak varlığın kendi değeri yerine vadeli değeri kullanılarak) aşağıdaki şekilde belirlenmektedir.

$$C = e^{-rt}x(FxN(d_1) - KxN(d_2)) \quad (4.15)$$

$$P = e^{-rt}x(KxN(-d_2) - FxN(-d_1)) \quad (4.16)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{F}{K}\right)}{\sigma x \sqrt{t}} + \frac{\sigma x \sqrt{t}}{2} \quad (4.17)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma x \sqrt{t} \quad (4.18)$$

C= Alım opsiyonu Fiyatı

P= Satım opsiyonu Fiyatı

K= opsiyonun kullanım fiyatı

F=Dayanak endeksin vadeli fiyatı

t= yıllıklandırılmış vadeye kalan zaman

r= vadeye kalan zamana ilişkin risksiz faiz oranı, (sabit faiz oranı varsayımıyla)

σ =opsiyonun volatilitesi

N (...)= kümülatif normal dağılım

R finansman faktörü olarak tanımlanırsa

$$R = e^{rt} \quad (4.19)$$

Şimdi birinci ve ikinci formül aşağıdaki standardizasyonlar kullanılarak yeniden yazılacaktır.

$$v = \frac{\sigma x \sqrt{t}}{2} \quad (4.20)$$

$$c = \frac{C.R}{\sqrt{F.K}} \quad (4.21)$$

$$p = \frac{P.R}{\sqrt{F.K}} \quad (4.22)$$

$$f = \frac{F}{\sqrt{F.K}} \quad (4.23)$$

$$u = \ln(f) \quad (4.24)$$

Genelleştirilmiş bu değerlere aşağıdaki opsiyon fiyatı ilişkileri bu genelleştirilmiş değerlere uygulanabilir.

$$c = e^{+u} N\left(+\frac{u}{v} + v\right) - e^{-u} N\left(+\frac{u}{v} - v\right) \quad (4.25)$$

$$p = e^{-u} N\left(-\frac{u}{v} + v\right) - e^{+u} N\left(-\frac{u}{v} - v\right) \quad (4.26)$$

Bu dönüşümlerin kullanılması suretiyle alım ve satım opsiyonlarının fiyatı dayanak endeksin vadeli fiyatının ve volatilitenin bir fonksiyonu olarak ifade edilebilir.

$$c = f(u, v) \quad (4.27)$$

$$p = g(u, v) \quad (4.28)$$

Bu dönüştürme alım ve satım opsiyonları arasında bir simetriyi göstermektedir. Standardize edilmiş alım ve satım opsiyonlarının fiyatları özdeş hale geldikleri için u, -u haline gelir. Bu dayanak varlıktaki dalgalanmaların simetrik normal dağılımının bir sonucudur ki, bu da Black modelinin temel varsayımlarından biridir. Simetriyi kullanarak ortak opsiyon “o”nun fiyatı:

$$o(u, v) = f(u, v) \quad (4.29)$$

$$o(u, v) = g(-u, v) \quad (4.30)$$

$$o(u(t), v) = e^{+u(t)} N\left(+\frac{u(t)}{v} + v\right) - e^{-u(t)} N\left(+\frac{u(t)}{v} - v\right) \quad (4.31)$$

4.2.3.1 Kullanılan Fiyatlar

Hesaplamalarda fiyatların orta noktası kullanılmaktadır.

$$C_{ij} = \frac{C_{ij}^a + C_{ij}^b}{2} \quad (4.32)$$

$$P_{ij} = \frac{P_{ij}^a + P_{ij}^b}{2} \quad (4.33)$$

$$F_i = \frac{F_i^a + F_i^b}{2} \quad (4.34)$$

i, vadeyi; j, kullanım fiyatını, b ve a ise alım ve satım fiyatlarını göstermektedir.

Opsiyonun vadeye kalan zamanı ile örtüşen ilgili faiz oranları doğrusal enterpolasyon kullanılarak türetilmektedir. Vadeye kalan zamana (T_i) ilişkin faiz oranlarının hesaplanması; en yakın vadeli $r(T_1)$ ve ikinci en yakın vadeli $r(T_2)$ faiz oranları (EONIA ve 1 aylık EURIBOR oranları) kullanılarak kapsama alınan opsiyonların vadeye kalan zamanları dikkate alınmak suretiyle enterpolasyona tabi tutulup elde edilmektedir.

$$r_i \equiv r(T_i) = \frac{T_2 - T_i}{T_2 - T_1} r(T_1) + \frac{T_i - T_1}{T_2 - T_1} r(T_2) \quad (4.35)$$

$$T_1 \leq T_i < T_2$$

4.2.3.2 Endeksin vadeli fiyatının belirlenmesi

4.2.3.2.1 Başlangıç vadeli fiyatın belirlenmesi

Endeksin vadeli fiyatının seviyesi opsiyonların vadeye kalan zamanı kullanılarak belirlenmektedir.

Eğer DAX endeksine dayalı opsiyonun vadesine kalan zamana eşit vadeli DAX endeksine dayalı gelecek işlemleri sözleşmesi bulunması durumunda, bu gelecek sözleşmesinin fiyatlarının orta noktası vadeli endeks fiyatı olarak kullanılmaktadır. Ancak, opsiyonun vadesine denk vadeli gelecek sözleşmesi bulunmaması durumunda vadeli endeks değerinin hesaplanması iki aşamada yapılmaktadır.

İlk aşamada, herhangi bir filtreden geçirilmemiş, opsiyonun vadesine kalan zamana yakın vadeli gelecek işlemleri kullanılmak suretiyle doğrusal enterpolasyon yöntemiyle başlangıç vadeli fiyat (F') belirlenmektedir. Bu durumda DAX (spot) endeksinin seviyesi, vadesi sıfır "0" olan teorik gelecek işlemi sözleşmesi olarak varsayılmaktadır.

$$F'(T) = \frac{T_{i+1}-T}{T_{i+1}-T_i} F_i + \frac{T-T_i}{T_{i+1}-T_i} F_{i+1} \quad (4.36)$$

$$T_i \leq T < T_{i+1}$$

Eğer eğer kotasyon fiyatı girilmiş daha uzun vadeye kalan zamana sahip gelecek işlemi sözleşmesi bulunamaması nedeniyle yukarıdaki enterpolasyon işlemi mümkün olmazsa başlangıç vadeli fiyat, kullanılmaya elverişli en uzun vadeli gelecek sözleşmesi kullanılmak suretiyle ekstrapolasyon yöntemiyle belirlenecektir.

$$F'(T) = F_i x e^{rt} \quad (4.37)$$

Elverişli olan F_i en uzun vadeli gelecek sözleşmesinin orta nokta fiyatı, t opsiyonun vadesi ile gelecek sözleşmesinin vadesi arasındaki zaman, r opsiyonun ileri vadeli oranı olmak üzere,

$$r = \frac{1+r_0}{1+r_F-r_0} - 1 \quad (4.38)$$

r_0 ve r_F sırasıyla opsiyon ve gelecek işlemi sözleşmesinin vadeye kalan zamanına ilişkin faiz oranını göstermektedirler.

4.2.3.2.2 Nihai vadeli fiyatın belirlenmesi

Başlangıç vadeli fiyatın enterpolasyon ya da ekstrapolasyon yöntemiyle hesaplandığı vade ayı için son vadeli fiyat, alım satım (put call) paritesi kullanılarak opsiyon fiyatlarından elde edilmektedir. Bu amaçla aynı kullanım fiyatına sahip alım ve satım opsiyonu serilerinin çiftleri oluşturulmaktadır.

Başlangıç başabaş fiyatının altında ve üstünde dörder alım satım opsiyonu çifti belirlenmek üzere başabaş fiyatın etrafında toplam 16 opsiyon belirlenmektedir. Eğer bu aralıkta eşanlı olarak kotasyon bilgisi verilen iki çift bulunmadığında nihai vadeli fiyat ve bu nedenle güncel alt endeks değeri belirlenmemektedir. Bu durumda hali hazırda varsa mevcut endeks kullanılmaya devam edilmektedir. Eğer iki veya daha fazla opsiyon çifti varsa her bir çift aşağıdaki formülasyonda dikkate alınacaktır. Bu noktada sadece 8 kullanım fiyatı ile sınırlamadaki amaç, sıklıkla kotasyon bilgisi girilmeyen ve geniş alım satım fiyatı aralığına (spread) sahip olan opsiyon serilerini nihai vadeli fiyat hesaplamasında dışarıda tutmaktır.

$$F_i = \frac{1}{N} \sum_{A,S \text{ çifti}} (C_{ij} - P_{ij}) R_i + K_j \quad (4.39)$$

Şimdi refinansman faktörü R_i , ve vadeli fiyat F_i , her bir va de ayı için oluşturulmaktadır.

4.2.3.3 Opsiyonların Volatilitiesinin Hesaplanması

Belirli bir vadeye (vadeye kalan zamana) ilişkin nihai vadeli fiyat belirlenir belirlenmez, bu vade ile ilişkili olan ve filtrelenmemiş olan opsiyonlara ilişkin örtülü volatiliteler hesaplanmaktadır. Black modeli ya da 31 numaralı opsiyon fiyatlama formülü volatiliteler için çözülemediğinden dolayı tekrarlı denemeler (iterasyon) yoluyla çözüm sağlanmakta ve gerekli olan değer bulunmaktadır.

Hesaplama başlangıç v (standardize edilmiş volatiliteler) değeri 0,015 olarak belirlenmektedir. Standardize opsiyonun teorik fiyatı (31 numaralı formülden hesaplanmış), opsiyonun piyasa fiyatı ile karşılaştırılmaktadır. Gauss-Newton metodu uygulanmak suretiyle yeni standardize volatiliteler v_i belirlenmekte her bir ardışık deneme adımı (iterasyon) için bir önceki adımda bulunan yeni standardize volatiliteler değeri başlangıç değeri olarak kullanılmaktadır. Belirli bir kesinlik düzeyine ulaşıldığında (örneğin v_i ile v_{i+1} arasındaki fark 0,000003 olduğunda) işlem durdurularak, opsiyonun standardize volatilitiesine ulaşılmış olmaktadır. Bu değer,

neredeyse opsiyonun piyasa fiyatıyla aynı olan teorik opsiyon fiyatının hesaplanmasında esas alınan değerdir.

4.2.3.4 Alt Endekslerin Belirlenmesi

Alt endeksin (V_i) hesaplanması, ilk olarak nihai vadeli fiyatın etrafındaki ya da gelecek işlemi sözleşmesi fiyatının etrafındaki sekiz opsiyon sözleşmesinin belirlenmesini gerektirmektedir. Dört opsiyonun her birinin örtülü volatiliteleri ilgili kullanım fiyatının vadeli fiyat ya da gelecek işlem sözleşmesi fiyatına olan uzaklığına göre ağırlıklandırılmaktadır. Seçilen bu dört opsiyon, her biri aynı kullanım fiyatına sahip iki çift halinde olmalı ve bu çiftlerden biri hesaplanan nihai vadeli fiyatın altında diğeri ise üstünde olmalıdır. Volatiliteler verilerinin güncellenmesi konusunda öncelik vadeli fiyata olan mesafeye göre belirlenmektedir. Bu nedenle eğer her iki opsiyon çiftinin cari volatilitesi vadeli fiyatın üzerinde ise, bu durumda başabaş noktasına yakın olan çift seçilecektir. Bununla birlikte daha uzak olan opsiyon çiftinin volatilitesinin daha güncel bilgiyi içermesi durumunda daha uzak olan seçilmektedir (Deutsche Börse, 2007: 17).

Bu prosedürün arkasındaki gerekçe, eşit kullanım fiyatına sahip opsiyon serilerinin genellikle daha likit olmasıdır. Bu nedenle hesaplamada bu kullanım fiyatları kullanılmaktadır.

Alt endeksleri oluşturulması belirli verilerin mevcudiyetini gerektirmektedir. İlk olarak dayanak endeksin (DAX), alt endeks ile aynı vadeye kalan zamana sahip vadeli fiyatına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu fiyat endekse dayalı gelecek işlemleri sözleşmelerinden (FDAX) veya hesaplama yoluyla elde edilmektedir. Bu vadeli fiyatın etrafında başabaş noktası belirlenerek, endeks hesaplamada kullanılan dört volatiliteler değeri (opsiyonlardan elde edilen) mevcut olmalıdır. Opsiyon için en iyi alım ve en iyi satım fiyatlarının yanısıra vadeli fiyat mevcut olursa volatiliteler belirlenebilir. Eğer mevcut verilerin durumu alt endeks hesaplama süreçlerinde opsiyon volatilitesinin yeniden hesaplanmasına müsaade etmez ise o zaman en son hesaplanan değer kullanılmaya devam edilmektedir.

$$V_i = \frac{(K_h - F_i)x(V_l^{satım} + V_l^{alım}) + (F_i - K_l)x(V_h^{satım} + V_h^{alım})}{2(K_h - K_l)} \quad (4.40)$$

V_i : alt endeks i, i vadesine kalan zamana ilişkin genelleştirilmiş volatilité

F_i : i vadesine kalan zamana ilişkin vadeli fiyat ya da gelecek işlemleri sözleşmesi fiyatı

v : tekil opsiyonların volatilitesi

K : opsiyonun kullanım fiyatı

Yukarıdaki formüldeki “h” ve “l” yüksek ve düşük olan komşu kullanım fiyatlarını ifade etmektedir.

4.2.3.5 Volatilité Endekslerinin Hesaplanması

Önceki bölümlerde alt endekslere ilişkin hesaplamalara yer verilmişti. Bu alt endeksler tipik olarak sabit olan vadeye kalan zamana sahip değillerdir ve eninde sonunda vadeleri sona ermektedir.

VDAX’ın amacı sürekli olarak sabit bir vadeye kalan zamana sahip olan bir volatilité endeksi oluşturmaktır. Bunu gerçekleştirmek için gerekli olan enterpolasyon prosedürü aşağıdaki şekildedir.

Dört tane zaman noktası (t , t_a , t_b ve t_c ve ek olarak iki tane zaman periyodu (T_i ve T_{i+1}) bulunmaktadır.

$$t < t_a < t_b < t_c \quad (4.41)$$

t_a i vadesine kalan zamanı, t_c i+1 vadesine kalan zamanı ve t_b volatilité endeksinin vadeye kalan zamanı olsun. Bu durumda,

$$T_i = [t, t_a] \quad (4.42)$$

$$T = [t, t_b] \text{ (=45 gün)} \quad (4.43)$$

$$T_{i+1} = [t, t_c] \quad (4.44)$$

Her iki vade de sekiz tane mevcut endeksin içinden vadeye kalan zamanları kullanılarak tam olarak sabit vadeye kalan zamanı verecek şekilde seçilmektedir.

İlgili alt endeksler (V_i ve V_{i+1}) volatilitenin sabit olduğu ve Black modelinin uygulanabilir olduğu varsayımıyla belirlenmektedir. Bununla birlikte σ_i ve σ_{i+1} aynı değildir, eğer σ_i , σ_{i+1} 'den daha büyük olursa piyasa katılımcıları açıkça DAX endeksinde t_a 'dan t_c 'ye kadar olan periyotta t 'den t_a 'ya kadar olan periyottan daha yüksek fiyat dalgalanması beklemektedirler. Tabi burada ilave bir bilginin olmadığı ve basitleştirme adına volatilitenin dönem boyunca sabit olduğu ve volatilitenin değişikliklerinin tam olarak t_a zamanında gerçekleştiği varsayımı yapılmaktadır.

Yukarıdaki varsayımlara dayalı olarak vadeye kalan T zamanına ilişkin volatilitenin (V) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$V = \sqrt{\frac{T_{i+1}-T}{T_{i+1}-T_i} V_i^2 + \frac{T-T_i}{T_{i+1}-T_i} V_{i+1}^2} \quad (4.45)$$

Ek olarak bu yaklaşım $[t_a, t_c]$ döneminde DAX endeksinde meydana gelen fiyat dalgalanmalarının $[t, t_a]$ döneminde DAX endeksinde meydana gelen fiyat dalgalanmalarından istatistiki olarak bağımsız olduğu varsayımına maruz kalmaktadır.

Yukarıdaki formül varyansların enterpolasyonuna karşılık gelmektedir. Enterpolasyona tabi tutulan volatilitenin V (yıllık bazda) oluşturulacak volatilitenin endeksi VDAX'ı göstermektedir.

$$\sigma = 2V/\sqrt{T} \quad (4.46)$$

Endeksin vadeye kalan zaman olan T , mümkün olduğu kadar kısa olmalı çünkü en likit opsiyonlar kısa vadeli opsiyonlardır, diğer taraftan belirli vadeler arasındaki zorunlu geçiş de ekstrapolasyona gerek bırakmamalıdır. Bu yüzden 45 takvim günü bu iki koşulu sağlamaktadır.

4.2.4 VDAX-New Volatilitenin Endeksi

VDAX Endeksinde olduğu gibi, VDAX-New Endeksinin hesaplanmasına ilişkin bilgiler Deutsche Börse tarafından yayınlanan “Guide to the Volatility Indices of

Deutsche Börse (Deutsche Börse, 2007: 20-25)” adlı dokümanda anlatılmaktadır. VDAX-New Endeksinin hesaplanmasında herhangi bir modele dayanılmamaktadır.

4.2.4.1 Dayanak Varlık ve Kullanılan Opsiyonlar

VDAX-New Volatilite endeksi DAX Endeksi üzerine yazılmış başabaş ve zararda opsiyonların varyansı kullanılarak hesaplanmaktadır.

VDAX endeksinin hesaplanmasında olduğu gibi, VDAX-New Endeksinin hesaplanması sırasında da kullanılan opsiyon verileri iki filtrelemeden geçirilmektedir. İlk olarak, kullanılan opsiyonların fiyatlarının tek taraflı olması (sadece alım ya da sadece satım fiyatlarının mevcut olması) durumunda ya da fiyat bilgilerinin mevcut olmaması durumunda bu opsiyonlar hesaplamada dikkate alınmamaktadır. İkinci olarak, alım ve satım kotasyonları arasındaki fark (spred) belirlenmiş sınırlamalar (alım fiyatının yaklaşık %10'u¹²) içerisinde değilse bu opsiyonlar hesaplamada dikkate alınmamaktadır.

4.2.4.2 Kullanılan Opsiyon Fiyatları

Örtülü volatilitiyi hesaplamak için kullanılan fiyatlar filtrelerden geçmiş opsiyonlara ilişkin en iyi alım ve en iyi satım fiyat kotasyonlarının orta noktası (Orta fiyat) olarak hesaplanmaktadır.

Fiyat bilgisi seçiminde, önceki günkü uzlaşma fiyatı, orta fiyat ve en son işlem fiyatından en güncel olanı kullanılmaktadır.

Bir diğer filtreleme de, kullanılan fiyatların (Uzlaşma fiyatı, Orta fiyat, En son işlem fiyatı), minimum değer olarak kabul edilen 0,5 endeks puanından daha az olmamasıdır. Eğer farklı kullanım fiyatlarına ve minimum değer olan 0,5 endeks

¹² Olağandışı durumlarda Eurex piyasa yapımcıların daha fazla alım satım farkı oluşturmalarına müsaade edebilir. Bu durumda alım fiyatının %10'undan daha yüksek sınırlama belirlenebilir.

puanına tam olarak eşit orta fiyatlara sahip iki veya daha fazla opsiyon varsa, sadece başabaş noktasına en yakın olanı dikkate alınır. Böylelikle, oldukça fazla zararda olan opsiyonların ve hesaplama sonucu üzerinde etkisi olmayan opsiyonları dışarıda tutmak ve hesaplamada dikkate almamak amaçlanmaktadır.

4.2.4.3 Endeksin Hesaplanması

VDAX-New Endeksinin hesaplanması kapsamında alt endeksler aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$VDAX - New_i = 100x \sqrt{\sigma_i^2} \quad (4.47)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{2}{T_i} x \sum \frac{\Delta K_{i,j}}{K_{i,j}^2} x R_i x M(K_{i,j}) - \frac{1}{T_i} \left(\frac{F_i}{K_{i,0}} - 1 \right)^2 \quad i = 1, 2, \dots, 8 \quad (4.48)$$

σ = Standard sapma

T_i = i'nci opsiyonun vadesine kalan zaman

F_i = i'nci opsiyon fiyatlarından¹³ türetilen endeksin vadeli (forward) seviyesi

$$F_i = K_{\min|C-P|} + R_i x (C - P) \quad (4.49)$$

$K_{i,0}$ = Vadeli endeks seviyesinin (F_i) altındaki ilk kullanım fiyatı

K_{ij} = her ikisi de artan sıralı olmak üzere i'nci vade ayına ilişkin j'nci zararda opsiyonun kullanım fiyatı; (eğer $K_i > K_0$ ise alım ve $K_i < K_0$ ise satım; $K_i = K_0$ ise hem alım hem de satım opsiyonu)

ΔK_{ij} = Kullanım fiyatları arasındaki fark, yani i'nci kullanım fiyatının bir altında ve bir üstünde yer alan kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı

¹³ Alım ve satım opsiyonu fiyatları arasındaki farkın mutlak değerinin minimum olduğu opsiyonlar kullanılır. Açık bir minimum fiyat bulunmadığı takdirde ilgili vadeli fiyatların ortalaması kullanılır.

$$\Delta K_{ij} = (K_{i,j+1} - K_{i,j-1}) / 2 \quad (4.50)$$

R_i = i'nci opsiyon için yeniden finansman faktörü

$$R_i = e^{r_i \times t_i} \quad (4.51)$$

r_i = Risksiz faiz oranı (i'nci opsiyonun vadesine kadar)

$M(K_{i,j})$ = K_{ij} opsiyonunun fiyatı kullanım fiyatı $K_{i,j}$ olan her opsiyon için alım ve satım fiyatlarının orta noktası ($K_{ij} \neq K_{i0}$ olmak üzere)

$M(K_{i,0})$ = K_{i0} kullanım fiyatındaki alım ve satım opsiyonunun fiyatlarının ortalaması

Alt endeksler vadelerine iki gün kalana kadar hesaplanmaktadır. Her yeni alt endeks ilgili DAX endeksi opsiyonlarının ikinci işlem gününde (genellikle Salı günü) yayınlanmaya başlanmaktadır.

4.2.4.3.1 i'nci Vade Ayı İçin Vadeye Kalan Zamanın (T_i) Belirlenmesi

$$T_i = \frac{(T_{uzlaşma-hesaplama})}{T_{yıl}} \quad (4.52)$$

$T_{uzlaşma - hesaplama}$: Endeksin hesaplanması ile uzlaşma zamanı arasındaki saniyelerin (toplamı)

$T_{yıl}$: Bir yıldaki saniyelerin (toplamı)

Örnek verecek olursak, vadesi ($i=1$) 17 Aralık 2014 saat 13:00 olan opsiyon serisinin 25 Kasım 2014 saat 11:00'de yapılan vadeye kalan zaman hesaplaması aşağıdaki gibidir.

$$T_1 = \frac{1.908.000}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,0605022831$$

4.2.4.3.2 *Risksiz Faiz Oranının Belirlenmesi*

Kullanılan faiz oranı (r_i) enterpolasyona tabi tutularak hesaplanacak volatilité endeksinin vadesine ilişkin risksiz faiz oranı bulunmaktadır.

$$r_i \equiv r(T_i) = \frac{T_2 - T_i}{T_2 - T_1} r(T_1) + \frac{T_i - T_1}{T_2 - T_1} r(T_2) \quad (4.53)$$

$$T_1 \leq T_i < T_2$$

Örnek

$$T_1 = \%2,05 \text{ (EONIA)}$$

$$T_2 = \%2,18 \text{ (EURIBOR, 1 aylık)}$$

$$T_i = \%2,14$$

Yeniden finansman faktörü bu durumda

$$R_1 = e^{r_i \times t_i} = 1,001298$$

4.2.4.3.3 *Vadeli Fiyat ve Kullanım Fiyatının Belirlenmesi*

Her bir vade dönemi (i) için o vadedeki alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın mutlak değerinin minimum olduğu kullanım fiyatı kullanılarak vadeli endeks seviyesi (F_i) belirlenmektedir.

Tablo 4.9: VDAX New Endeksi Hesaplamasında Vadeli Endeks Seviyesinin Belirlenmesinde Kullanılan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

1'nci Vade Ayına İlişkin Opsiyonlara İlişkin Bilgiler (i=1)			
Kullanım Fiyatı	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Fark
3.800	230,20	0,40	229,80
3.850	210,25	15,80	194,45
3.900	190,35	31,25	159,10
4.000	172,65	57,95	114,70
4.050	154,55	74,75	79,80
4.100	135,05	91,15	43,90
4.150	118,15	116,75	1,40
4.200	99,05	136,35	37,30
4.250	73,45	154,25	80,80
4.300	58,75	172,55	113,80
4.350	32,60	199,65	167,05
4.350	17,85	219,30	201,45
4.400	0,30	238,45	238,15

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere kullanım fiyatının 4.150 olduğu opsiyonda alım ve satım opsiyonları arasındaki fark minimumdur.

Birinci vade ayına ilişkin endeks vadeli değeri aşağıdaki şekilde bulunmaktadır.

$$F_1 = K_{\min|C-P|} + R_i x (C_i - P_i)$$

$$F_1 = 4.150 + 1,001298x(168,15 - 166,75)$$

$$F_1 = 4.151,401817$$

Eğer minimum farka sahip birden fazla alım ve satım opsiyonu çifti olması halinde, her bir kullanım fiyatı için vadeli endeks değeri hesaplanır. Kullanım Fiyatı ($K_{i,0}$) olarak bu vadeli fiyatların ortalamasının altında olan en yakın kullanım fiyatı seçilir.

4.2.4.3.4 Opsiyon fiyatlarının belirlenmesi

Alt endeksin hesaplamasında kullanılacak i 'nci vadeye ait j 'inci zararda opsiyona ilişkin fiyat $M(K_{i,j})$ aşağıdaki şekilde belirlenmektedir.

$$M(K_{i,j}) = \begin{cases} \text{Satım} & : K_{i,j} < K_{i,0} \\ (\text{alım} + \text{Satım})/2 & : K_{i,j} = K_{i,0} \\ \text{Alım} & : K_{i,j} > K_{i,0} \end{cases}$$

Alt endeksin hesaplandığı vadeye ilişkin K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip zararda satım opsiyonları (kullanım fiyatı $< K_0$), K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatından başlamak üzere aşağıya doğru sıralanmaktadır. Sonrasında, K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip zararda alım opsiyonları (kullanım fiyatı $> K_0$), K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatından başlamak üzere yukarıya doğru sıralanmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere sıralanan bu fiyatlardan 0,5 endeks puanının altında olanlar hesaplama dahil edilmemektedir.

Tablo 4.10: VDAX New Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

Kullanım Fiyatı, $K_{i,j}$	$\Delta K_{i,j}$	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Alım-Satım	$M(K_{i,j})$	$\frac{\Delta K_{i,j}}{K_{i,j}^2} R_i \times M(K_{i,j})$	Hesaplamaya dahil edilir mi?
3.800	50	230,20	0,40	229,80	0,40		Edilmez
3.850	50	210,25	135,80	74,45	135,80	0,0004586820	Edilir
3.900	50	200,35	141,25	59,10	141,25	0,0004649354	Edilir
4.000	50	192,65	147,95	44,70	147,95	0,0004629439	Edilir
4.050	50	184,55	154,75	29,80	154,75	0,0004723392	Edilir
4.100	50	175,05	161,15	13,90	161,15	0,0004799499	Edilir
4.150	50	168,15	166,75	1,40	167,45	0,0004867683	Edilir
4.200	50	159,05	176,35	17,30	159,05	0,0004514072	Edilir
4.250	50	153,45	184,25	30,80	153,45	0,0004253264	Edilir
4.300	50	148,75	192,55	43,80	148,75	0,0004027666	Edilir
4.350	50	142,60	199,65	57,05	142,60	0,0003772892	Edilir
4.350	50	137,85	209,30	71,45	137,85	0,0003647217	Edilir
4.400	50	0,30	238,45	238,15	0,30		Edilmez
					Toplam	0,0048471297	

Yukarıdaki şekilde belirlenen K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip alım opsiyonları ile K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip satım opsiyonları seçilerek bunların alış ve satış fiyatlarının ortalamaları [orta noktası; (Alım alış fiyatı

+ Alım satış fiyatı)/2; (satım alış fiyatı + satım satış fiyatı)/2] hesaplanır. K_0 fiyatına sahip hem alım hem de satım opsiyonları alınmakta ve aşağıda da belirtildiği üzere bu opsiyonların daha önceden alım satım fiyatlarının ortalaması alınarak hesaplanmış fiyatlarının ortalaması ((alım opsiyonu fiyatı+satım opsiyonu fiyatı)/2) alınır.

$$K_0 = (168,15+166,75)/2 = 167,45$$

4.2.4.4 Alt Endeks Değerinin Hesaplanması

Alt volatilité endeksi 4.47 ve 4.48 nolu formüller kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{0,0605022831} x 0,0048471297 - \frac{1}{0,0605022831} \left(\frac{4.151,401817}{4.150} - 1 \right)^2$$

$$\sigma_1^2 = 0,1602277613$$

$$VDAX - New_1 = 100x\sqrt{0,1602277613}$$

$$VDAX - New_1 = 100x0,4002846$$

$$VDAX - New_1 = 40,02846$$

Her bir vade için yukarıdaki şekilde bir alt endeks hesaplanmaktadır. Bu alt endeksler hesaplandıktan sonra ana volatilité endeksi olan VDAX New endeksinin hesaplanmasına geçilmektedir.

4.2.4.5 VDAX New Endeks Değerinin Hesaplanması

Her biri farklı vadeye kalan zamanlara sahip olan alt volatilité endekslerinden farklı olarak, ana volatilité endeksi VDAX New Endeksi sürekli olarak 30 günlük vadeye kalan sabit bir zamana sahiptir. Bu aşamada bu endeksin hesaplanması da VDAX Endeksinin hesaplanmasına benzer şekilde yapılmaktadır. VDAX New

Endeksi, 30 günlük vadeye kalan zamana en yakın alt endekslerin enterpolasyonu yoluyla hesaplanmaktadır. Eğer 30 günlük vadeye kalan zamana en yakın iki alt endeks enterpolasyona müsait olmaz iseler bu durumda extrapolasyon yöntemi de kullanılabilir.

$$VDAX\ New = 100 \times \sqrt{\left\{T_i \times \sigma_i^2 \times \left(\frac{N_{T_{i+1}} - N_T}{N_{T_{i+1}} - N_{T_i}}\right) + T_{i+1} \times \sigma_{i+1}^2 \times \left(\frac{N_T - N_{T_i}}{N_{T_{i+1}} - N_{T_i}}\right)\right\} \times \frac{N_{365}}{N_T}} \quad (4.54)$$

$$VDAX\ New = 100 \times \sqrt{\left\{T_i \times VDAX - N_i^2 \times \left(\frac{N_{T_{i+1}} - N_T}{N_{T_{i+1}} - N_{T_i}}\right) + T_{i+1} \times VDAX - N_{i+1}^2 \times \left(\frac{N_T - N_{T_i}}{N_{T_{i+1}} - N_{T_i}}\right)\right\} \times \frac{N_{365}}{N_T}}$$

N_{Ti} = i'nci vade ayındaki opsiyonların vadeye kalan zamanı

N_{Ti+1} = i+1'inci vade ayındaki opsiyonların vadeye kalan zamanı

N_T = gelecekteki x gündeki zaman (x=30)

N_{365} = standart bir yıldaki zaman

4.3 Volatilite Endeksinin Oluşturulma Biçimi

4.3.1 Volatilite Endeksi Hesaplamasına Konu Olacak Finansal Araçlar

Önceki bölümlerde detaylı olarak açıklandığı üzere, volatilite endeksi oluşturmak için kullanılmakta olan 2 temel metodoloji bulunmaktadır. Bunlardan ilki, opsiyon fiyatlama modelini kullanarak örtülü volatilitenin elde edilmesini sağlayan modele dayalı metodolojidir. Modele dayalı metodoloji kullanıldığında başabaşa yakın opsiyonlar kullanılmaktadır. Daha açık bir ifade ile, bu yaklaşımda iki farklı vadeye

kalan zamanı (vade döngüsü) olan, başabaşın altında ve üstünde opsiyon çiftleri¹⁴ (alım ve satım)¹⁵ kullanılmaktadır. Diğer metodoloji ise öncekine göre uygulanması açısından daha basit olan ve volatilité endeksi türevlerinin fiyatlanmasına imkan veren modelden bağımsız metodolojidir. Modelden bağımsız metodolojide volatilité endeksi hesaplamada hem başabaş hem de zararda opsiyonlar olmak üzere daha geniş bir opsiyon grubunun fiyatlarından faydalanılmaktadır.

Diğer taraftan, genellikle volatilité endeksi hisse senedi piyasası üzerine oluşturulan opsiyon sözleşmelerinin fiyat bilgileri kullanılarak hesaplanmaktadır. Ancak uygulamada, başka dayanak varlığı dayalı olarak oluşturulan opsiyon sözleşmelerinin bilgilerinden yararlanılarak da volatilité endeksi oluşturmak söz konusudur. Örnek vermek gerekirse, borsa yatırım fonları ve hisse senedi piyasası endeksi gelecek işlemleri üzerine oluşturulan opsiyon sözleşmeleri kullanılmak suretiyle de volatilité endeksleri oluşturulabilmektedir.

Volatilité endeksi oluşturmak için en yakın vade ve ikinci en yakın vade döngüsüne sahip opsiyonlar kullanılmaktadır. Ancak en yakın vade döngüsüne sahip opsiyonların vadeye kalan gün sayısının belli bir sayıdan az olması halinde, işlem hacmi yoğunluğundan kaynaklanan sapmaları önlemek amacıyla ikinci ve üçüncü vade dönüşündeki opsiyonlar kullanılmaktadır. Gelişmiş piyasalarda vadelerine 8 gün ya da 1 hafta kalan birinci vadedeki opsiyonlar artık volatilité endeksi hesaplamalarında dikkate alınmazken, diğer piyasalarda bu süre iki güne kadar düşmekte, hatta Yunanistan piyasasındaki üçüncü vade döngüsündeki opsiyonların fiyatı oluşmadığından Siripoulos ve Fassas (2008a) tarafından, ilk vade döngüsündeki opsiyonlar vade tarihine kadar hesaplamada kullanılmışlardır.

Skiadopoulos (2004), modele dayalı olarak Yunanistan volatilité endeksini (GVIX) hesaplarken, VXO Endeksi hesaplamasında kullanılan 8 opsiyon sözleşmesi yerine, en yakın 2 vadenin her biri için 2 opsiyon sözleşmesi olmak üzere, 4 opsiyon sözleşmesi kullanmıştır. Ek olarak Skiadopoulos (2004: 1188) tarafından yapılan

¹⁴ VXO endeksinin hesaplanmasında 8 opsiyon çifti kullanılmaktadır. Diğer ülkelerde veya piyasalarda piyasanın likiditesine bağlı olarak bu sayı düşmektedir.

¹⁵ Fransa'nın modele dayalı volatilité endeksinde sadece alım opsiyonları kullanılmıştır.

hesaplamada; her bir vade için sadece ilk zarardaki alım ve ilk zarardaki satım opsiyonunun fiyatları dikkate alınmakta, doğrusal enterpolasyon yöntemi ile başabaş opsiyonun örtülü volatilitesi hesaplanmakta ve sürekli 30 günlük örtülü volatiliteler elde edilmektedir. Skiadopoulos bu işlemi yaparken, alım satım paritesinin (put-call parity) geçerli olması durumunda zararda (karda) satım opsiyonunun karda (zararda) alım opsiyonu ile aynı örtülü volatilitelere sahip olduğu varsayımından hareket etmektedir.

Siripoulos ve Fassas (2008a) tarafından Yunanistan piyasası¹⁶ için yapılan çalışmada, yeteri kadar opsiyon için fiyat bilgisi oluşmadığında, çoğu zaman hesaplamada doğrudan kullanılmadıkları için örtülü volatiliteler endeksinin değerini etkilemeyen aşırı kardaki opsiyonların teorik fiyatı hesaplanmıştır.

Güney Afrika Vadeli İşlemler Borsası SAFEX'deki likidite kısıtı nedeniyle, SAVI volatiliteler endeksinin hesaplamasında sadece başabaş opsiyonların fiyatları kullanılmıştır.

Dowling ve Muthuswamy (2003) tarafından Avustralya volatiliteler endeksi AVIX hesaplanırken gerekli olan sekiz adet opsiyon sözleşmesinin belirli günlerde olmaması durumunda, aynı sınıf opsiyonun önceki günden kalan örtülü volatilitesi ikame olarak kullanılmıştır.

4.3.2 Volatiliteler Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Parametreler

Örtülü volatiliteler endeksi oluşturulmasında kullanılan parametrelere ilişkin bilgiler, seçilmiş bazı örtülü volatiliteler endeksleri dikkate alınarak aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

¹⁶ Yunanistan opsiyon piyasasında likidite ve derinlik yetersizliği nedeniyle en yakın vade ve sonraki vadedeki üç opsiyon çifti (başabaş, başabaş altı ve başabaş üstü) için piyasa yapıcılığı sistemi uygulanmıştır.

Tablo 4.11: Belli Başlı Volatilite Endekslerinin Hesaplamasında Kullanılan Parametre Bilgileri

Endeks	Vade*	Dayanak	Model	Opsiyon Fiyatları	Risksiz Faiz Oranı	Opsiyon Filtreleri
VDAX	45	Başabaş DAX opsiyonları	Black (1976)	Orta nokta	Doğrusal enterpolasyon: EONIA, Euribor	Başabaş alım ve satım opsiyonları, fiyat filtresi var
VXO	30	Başabaş S&P 100 opsiyonları	Black-Scholes (1973)	Orta nokta	Vadeye yakın bononun bileşik getirisi	Başabaş alım ve satım opsiyonları, fiyat filtresi var
VDAX New	30	Başabaş ve zararda DAX opsiyonları	Yok	Orta nokta	Doğrusal enterpolasyon: EONIA, Euribor	Başabaş ve zararda alım ve satım opsiyonları, fiyat filtresi var
VIX	30	Başabaş ve zararda S&P 500 opsiyonları	Yok	Orta nokta	Vadeye yakın bononun bileşik getirisi	Başabaş ve zararda alım ve satım opsiyonları, fiyat filtresi var

*Takvim günü

4.3.2.1 Kullanılacak Fiyatlar ve Endeks Değeri

Volatilite endekslerinin oluşturulması sırasında örtülü volatilite değerlerinin elde edilmesi amacıyla hesaplama dahil edilen opsiyon sözleşmelerinin fiyatları kullanılmaktadır. Ancak volatilite endekslerinin hesaplanacağı piyasalardaki opsiyon piyasalarının işlem hacmi ile genişlik ve derinlik gibi piyasa likiditesini de gösteren piyasa değişkenleri dikkate alınarak hangi fiyatların kullanılacağı ya da kullanılmaya elverişli olduğu kararı verilmektedir. Diğer taraftan volatilite endeksinin hesaplanma frekansı da (gün içi, günsonu) kullanılan opsiyon fiyat bilgisinin seçimini etkileyecek diğer bir unsurdur. Zira likiditesi ve işlem hacmi yoğun piyasalarda volatilite endeksi gün içi veriler kullanılmak suretiyle gün içinde sürekli olarak hesaplanmaktadır.

Günlük olarak hesaplanan volatilite endekslerinin opsiyonların kapanış (günlük uzlaşma) fiyatlarından hesaplanması uygulamada ve finans literatüründe oldukça yaygın bir uygulamadır (Gonzales-Perez ve Novales, 2011: 186). Ayrıca, alım ve satım fiyat kotasyonlarının ortalaması ve son işlem fiyatları da volatilite endeksi hesaplanmasında dikkate alınmaktadır. Skiadopoulos'a (2004: 1189) göre, özel bir algoritma yoluyla hesaplanan günlük uzlaşma fiyatları kullanılarak volatilite endekslerinin hesaplanması, bu endeksleri olası manipülasyonun etkilerine karşı daha korunaklı yapmaktadır. Diğer taraftan, Whaley (1993: 81; 2000: 14), alım satım

kotasyonlarının orta noktaların kullanılması; alım ve satım fiyat kotasyonlarının piyasanın o anki güncel durumunu gösterme ile işlem sırasında oluşan alım ve satım fiyat düzeyleri arasında hareket edilmesini önleme gibi iki avantajı olduğunu ileri sürmektedir. İlave olarak, Dowling ve Muthuswamy (2003: 9), alım ve satım kotasyonlarının orta noktalarının kullanılmasının oluşacak yalancı negatif otokorelasyon ve işlem görmeme gibi durumların olumsuz etkilerini giderdiğini ileri sürmektedir. Genellikle gün içi volatilité endeksleri hesaplamasında ise, alım ve satım kotasyonlarının orta noktası (ortalaması) kullanılmaktadır. Hesaplanan volatilité endekslerinde kullanılan fiyatlar çoğu zaman benzerlik gösterse de piyasalara göre farklılık arz etmektedir.

Siripoulos ve Fassas (2008a: 8) Yunanistan hisse senetleri piyasası için, modelden bağımsız farklı bir volatilité endeksi olan GRIV endeksini oluşturulurken Yunanistan opsiyon piyasasının likit olmaması, işlem hacminin düşük olması ve kapanış fiyatlarının son işlem fiyatından ziyade bir algoritmaya dayalı olarak hesaplanmaları nedeniyle manipölasyona daha az açık olmalarından dolayı kapanış fiyatlarını kullanmışlardır. Skiadopoulos (2004) tarafından GVIX endeksinin hesaplanmasında ayrı ayrı olarak hem alım satım fiyatlarının ortalaması hem de uzlaşma fiyatları kullanılmıştır.

Hindistan volatilité endeksinin hesaplanmasında alım ve satım opsiyonlarının fiyat kotasyonlarının orta noktaları kullanılmıştır. Bu endeksin hesaplanmasında VIX endeksi metodolojisi, NIFTY opsiyon sözleşmelerinin işlem defterlerinde kübik spline vb. düzeltmeler yapılmak suretiyle kullanılmıştır (White Paper India VIX: 4-5).

Yine volatilité endeksi hesaplamalarında hisse piyasası endeksinin spot değeri (VXO, VIX volatilité endekslerinde olduğu gibi) ya da vadeli endeks değeri (India VIX, VHSI, VDAX gibi) kullanılmaktadır. Endeks vadeli değerinin hesaplanmasında hesaplamada kullanılacak opsiyonların vadesine uygun endeks üzerine gelecek işlemleri sözleşmesi varsa bu sözleşmelerin değeri vadeli endeks değeri olarak kullanılmakta, yoksa vadeli endeks değeri hesaplanmaktadır.

4.3.2.2 Volatilite Endeksinin İçerdiği Volatilitenin Vadesi

Volatilite endeksi sürekli olarak belirli bir sabit vadedeki örtülü volatilitmeyi ölçmektedir. Sabit vade seçilmesinin nedeni vadeye kalan zaman değıştikçe volatilitenin zamanla değışmesidir. Uygulamada ana örtülü volatilite endeksleri¹⁷ için genel kabul gören vade genellikle 30 gündür. Ancak sabit 45 günlük ve üç aylık örtülü volatilitmeyi ölçen volatilite endeksleri de bulunmaktadır.

VXO, VIX, VDAX-New, VSTOXX gibi belli başlı volatilite endekslerinin yanı sıra diğer volatilite endekslerinin bir çoğı 30 günlük örtülü volatilitmeyi göstermektedir. Bununla birlikte VDAX volatilite endeksi 45 günlük örtülü volatilitmeyi ölçmektedir.

Dowling ve Muthuswamy (2003: 11), Avustralya piyasası için S&P/ASX opsiyonlarının 3 aylık vade döngüsüne sahip olmaları nedeniyle 3 aylık vade döngüsünden kaynaklanan muhtemel hesaplama problemlerini dolanmak için, tipik olarak vadesine 22 işlem günü kalmış AVIX endeksinin yanı sıra, 66 işlem günlük AVIX endeksini de hesaplamışlardır.

Güney Afrika volatilite endekslerinden SAVI endeksi (Siriopoulos ve Fassas, 2009: 9) ve yeni volatilite endeksi New SAVI endeksi sürekli sabit vadeye kalan gün sayısı üç (3) aylık örtülü volatilitmeyi ölçmektedir (Lopez ve Navarro, 2012: 11911).

4.3.2.3 Kullanılan Faiz Oranları

Volatilite endekslerinin oluşturulması sırasında kullanılan parametrelerden biri de risksiz faiz oranıdır. Uygulamada faiz oranı olarak VXO, VIX volatilite endekslerinde olduğu üzere opsiyonların vadesi ile uyumlu tahvil ve bononun bileşik getirisi kullanılabildiğı gibi, diğer bazı volatilite endekslerinin oluşturulmasında;

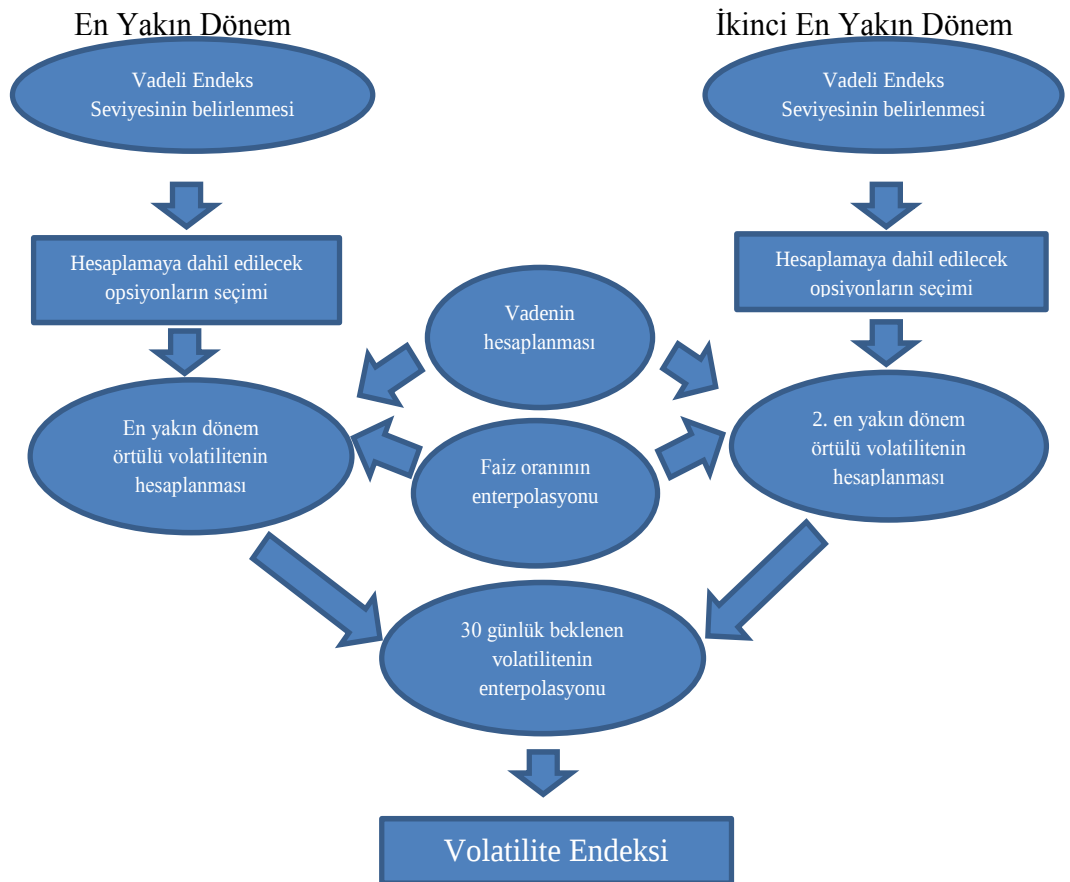
¹⁷ Bazı piyasalarda alt endeksler, birden fazla volatilite endeksinin bulunduğu diğer bazı piyasalarda ise ana endeksin dışındaki endeksler bir hafta ile 2 yıla kadar örtülü volatilitmeyi ölçebilmektedir.

gecelik, 1 aylık vadeden 12 aylık vadeye kadar ve 2 yıl vadeli gibi değişik faiz oranları enterpolasyona tabi tutulmak suretiyle, hesaplamada kullanılan opsiyonların vadeye kalan zamanına uygun faiz oranları elde edilmektedir.

4.4 Türkiye Volatilite Endeksinin Oluşturulma Biçimi

Türkiye volatilite endeksinin oluşturulmasına geçmeden önce, genelde kullanılan ve Türkiye volatilite endeksinin oluşturulmasında kullanılan volatilite endekslerinin (özellikle modele dayalı olmayan) oluşturulma süreci aşağıda şematik olarak gösterilmektedir.

Şekil 4.1: Volatilite Endeksi Oluşturma Süreci



4.5 Türkiye Volatilite Endeksinde (TRVIX) Kullanılan Parametreler ve Endeksin Hesaplanması

Son dönemde hesaplanan volatilite endekslerinin herhangi bir modele dayalı olmadan oluşturulmaları ve modele dayalı olmayan volatilite endekslerinin hesaplanmalarının daha basit ve bu endekslerin daha kullanışlı olmaları nedeniyle Türkiye volatilite endeksinin herhangi bir modele dayalı olmadan hesaplanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

4.5.1 Türkiye Volatilite Endeksi Hesaplamasında Kullanılan Parametreler

4.5.1.1 Dayanak Varlık Kullanılan Opsiyon Sözleşmeleri

TRVIX endeksi, Bist 30 Endeksi üzerine yazılmış başabaş ve zararda opsiyonların fiyat bilgileri kullanılarak hesaplanmaktadır.

Volatilite endeksi hesaplamasında en yakın (birinci vade dönemi) ve sonraki vadeye (ikinci vade dönemi) ilişkin opsiyonlar kullanılmaktadır. Ancak fiyat anomalilerinden kaçınmak amacıyla en yakın vadenin belirli bir zaman diliminin altına düşmesi halinde, hesaplamada birinci ve ikinci vade dönemindeki opsiyonlar yerine ikinci ve üçüncü vade dönemindeki opsiyonlar kullanılmaktadır. Bu nedenle sağlıklı hesaplama yapılması için ilk üç vade dönemine ilişkin opsiyonların fiyatının oluşması gerekmektedir.

Borsa İstanbul opsiyon piyasası ilk işleme açıldığında vade döngü ayları Mart, Haziran, Eylül ve Aralık ayları olarak belirlenmiştir. Belirli bir zamanda içinde bulunulan ay, takip eden ay ile takip eden döngü ayına ait olmak üzere üç opsiyon sözleşmesi aynı anda işlem görmektedir. Dolayısıyla, birinci vade döngüsü içinde bulunulan ay, ikinci vade döngüsü sonraki ay, üçüncü vade döngüsü ise üçüncü

dördüncü veya beşinci aylardan biri olmaktadır. Ancak 19.07.2013 tarih ve 433 sayılı VİOP Genelgesi ile vade döngü ayları Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık ayları olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni, gelecek işlemleri sözleşmelerinin VOB bünyesinden Borsa İstanbul bünyesine taşınması ve gelecek işlemleri sözleşmelerinin vade döngü ayları ile opsiyon sözleşmeleri vade döngü aylarının uyumlaştırılmasının amaçlanmasıdır. Söz konusu değişiklik sonrasında opsiyon VİOP'ta aynı anda, içinde bulunulan aya en yakın üç vade ayına ait sözleşmeler işlem görmektedir. Bu üç vade ayından biri Aralık değilse, Aralık vade ayı ayrıca işleme açılmaktadır. Bu durumda, belirli bir anda birinci, üçüncü ve beşinci ya da ikinci, dördüncü ve altıncı aylara ait sözleşmeler işleme açılmakta bu aylardan biri aralık değilse Aralık ayı da içinde bulunulan aya uzaklığına göre sıralamaya dahil edilmektedir.

Bu kapsamda Türkiye için hesaplanan volatilité endeksi hesaplanırken ilk iki vadeye ait opsiyon sözleşmeleri hesaplamaaya dahil edilmiştir. İlk vade ayına ait opsiyon sözleşmeleri vadeden önceki güne kadar hesaplamada kullanılmıştır. Volatilité endeksi hesaplanan döneme ilişkin olarak belirli bir anda işleme açık opsiyon sözleşmelerinin vade aylarına ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 4.12: TRVIX Endeksi Hesaplama Dönemi İtibariyle VİOP'ta İşlem Gören Opsiyon Sözleşmelerinin Vade Ayları

Aylar	1. Vade Döngüsü	2. Vade Döngüsü	3. Vade Döngüsü	4. Vade Döngüsü
2013 Nisan	2013 Nisan	2013 Mayıs	2013 Haziran	
2013 Mayıs	2013 Mayıs	2013 Haziran	2013 Eylül	
2013 Haziran	2013 Haziran	2013 Temmuz	2013 Eylül	
2013 Temmuz	2013 Temmuz	2013 Ağustos	2013 Eylül	
2013 Ağustos	2013 Ağustos	2013 Eylül	2013 Aralık	
2013 Eylül	2013 Eylül	2013 Ekim	2013 Aralık	2014 Şubat
2013 Ekim	2013 Ekim	2013 Aralık	2014 Şubat	
2013 Kasım	2013 Aralık	2014 Şubat	2014 Nisan	
2013 Aralık	2013 Aralık	2014 Şubat	2014 Nisan	
2014 Ocak	2014 Şubat	2014 Nisan	2014 Haziran	2014 Aralık
2014 Şubat	2014 Şubat	2014 Nisan	2014 Haziran	2014 Aralık

4.5.1.2 Kullanılan Fiyatlar

Türkiye volatilité endeksi oluşturulmaya çalışılırken endeks hesaplamasında kullanılmak üzere, Bist 30 endeks opsiyonlarının fiyatları incelenmiştir. Öncelikle opsiyon sözleşmelerine ilişkin gün içi fiyat bilgisinin araştırılması amacıyla bu sözleşmelerin emir defteri incelenmiştir. Yapılan incelemede, opsiyon piyasasının yeterince işlem görmemesi nedeniyle en yakın vadede bile her bir kullanım fiyatında yeteri kadar fiyat oluşmadığı, hatta alım ve satım opsiyonlarının her ikisinin birden fiyatını elde etmenin zor olduğu, ikinci vade döngüsüne ait opsiyon sözleşmelerine ilişkin fiyat bilgilerine kullanım fiyatları bazında ulaşmanın mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Opsiyon sözleşmelerine ilişkin fiyat bilgilerinin yeteri kadar elde edilememesi, yeterli referans noktası seçimini mümkün kılmadığından Hindistan volatilité endeksi hesaplamasına paralel olarak kübik spline metodunun kullanılması da olası olmamıştır.

Bu çerçevede Türkiye volatilité endeksinin hesaplanmasında Borsa İstanbul tarafından belirli bir algoritma kullanılarak hesaplanan günlük uzlaşma fiyatları kullanılmıştır. Belirli bir endeks hesaplama gününde uzlaşma fiyatı hesaplanmayan opsiyon sözleşmeleri için önceki işlem gününe ait uzlaşma fiyatları hesaplamada dikkate alınmıştır.

4.5.1.3 Volatilité Endeksinin İçerdiği Volatilitenin Vadesi

Uygulamada ana örtülü volatilité endeksleri için genel kabul gören vadenin 30 gün olduğu söylenebilir. Bu nedenle Türkiye volatilité endeksi hesaplanırken endeksin içerdiği volatilitenin vadesi, son dönemde oluşturulan modele dayalı olmayan diğer volatilité endekslerine paralel olarak 30 gün olarak belirlenmiştir. Başlangıçta volatilité endeksi hesaplanırken içinde bulunulan ay ve sonraki aya ilişkin opsiyonların işlemde olması da bu seçimi rasyonel kılacak faktörler arasında bulunmaktadır.

4.5.1.4 Kullanılan Diğer Parametreler

Türkiye için volatilité endeksini oluşturulmasında yukarıda sayılanların dışında kullanılan parametreler risksiz faiz oranı ve endeks vadeli seviyesidir. Türkiye volatilité endeksinin oluşturulmasında risksiz faiz oranı olarak aylık TRLİBOR faiz oranı kullanılmıştır.

Türkiye için vadeli endeks seviyesi VIX endeksine paralel şekilde hesaplanmıştır. Bu kapsamda Her bir vade ayı için alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın minimum olduğu kullanım fiyatı kullanılarak vadeli endeks seviyesi belirlenmektedir. Her ne kadar bu çalışmada anlatılan yöntem benimsenmişse de 2013 yılı Ağustos ayından itibaren Borsa İstanbul Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası bünyesinde opsiyon sözleşmeleri ile gelecek işlemleri sözleşmelerinin aynı vadede işlem görmeleri nedeniyle, VDAX New ve diğer bazı volatilité endekslerinin oluşturulmasında olduğu gibi alternatif vadeli endeks seviyesi olarak bu gelecek işlemleri sözleşmelerinin fiyatlarının orta noktasını kullanmak mümkündür.

4.5.2 Türkiye Volatilité Endeksi'nin Hesaplanması

4.5.2.1 TRVIX Endeksinin Hesaplanmasına İlişkin Genel Bilgiler

Türkiye için volatilité endeksi hesaplanırken CBOE tarafından VIX endeksi hesaplaması sırasında kullanılan metodolojiden yararlanılmıştır. Ancak kullanılan değişkenlerin getirdiği kısıtlamalar nedeniyle, söz konusu metodolojide, kullanılan değişkenlerin gerektirdiği bazı değişiklikler yapılmıştır.

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere TRVIX endeksinin oluşturulmasında dayanak varlık olarak BIST 30 endeksine dayalı olarak işlem gören opsiyon sözleşmeleri kullanılmaktadır. TRVIX endeksinin oluşturulmasında BIST 30 opsiyonlarının birinci ve ikinci vade döngüsüne sahip opsiyon sözleşmeleri

kullanılmakta olup, birinci vade döngüsüne sahip opsiyonların vadeden bir önceki gün kullanımına son verilmekte, bu durumda ise ikinci ve üçüncü vade döngüsüne sahip opsiyonlar kullanılmaktadır.

Önceki bölümlerde de değinildiği üzere VIOP'ta işlem gören BIST 30 endeksi opsiyon sözleşmelerinin aktif bir piyasasının olmaması nedeniyle gün içinde birinci vade döngüsüne sahip her opsiyon sözleşmesine ilişkin fiyat bilgisini elde etmek mümkün olmamıştır. İkinci vade döngüsüne sahip opsiyon sözleşmelerinde ise işlem yok denecek az sayıda olduğu için bu vadedeki opsiyonların gün içi işlemler nedeniyle piyasada oluşmuş fiyatlarına ulaşmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle volatilité endeksi hesaplamasında gün sonu uzlaşma fiyatları bilgileri kullanılmıştır. Uzlaşma fiyatı oluşmayan opsiyon sözleşmeleri için ise önceki uzlaşma fiyatı kullanılmıştır.

Volatilité endeksi oluşturulmasında her bir vade için 12 adetten fazla olmamak üzere başabaşa yakın ve zararda olan neredeyse tüm opsiyon sözleşmelerinin bilgisi kullanılmıştır.

4.5.2.2 TRVIX Endeksinin Hesaplanması

TRVIX endeksi temel olarak, CBOE White Paper'da (2009) yer alan formül kullanılarak hesaplanan VIX Endeksinin hesaplanmasına benzer şekilde hesaplanmıştır. Söz konusu metodoloji uyarınca; $VIX = \sigma \times 100$ olmak üzere,

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2 \quad (4.55)$$

şeklinde olup, doğrudan TRVIX endeksi değerini elde edebilmek için aşağıdaki dönüşüm gerçekleştirilmiştir.

$$TRVIX = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2} \quad (4.56)$$

σ = Standard sapma

T= Opsiyonun vadesine kalan süre katsayısı

F= Endeks opsiyon fiyatlarından türetilen endeksin vadeli (forward) seviyesi

K_0 = Vadeli endeks seviyesinin (F) altındaki ilk kullanım fiyatı

K_i = i'nci zararda opsiyonun kullanım fiyatı; (eğer $K_i > K_0$ ise alım ve $K_i < K_0$ ise satım; $K_i = K_0$ ise hem alım hem de satım opsiyonu)

ΔK_i = Kullanım fiyatları arasındaki fark, yani i'nci kullanım fiyatının bir altında ve bir üstünde yer alan kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı

$$\Delta K_i = (K_{i+1} - K_{i-1}) / 2$$

R = Risksiz faiz oranı (opsiyonun vadesine kadar)

$Q(K_i)$ = kullanım fiyatı K_i olan her opsiyon için uzlaşma fiyatı

Bu kapsamda günlük BIST 30 opsiyon verileri ve faiz oranı kullanılmak suretiyle TRVIX endeksinin hesaplanması aşağıdaki gibi örnek üzerinde açıklanmaktadır.

Örneğimizde en yakın vadeli opsiyonların vadesine 15 gün, sonraki vadedeki opsiyonların vadesine 46 gün kaldığı, risksiz faiz oranının ise %5,68 olduğu varsayılmıştır. TRVIX Endeksinin hesaplamasında kullanılan fiyatlar, seansın kapanışında akşam 17:45'te (Türkiye saati) oluşan fiyatlardır. TRVIX endeksinin hesaplamasında zaman dakika olarak dikkate alınmaktadır.

TRVIX Endeksinin hesaplanmasında vadeye kalan zaman katsayısı (T) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$T = \frac{(M_{bugün} + M_{uzlaşma\ günü} + M_{kalan\ (diğer)\ günler})}{yıldaki\ toplam\ dakika\ sayısı} \quad (4.57)$$

$M_{bugün}$: Bugün gece yarısına kadar olan dakikaların sayısı (toplamı)

$M_{uzlaşma\ günü}$: Gece yarısından, saat 17:45'e kadar olan dakikaların sayısı
uzlaşma günü

$M_{kalan\ (diğer)\ günler}$: Bugün ve anlaşma günü arasındaki dakikaların toplamı

Yukarıdaki formüle göre, en yakın vadeli ve sonraki vadedeki opsiyonlar için hesaplanan vadeye kalan zaman katsayısı sırasıyla T_1 ve T_2 aşağıdaki şekilde

hesaplanmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere T değerleri zamanı takvim yılı olarak göstermektedirler.

$$T_1 = (1065+375+18.720) / 525.600 = \mathbf{0,03836}$$

$$T_2 = (1065+375+63.360) / 525.600 = \mathbf{0,12329}$$

4.5.2.2.1 TRVIX Hesaplamasında Kullanılacak Opsiyonların Belirlenmesi (1. Aşama)

TRVIX endeksinin hesaplanmasında belirli bir vadede işlem gören opsiyon sayısı ortalama 12 adet olduğundan dolayı Borsa İstanbul VİOP tarafından uzlaşma fiyatı belirlenen opsiyon sözleşmelerinin tamamı hesaplamaya dahil edilmiştir. Ancak nadiren belirli bir vadede işlem gören opsiyon sözleşmesi sayısının 12 adedi aşması durumunda en fazla 12 adet opsiyon sözleşmesi hesaplamaya dahil edilmiştir.

Daha sonra bu alım ve satım opsiyon sözleşmelerinin her bir vade için fiyatları sıralanarak alım ve satım opsiyonları fiyatları arasındaki farkın en düşük olduğu kullanım fiyatı kullanılarak vadeli endeks seviyesi (F) belirlenmektedir.

Tablo 4.13: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Yer Alacak Vadeli Endeks Seviyesi İçin Referans Kullanım Fiyatının Belirlenmesinde Kullanılacak Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

Yakın Dönem Opsiyonları				Bir Sonraki Dönem Opsiyonları			
Kullanım Fiyatı	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Fark	Kullanım Fiyatı	Alım Opsiyonu	Satım Opsiyonu	Fark
92	12,34	0,01	12,33	92	12,77	0,01	12,76
94	10,34	0,01	10,33	94	10,8	0,01	10,79
96	8,99	0,01	8,98	96	9,51	0,07	9,44
98	7	0,01	6,99	98	7,64	0,19	7,45
100	5,06	0,07	4,99	100	5,89	0,43	5,46
102	3,27	0,27	3,00	102	4,32	0,85	3,47
104	1,81	0,81	1,00	104	3	1,51	1,49
106	0,81	1,81	0,99	106	1,96	2,45	0,49
108	0,3	3,28	2,98	108	1,19	3,67	2,48
110	0,08	5,06	4,98	110	0,68	5,15	4,47
112	0,01	7,61	7,60	112	0,17	7,26	7,09
114	0,01	9,6	9,59	114	0,07	9,14	9,07

Tablo:4.13'te görüldüğü üzere kullanım fiyatı 106 olan opsiyon sözleşmelerinde alım ve satım opsiyonu sözleşmelerinin, uzlaşma fiyatlarının ortalaması arasındaki fark minimumdur.

Vadeli endeks seviyesini hesaplamada kullanılan formül aşağıdaki şekildedir.

$$F = \text{Kullanım fiyatı} + e^{RT} X (\text{Alım fiyatı} - \text{Satım fiyatı}) \quad (4.58)$$

Her bir vade ayı için kullanım fiyatı 106 olan alım ve satım opsiyonlarını kullanırsak, vadeli endeks seviyeleri F_1 ve F_2 şu şekilde olmaktadır.

$$F_1 = 106 + e^{(0,0568 \times 0,03836)} X (0,82 - 1,81) = 105,0078$$

$$F_2 = 106 + e^{(0,0568 \times 0,12329)} X (1,96 - 2,45) = 105,51$$

Sonraki aşamada K_0 dediğimiz vadeli endeks seviyesinin hemen altındaki kullanım fiyatını belirlemektir. Bu örnekte her birinci ve ikinci vade döngüsü için de K_0 seviyesi ($K_{0,1}=104$ ve $K_{0,2}=104$) eşit çıkmıştır.

K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip zararda satım opsiyonları ($\text{kullanım fiyatı} < K_0$), K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatından başlamak üzere aşağıya doğru sıralanmaktadırlar.

K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip zararda alım opsiyonları ($\text{kullanım fiyatı} > K_0$), K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatından başlamak üzere yukarıya doğru sıralanmaktadırlar.

Yukarıdaki şekilde belirlenen K_0 fiyatının üzerindeki kullanım fiyatına sahip alım opsiyonları ile K_0 fiyatının altındaki kullanım fiyatına sahip satım opsiyonları seçilerek bunların uzlaşma fiyatları kullanılır. K_0 fiyatına sahip alım ve satım opsiyonlarına gelindiğinde ise bu opsiyonların uzlaşma fiyatlarının ortalaması ((alım opsiyonu uzlaşma fiyatı + satım opsiyonu uzlaşma fiyatı)/2) alınır.

$$\text{En yakın vade için } K_{0,1p} = (1,81 + 0,81)/2 = 1,31$$

$$2. \text{ en yakın vade için } K_{0,2p} = (3,00 + 1,51)/2 = 2,255$$

Örneğimizde tesadüfen her iki vadedeki kullanım fiyatları eşit çıkmıştır. Ancak uygulamada farklı kullanım fiyatları olabilmektedir.

Tablo 4.14: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonlara İlişkin Bilgiler

Yakın Dönem Opsiyonları			Bir Sonraki Dönem Opsiyonları		
Kull. Fiyatı	Opsiyon Tipi	Uzlaş. Fiyatı	Kull. Fiyatı	Opsiyon Tipi	Uzlaş. Fiyatı
92	Satım	0,01	92	Satım	0,01
94	Satım	0,01	94	Satım	0,01
96	Satım	0,01	96	Satım	0,07
98	Satım	0,01	98	Satım	0,19
100	Satım	0,07	100	Satım	0,43
102	Satım	0,27	102	Satım	0,85
104	Alım-Satım Ort.	1,31	104	Alım-Satım Ort.	2,255
106	Alım	0,82	106	Alım	1,96
108	Alım	0,3	108	Alım	1,19
110	Alım	0,08	110	Alım	0,68
112	Alım	0,01	112	Alım	0,17
114	Alım	0,01	114	Alım	0,07

4.5.2.2.2 Her İki Vade Döngüsü İçin Volatilitenin Hesaplanması (2. Aşama)

Bu aşamada her bir vade için volatiliteler 4.56 nolu formül yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu formülden (4.56) yararlanarak en yakın vadeli ve ikinci en yakın vadeli opsiyonların vadeye kalan zaman katsayıları (T_1 ve T_2) kullanılarak aşağıdaki şekilde volatiliteler elde edilmektedir.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{T_1} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_1} Q(K_i) - \frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{T_2} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_2} Q(K_i) - \frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2$$

Diğer volatilitelerinde olduğu gibi TRVIX Endeksi, hesaplamada kullanılan opsiyonların fiyatlarının içerdiği bilginin bileşimidir. Bir opsiyonunun TRVIX Endeksi değerine katkısı, ΔK ve opsiyonun fiyatı ile doğru, opsiyonun kullanım fiyatının karesi ile ters orantılıdır.

ΔK_i değerini bulmak için hesaplamada kullanılan söz konusu opsiyonun ardışığındaki (bir altındaki ve bir üstündeki) opsiyonların kullanım fiyatlarının arasındaki farkın yarısı alınır. Örneğin K_{96} için ΔK_{96} ardışığındaki K değerleriyle (yani K_{94} ve K_{98}) arasındaki farktır. Ancak en düşük veya en yüksek kullanım fiyatlı (uçtaki)

opsiyonların sadece bir ardışığı olacağından, ΔK değerini bulmak için kendisi ve ardışığındakinin kullanım fiyatlarının farkı alınır.

$\Delta K_{96} = (98-94)/2 = 2$ veya 92'nin en düşük kullanım fiyatı olduğunu varsayarsak; $\Delta K_{92} = (94-92) = 2$

Örneğin en yakın dönemli 92 kullanım fiyatlı satım opsiyonunun katkısı;

$$\frac{\Delta K_{92_satım}}{K_{92_satım}^2} e^{RT_1} Q(K_{92_satım}) = \frac{2}{92^2} e^{0,0568(0,03836)} (0,01) = 0,00023629 * e^{0,00217863} * 0,01 = 0,00023629 * 1,00218101 * 0,01 = \mathbf{0,00000237}$$

Benzer hesaplamalar tüm opsiyonlar için yapılır ve en yakın vadeli opsiyonların sonuçları toplanarak $2/T_1$ ile, ikinci en yakın vadeli opsiyonların sonuçları toplanarak $2/T_2$ ile çarpılarak aşağıdaki değerler elde edilir.

Tablo 4.15: TRVIX Endeksi Hesaplamasında Kullanılacak Olan Opsiyonların Endekse Katkısına İlişkin Bilgiler

En Yakın Vadeli Opsiyonlar				En Yakın Vadeli Opsiyonlar			
Kullanım Fiyatı	Opsiyon Tipi	Uzlaşma Fiyatı	Opsiyon Katkısı	Kullanım Fiyatı	Opsiyon Tipi	Uzlaşma Fiyatı	Opsiyon Katkısı
92	Satım	0,01	0,00000237	92	Satım	0,01	0,00000238
94	Satım	0,01	0,00000227	94	Satım	0,01	0,00000228
96	Satım	0,01	0,00000217	96	Satım	0,07	0,00001530
98	Satım	0,01	0,00000209	98	Satım	0,19	0,00003984
100	Satım	0,07	0,00001403	100	Satım	0,43	0,00008660
102	Satım	0,27	0,00005202	102	Satım	0,85	0,00016455
104	Alım-Satım Ort.	1,31	0,00024276	104	Alım-Satım Ort.	2,255	0,00041991
106	Alım	0,82	0,00014628	106	Alım	1,96	0,00035133
108	Alım	0,3	0,00005155	108	Alım	1,19	0,00020548
110	Alım	0,08	0,00001325	110	Alım	0,68	0,00011319
112	Alım	0,01	0,00000160	112	Alım	0,17	0,00002730
114	Alım	0,01	0,00000154	114	Alım	0,07	0,00001085
$2/T \sum \Delta K_i / K_i^2 e^{RT} Q(K_i)$			0,00002774	$2/T \sum \Delta K_i / K_i^2 e^{RT} Q(K_i)$			0,00002334

Bundan sonraki süreçte her iki vadedeki (T_1 ve T_2) opsiyonlar için formülün diğer kısmı $\left(\frac{1}{T_i} \left(\frac{F_i}{K_0} - 1 \right)^2 \right)$ hesaplanır.

T ve F değerleri daha önce hesaplanmış olduklarından aşağıdaki değerlere karşılık gelmektedirler.

$$T_1 = 0,03836$$

$$T_2 = 0,12329$$

$$F_1 = 105,0078$$

$$F_2 = 105,51$$

En yakın vadeli opsiyonlar için:

$$\frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2 = \frac{1}{0,03836} \left(\frac{105,0078}{104} - 1 \right)^2 = 26,07142857 * (1,009690777 - 1)^2 = 26,07142857 * (0,009690777)^2 = 26,07142857 * 0,00000939 = \mathbf{0,002448398}$$

İkinci en yakın vadeli opsiyonlar için:

$$\frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2 = \frac{1}{0,12328767} \left(\frac{105,51}{104} - 1 \right)^2 = 8,11111111 * (1,014486121 - 1)^2 = 8,11111111 * (0,014486121)^2 = 8,11111111 * 0,000209848 = \mathbf{0,001702098}$$

Tüm bu değerler aşağıdaki formülde yerine koyularak her bir vadeye ilişkin volatiliteler bulunur.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{T_1} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_1} Q(K_i) - \frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2 = 0,02774 - 0,002448398 = \mathbf{0,025287936}$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{T_2} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_2} Q(K_i) - \frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2 = 0,02334 - 0,001702098 = \mathbf{0,021641657}$$

4.5.2.2.3 TRVIX Endeksi Değerinin Hesaplanması (3. Aşama)

Bu aşamada, her bir vade döngüsüne ilişkin volatiliteler (σ_1^2 ve σ_2^2) değerleri 30 günlük vadeye sahip olacak şekilde ağırlıklandırılarak tek bir volatiliteler (σ^2) değeri edilir. Sonrasında σ^2 değerinin karekökü alınıp 100 ile çarpılarak TRVIX endeksinin değeri bulunur.

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{\left\{T_1 \sigma_1^2 \left(\frac{N_{T_2} - N_{30}}{N_{T_2} - N_{T_1}}\right) + T_2 \sigma_2^2 \left(\frac{N_{30} - N_{T_1}}{N_{T_2} - N_{T_1}}\right)\right\} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}} \quad (4.60)$$

N_{T_1} = En yakın vadedeki opsiyonların vadesine kalan dakika sayısı (20.160)

N_{T_2} = İkinci en yakın vadedeki opsiyonların vadesine kalan dakika sayısı (64.800)

N_{30} = 30 gündeki dakika sayısı ($30 \times 1.440 = 43.200$)

N_{365} = 365 gündeki dakika sayısı ($365 \times 1.440 = 525.600$)

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{\left\{0,0038 \times 0,02528 \times \left(\frac{64.800 - 43.200}{64.800 - 20.160}\right) + 0,12328 \times 0,0216 \times \left(\frac{43.200 - 20.160}{64.800 - 20.160}\right)\right\} \times \frac{525.600}{43.200}}$$

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{\left\{0,00096995 \times \left(\frac{21600}{44.640}\right) + 0,00266815 \times \left(\frac{23.040}{44.640}\right)\right\} \times \frac{525.600}{43.200}}$$

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{\{0,00046933 + 0,00137711\} \times \frac{525.600}{43.200}}$$

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{0,00184644 \times 12,16667}$$

$$TRVIX = 100 \times \sqrt{0,02246501}$$

$$TRVIX = 100 \times 0,14988332$$

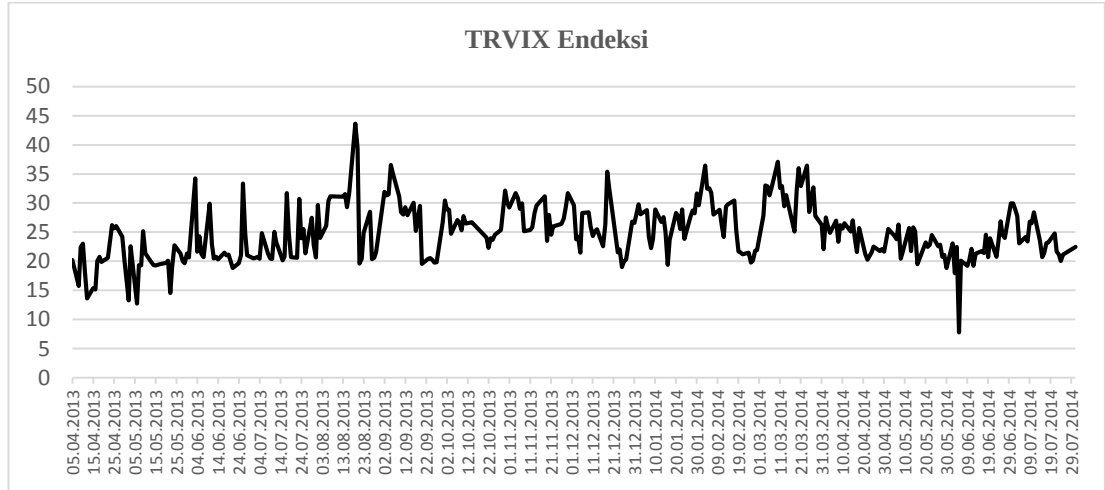
$$\mathbf{TRVIX = 14,988332}$$

Örnekte kullanılan değerler sonucu elde edilen TRVIX Endeksi seviyesi **14,99**'dur.

4.5.3 Türkiye Volatilite Endeksi'ne İlişkin Bilgiler

Önceki bölümde bir örnek aracılığıyla açıklanan metodoloji kullanılmak suretiyle 05.04.2013-31.07.2014 tarihleri arasında Türkiye için hesaplanan volatilite endeksine ilişkin grafik aşağıda yer almaktadır.

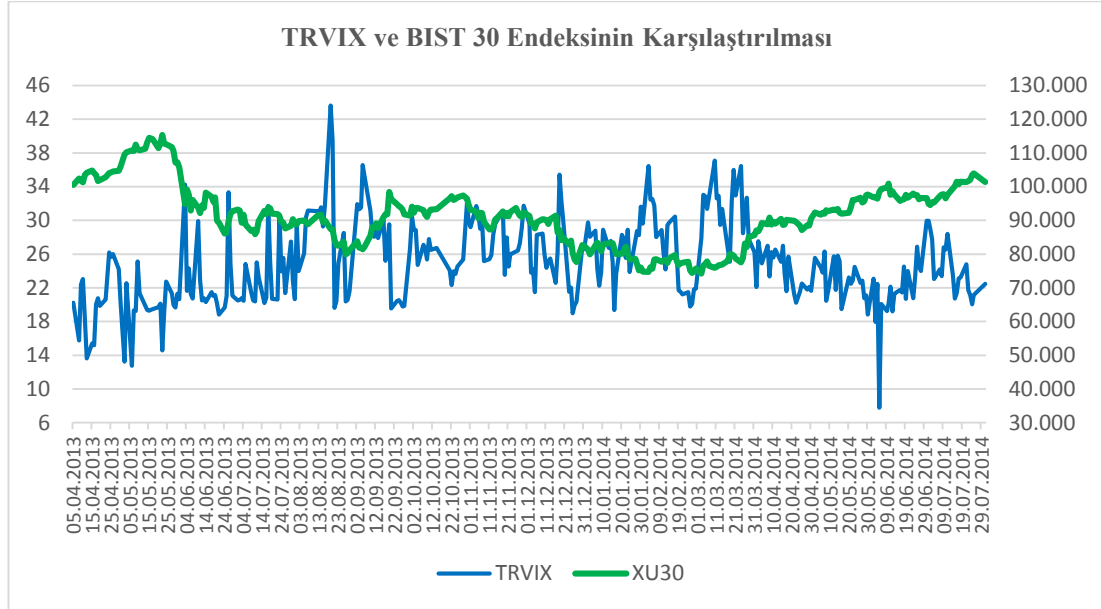
Grafik 4.1: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişki Olarak Hesaplanan Türkiye Volatilite Endeksi Bilgileri



Yukarıdaki grafikte (Grafik 4.1) 05.04.2013-31.07.2014 dönemi için hesaplanan Türkiye volatilite endeksi bilgilerine yer verilmektedir. Söz konusu grafikten görüleceği üzere TRVIX endeksi belli bant aralığında aşağı ve yukarı doğru keskin hareketler sergilemekte olup, iki tarihte bu aralığın dışına çıkış sergilemiştir.

Aşağıdaki grafikte (Grafik 4.2) ise yine 05.04.2013-31.07.2014 dönemine ilişkin TRVIX Endeksi ve onun dayanak endeksi olan BIST 30 Endeksi bilgilerine karşılaştırmalı olarak yer verilmektedir.

Grafik 4.2: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişkin TRVIX ve BIST 30 Endeksi Bilgileri



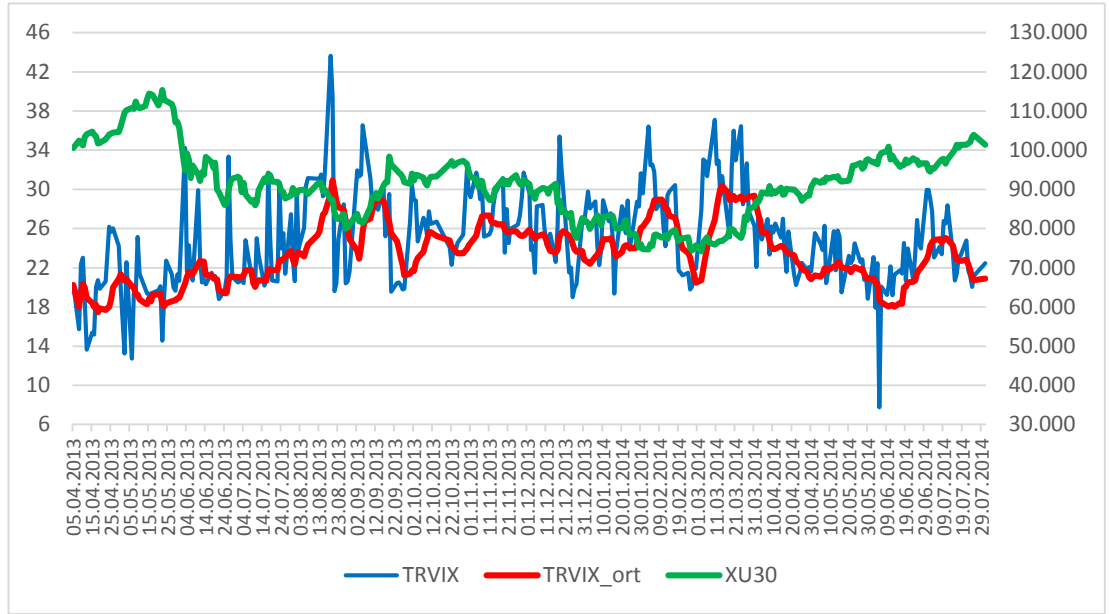
Yukarıdaki grafikte (Grafik:4.2) TRVIX Endeksi ve BIST 30 Endeksinin günlük değerlerine ilişkin bilgiler karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. Söz konusu grafikten de görüleceği üzere BIST 30 Endeksinin hareketleri daha yumuşak bir şekilde gerçekleşirken, TRVIX Endeksi daha sert hareketler ile seyretmektedir. Bu nedenle her iki endeksin hareketlerini daha sağlıklı karşılaştırabilmek ve TRVIX endeksinin hareketlerini yumuşatmak amacıyla TRVIX endeksinin değerleri 10 günlük ortalama alınmak¹⁸ suretiyle aşağıdaki grafiğe eklenmiştir.

Aşağıdaki grafikten (Grafik:4.3) görüleceği üzere TRVIX endeksinin ortalaması alındığında, bu endeksteeki keskin hareketlerin daha yumuşak bir görünüme kavuştuğu ve TRVIX Endeksi ile BIST 30 Endeksi arasındaki ilişkinin daha net olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Söz konusu grafikten de görüleceği üzere diğer volatilité endekslerinde de gözlemlenen volatilité endeksleri ile dayanak endeks arasındaki ters yönlü ilişki TRVIX ve BIST 30 endeksleri arasında da gözlemlenmektedir. Ancak

¹⁸ İlk 10 günlük veriler için her güne ilişkin değer, ilgili gün ve kendisinden önceki günlerdeki değerler toplamının gözlem sayısına bölünmesi suretiyle elde edilmiştir.

TRVIX endeksinin volatil bir yapıya sahip olması nedeniyle bu ilişkiyi anlaşılır hale getirmek için TRVIX endeksi değerlerinin ortalamasının alınması gerekmiştir.

Grafik 4.3: 05.04.2013-31.07.2014 Dönemine İlişkin TRVIX, TRVIX 10 Günlük Ortalama ve BIST 30 Endeksi Bilgileri



TRVIX Endeksinin zaman boyutunda bu kadar keskin hareketlere sahip olmasının ana nedeni opsiyon piyasasının çok yeni olması ve bu piyasadaki işlem hacminin henüz çok düşük olmasıdır. Diğer taraftan, Türkiye'deki yatırımcı kitlesinin türev işlemler konusunda istekli olmaması bu piyasanın gelişmesini yavaşlatmaktadır. Bu nedenle kısa vadede Türkiye volatilite endeksinin yatırımcılar için sağlam bir gösterge oluşturacak düzeye ulaşması kısa vadede mümkün olmayabilir.

Diğer bir deyişle, Türkiye volatilite endeksinin hesaplamasında bilgileri kullanılan opsiyon piyasasının derinlik ve genişlik gibi problemlere sahip olması nedeniyle, hesaplanan volatilite endeksinin beklenen faydayı sağlaması bu aşamada tam olarak mümkün olmayabilir. Çünkü opsiyon piyasasının hisse senedi endeksinden etkilenmesi, söz konusudur. Örneğin endekste ciddi bir düşüş olduğunda, bu düşük endeks değerini sağlayan opsiyonlar işleme açılmadığı sürece mevcut opsiyonlara talep oluşmamakta, bunun sonucunda da sağlıklı fiyatlar belirlenememekte ve

dolayısıyla volatilité endeksi beklenen bilgiyi içermemiş olmaktadır. Daha da somutlaştırmak gerekirse, örneğin dayanak endeks 80.000 seviyelerinde iken piyasada işlem gören 70 ile 90 arası kullanım fiyatına sahip opsiyonlar bulunurken, endeks 70.000 seviyesine düştüğünde, 70, 72, 74 ve nadiren 76 kullanım fiyatlı opsiyonların fiyatları çok sağlıklı olmamakla birlikte oluşmakta, diğer opsiyonların fiyatları oluşmamaktadır. Bu durum volatilité endeksinin sağlıklı bir şekilde hesaplamasını sağlayacak opsiyon fiyatlarının oluşmamasına ve dolayısıyla bu endeksten beklenen faydanın sağlanamamasına yol açmaktadır. 60 ile 70 arası kullanım fiyatına sahip opsiyonlar işleme açıldığında, opsiyon piyasası likidite kazanacağından, volatilité endeksi tekrar sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmekte ve piyasaya sağlıklı bilgi sunma kabiliyetine sahip olmaktadır. Bu nedenle opsiyon piyasasındaki genişlik ve derinlik arttığı sürece volatilité endeksinin içerdiği bilgilerin kalitesi artacaktır.

5 VOLATİLİTE ENDEKSİ İLE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN EKONOMETRİK AÇIDAN ANALİZİ

Günümüzde hisse senedi piyasası dışındaki piyasalara yönelik olarak da volatilité endeksleri oluşturulmakla birlikte, volatilité endekslerinin doğuşu hisse senedi piyasaları ile ilişkili olup, bu endekslerin en etkin kullanımının da hisse senedi piyasalarında olduğu söylenebilir. Dünyada en fazla önem atfedilen volatilité endeksi olan VIX endeksi, önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere, S&P500 hisse senedi endeksi opsiyonlarından elde edilen bilgilerle oluşturulmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada aksi belirtilmedikçe volatilité endeksi ile kastedilen hisse senedi piyasası volatilité endeksleridir. Hisse senedi piyasası volatilité endeksleri ile diğer makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamanın yolunun da hisse senedi piyasası ile diğer makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamaktan geçtiği düşünülmektedir.

5.1 Hisse senedi Getirileri ve Makroekonomik Değişkenler

Finansal piyasalardaki varlıkların getirisi, tüm piyasa katılımcıları tarafından en fazla önem atfedilen ve en çok merak edilen konu olagelmıştır. Bu nedenle finansal piyasalarda yapılan çalışmaların ezici bir çoğunluğu doğrudan veya dolaylı olarak getiriyi odağına almaktadır. Söz konusu çalışmaların konusu, getirinin bileşenlerinden başlayıp getiri ile diğer finansal ve makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkilere kadar uzamaktadır. Finans literatüründeki bu çalışmalara, özellikle hisse senedi piyasaları özelinde bakılacak olursa, hisse senedi getirileri ile makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiler, hisse senedi piyasasındaki getiriler ile volatilité ve işlem hacmi arasındaki ilişkiler, hisse senedi getirileri volatilitesi ile temel makroekonomik göstergeler ya da özelde döviz kuru ve faiz oranları gibi göstergeler veya bunların volatiliteleri arasındaki ilişkiler, gerek ülke bazında gerekse ülkeler arası düzeyde araştırma kapsamına alınmıştır.

Hisse senedi piyasasındaki değişkenler ile makroekonomik değişkenler arasındaki etkileşim açısından bakıldığında, finansal varlık piyasası volatilitesi ile fundamental volatilité arasındaki ilişki genellikle araştırma kapsamına alınmayan bir alan olarak kalmıştır (Diebold ve Yılmaz, 2007: 1). Çünkü finansal ekonometrik volatilité literatürü, varlık getirisinin volatilitesi ile dayanak belirleyicileri arasındaki ilişki yerine daha çok volatilitéyi modelleme ve tahmin etmeye yoğunlaşmıştır. Bu nedenle makroekonomik fundamentaller ile hisse senedi piyasası volatilitesi arasındaki ilişkileri inceleyen az sayıda makale bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda da bu değişkenler arasında ilişkinin varlığı konusunda başarısız sonuçlara ulaşmışlardır. Schwert (1989) hisse senetleri piyasası getirisinin volatilitesi ile reel ve nominal makroekonomik volatilité arasında bağlantı kurmaya yönelik çalışmasında ciddi bir bulguya rastlayamamıştır. Yine karmaşık ekonometrik modeller kullanmak suretiyle Calvet, Fisher ve Thompson tarafından 2003 yılında hisse senetleri piyasası getirisi volatilitesi ile fundamental volatilité arasında ilişki aramaya yönelik olarak yapılan çalışmada önemli bir bulguya ulaşılamamıştır (Diebold ve Yılmaz, 2007: 1). Belki de kullanılan modellemelerle hisse senedi getirileri ile makroekonomik volatilité arasında bir ilişki kurulamaması, belki de diğer faktörlerden dolayı, araştırmaların çok büyük bir bölümü hisse senedi piyasası ile diğer bireysel spesifik faktörler arasındaki ilişkiye, özellikle de hisse senetleri ile döviz kuru arasındaki ilişkiye yönelmiştir. Bununla birlikte, sayıca fazla olmamakla birlikte çok yakın dönemlerde hisse senedi piyasası ile makroekonomik faktörler arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalar yapılmış olup anlamlı sonuçlara da ulaşılmıştır. Maysami, Howe ve Hamzah (2004) tarafından Singapur verileri ile yapılan çalışmada hisse senedi endeksi ile çalışmada kullanılan tüm makroekonomik değişkenler arasında istatistiki olarak önemli derecede ilişki olduğunu ileri sürmüşlerdir. Adam ve Tweneboah (2008) Gana için yaptıkları çalışmada hisse senedi fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına rastlamışlardır. Hsing (2013) tarafından yapılan çalışmada, Japon hisse senedi piyasasının bazı makroekonomik değişkenler tarafından etkilendiği, ancak bu etkinin bazı değişkenler bakımından pozitif iken bazıları açısından negatif olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yine Sangmi ve Hassan (2013) tarafından Hindistan piyasası için makroekonomik faktörlerin hisse senetleri fiyatları üzerindeki etkisi konusunda yapılan çalışmada, makroekonomik faktörler ile hisse senetleri fiyatları

arasında önemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yukarıda anlatıldığı üzere hisse senedi piyasası volatilitesi ile makroekonomik volatilité arasındaki ilişki konusundaki literatürün zengin olmaması sebebiyle, bu bölümde hisse senedi piyasası volatilitésini temsilen volatilité endeksi kullanılarak, volatilité endeksi ile döviz kuru arasındaki ilişki ampirik olarak incelenecektir.

5.2 Hisse Senedi Getirileri ve Döviz Kuru İlişkisinin Önemi

Hisse senetleri piyasası bir ülke için çok kritik öneme sahiptir. Çünkü hisse senetlerinin getirilerinin iyileşmesi firmaların karının artmasına dolayısıyla ülke ekonomisinin büyümesine işaret eder. Dolayısıyla hisse senedi getirilerinin ne olacağı finansal piyasalarda sürekli merak konusu olmuştur. 1970 öncesinde hisse senedi getirileri merak konusu iken, 1970’li yılların başından itibaren uluslararası ticaretin hızlı bir şekilde artması, bazı sanayileşmiş ülkelerde dalgalı kur (ya da denetimli dalgalı kur) rejiminin kabulü (1973 yılında) ve 1980 sonrasında sermaye hareketlerindeki serbestleşme ile birlikte döviz kurlarındaki dalgalanmalar da finansal piyasalarda ciddi merak konusunu oluşturmuştur. Bu nedenle bu dönemden sonra döviz kurları ve hisse senetleri fiyatlarını etkileyen faktörlerin neler olduğu konusu araştırmaların odağına oturmuştur. Dalgalı döviz kur rejiminin uygulanması durumunda döviz kurunun yükselmesi veya alçalması ülkenin kalkınmasında ithalat veya ihracatın önemine de bağlı olarak ülkenin rekabetçi gücünü etkilediğinden, döviz kuruna yönelik beklentiler sınırlar ötesi ticaret yapanlar açısından veya ithal girdi kullananlar bakımından oldukça önem arz etmektedir. Öte yandan sermaye piyasalarının uluslararasılaşması ise ülkeler arasında ve hisse senetleri piyasaları arasında büyük miktardaki fonların akışı ile sonuçlanmıştır. Bu yüzden bu durum yatırımcıların ve firmaların döviz kuru volatilitesi ve onun hisse senedi piyasası volatilitesi üzerindeki etkileri ile daha fazla ilgilenmelerine yol açmıştır (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 29). Hem döviz kuru, hem de hisse senedi getirilerine yönelik araştırmaların yanı sıra bu iki değişkenin birbiri arasındaki etkileşimleri de gerek akademik düzeyde ve gerekse piyasalar düzeyinde merak konusu olmuştur.

Hisse senedi piyasası ile döviz piyasası arasındaki ilişkilere bakıldığında, döviz kurunun hisse senedi getirisi ile etkileşim içinde olan bir makroekonomik değişkenler içerisinde en fazla ilgiyi çeken değişken olduğu görülmektedir. Özellikle son dönemlerde hisse senedi piyasalarının ulusal sınırların dışına da taşınması, sermaye akışının (hareketlerinin) serbestleşmesi ve yabancı yatırımların çoğalması vb gelişmeler bir ülkedeki hisse senedi piyasaları ile döviz piyasalarını artan bir şekilde birbirine bağlamaktadır (Mishra vd., 2007: 344). Piyasalar arasındaki bağın güçlenmesi neticesinde, hisse senedi fiyatları ve döviz kurları arasındaki ilişki yatırım grupları ve politika belirleyicileri başta olmak üzere bir çok paydaş açısından oldukça önemli hale gelmiştir. Söz konusu değişkenler arasındaki ilişki portföy yönetimi açısından da özel öneme sahiptir. Çünkü, para (nakit) sıklıkla yatırım fonları, serbest fonlar ve profesyonelce yönetilen diğer portföylerde yer alan bir varlık olduğundan döviz kuru ve hisse senedi fiyatı arasındaki ilişkiye ilişkin bilgiler portföy yöneticilerine etkin bir şekilde risk yönetimi olanağı sağlayabilmektedir (Kutty, 2010: 2). Ayrıca sermaye hareketlerinin serbestleşmesi ya da sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması ya da azaltılması sonucunda globalleşen ekonomiler sayesinde çok uluslu şirketler için gelişmekte olan ekonomilerde ve geçiş ekonomilerinde yatırım yapma imkanı yaratılmıştır. Buna karşılık bu imkan, portföy riskinden korunmak için hisse senedi getirileri ile döviz kurları arasındaki ilişkiyi anlama ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Döviz kuru ile hisse senedi arasındaki ilişkinin diğer bir boyutu da her iki değişkenin volatiliteleri arasındaki etkileşimler bazında incelenmektedir. Uluslararası ticaretin yaygınlaşması ve dalgalı kur rejimine geçiş ile birlikte döviz kuru riskinin ve volatilitésinin arttığı yeni bir döneme de girilmiştir (Yang ve Doong, 2004: 139). Döviz kuru volatilitésinin özellikle başta hisse senetleri piyasası olmak üzere bir ülkenin finansal sistemi üzerinde etkileri olabilmektedir. Ekonominin finansal durumunun döviz kurunun volatilitésine duyarlı olması nedeniyle döviz kuru piyasasındaki gelişmelerin hane halkı, firmalar ve devlet için maliyet doğurucu sonuçları olabilmektedir (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 29). Bu nedenle dalgalı döviz kuru ve sermayenin serbest dolaşımı sonrasında sürpriz olmayan bir şekilde firmalar artan oranda döviz kuru riskine maruz kalmaya başlamışlardır. Diğer taraftan,

bütün olarak düşünülduğünde hisse senedi piyasasının da döviz kurundaki artan volatiliteye ve aşırı artışlara tepki vermesi söz konusu olmaktadır. Bu çerçevede, 1980’li yıllardan itibaren finansal piyasalardaki hızlı bütünleşme ve serbestleşme ülkeler arası sermaye akışlarını önceki dönemlere göre daha kolay ve süratli hale getirdiğinden döviz kurları da hisse senedi piyasası haberlerine ve küresel portföy yatırımlarına daha duyarlı hale gelmiştir (Yang ve Doong, 2004: 139).

Döviz piyasası ile hisse senedi piyasası arasındaki bu dinamik ilişki, doğal olarak akademik çalışmaları bu konuya doğru çekmiştir. Bu konuda yapılmış çok sayıda çalışma yapılmasına karşın, döviz kuru ve hisse senedi getirileri arasındaki ilişki konusunda henüz bir fikir birliğine varılmamıştır. Çünkü, mevcut literatüre ilişkin araştırma, döviz kuru değişkenliğinin hisse senedi piyasası volatilitelerini etkileyip etkilemediği konusunda araştırmacılar arasındaki fikir ayrılığını ortaya çıkarmaktadır.

Hisse senedi piyasası ile döviz piyasalarındaki diğer bir önemli konu başlığı da, bu piyasalar arasındaki volatilité sıçramalarıdır. Hisse senedi piyasaları ile döviz piyasaları arasındaki volatilité sıçraması ya da bulaşması son zamanlarda akademik finasta daha fazla ilgi çeker bir konu haline gelmiştir. Çünkü, dünya genelinde yaşanan finans ve para krizleri ile dalgalı kura geçiş son dönemlerde akademisyenleri ve uygulamacıları her ikisi arasında büyük oranda ilişkili hareketler gözlemlenen hisse senedi piyasası ile döviz piyasası arasındaki volatilité sıçramalarının doğasını araştırmaya yöneltmiştir.

Piyasalar arası volatilitéyi anlamak, hızlı bir şekilde global ekonomiye entegre olmak isteyen gelişmekte olan ülkelerin düzenleyici otoritelerinin uygulayacakları politikaların biçimlendirilebilmesinin yanı sıra, global piyasalarda işlem gören varlıkların alım satımı veya korunma stratejileri oluşturma amacıyla fiyatlanabilmesi açısından oldukça önemlidir (Mishra vd., 2007: 344).

Uluslararası çeşitlendirmedeki risk getiri dengesini anlamak ve farklı para birimi cinsinden hisse senedi portföylerinin yönetimi için hisse senedi fiyatları ile döviz kuru hareketleri arasındaki etkileşimi anlamak önemlidir. Sınırlar ötesi hisse senedi yatırımlarının artması, özellikle gelişmekte olan ülkelere yapılan yatırımlar, fon

yöneticileri için küresel piyasalardaki araçların fiyatlandırılabilmesi, uluslararası portföy çeşitlendirmesi ve korunma stratejileri oluşturma gibi konular önemli hale gelmiştir. Hisse senedi piyasaları ile döviz piyasaları arasında volatilitenin sıçraması konusundaki nitelikli bilgi ve bunun sonucunda bu piyasalar arasındaki bütünleşmenin derecesi bilgi setini genişleterek yerlilerin yanı sıra uluslararası yatırımcılar, çok uluslu şirketler ve politika yapıcılar açısından da kullanılabilir hale getirmektedir (Mishra vd., 2007: 344).

Volatilite sıçramasına ilişkin literatür geniş ölçüde iki gruba ayrılabilir (Mishra vd., 2007: 344). Birinci gruptaki çalışmalar, getiri serilerine ya da getiri serilerinin modellenmesinden elde edilen hatalara ve piyasalar arasındaki getiri ilişkilerine yoğunlaşmıştır. Eun ve Shim (1989) hisse senedi piyasasındaki getirilerin hata varyansının %26 oranındaki kısmının diğer hisse senedi piyasalarından gelen haberlerle açıklanabildiğini ve en etkili piyasanın ABD hisse senedi piyasası olduğunu ileri sürmüşlerdir. İkinci grup araştırmalar doğrudan olarak volatiliteye odaklanmaktadır.

Aynı ekonomideki hisse senedi piyasası getirileri ile döviz kurları değişiklikleri arasındaki volatilitte sıçraması çeşitli zamanlarda ve ülkelerde araştırma konusu edilmiştir. Literatür taraması kısmında detaylı olarak yer verildiği üzere, Kanas (2000) ile Yang ve Doong (2004) G-7 ülkelerindeki piyasalarda hisse senedi piyasası getirilerinden döviz kuru değişikliklerine doğru tek taraflı bir volatilitte sıçraması olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Aksine, Apte (2001) tarafından 1991-2000 yılı verilerini kullanarak Hindistan hisse senedi piyasası ile döviz piyasası volatiliteleri arasındaki ilişkileri incelediği çalışmasında, döviz piyasasından hisse senedi piyasasına doğru volatilitte sıçraması olduğu, tersine durumun ise söz konusu olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

5.3 Hisse Senedi ve Döviz Piyasaları Arasındaki İlişkiye Yönelik Teorik Çerçeve

Ekonomik teori, enflasyon, faiz oranları, fiyatlar genel düzeyi, para arzı ve diğer makroekonomik faktörlerin hisse senedi fiyatlarının hareketlerini anlamak ve döviz kurlarının hareketleri ile eğilimini tahmin etmek için önemli değişkenler olduğunu kabul etmektedir. Geleneksel ekonomik modeller döviz kurundaki değişikliğin rekabet gücü yoluyla firmanın finansal tablolarında döviz kuru üzerinden hesaplanan bir takım kalemleri ve dolayısıyla firmanın karlılığını ve özsermayesini etkilemesine neden olacağını ileri sürmektedirler (Kutty, 2010: 2). Günümüzde, kapalı bir ekonomide faaliyette bulunulmaması koşuluyla, firmaların gerek girdi temin sürecinde, gerekse çıktıları pazara ulaştırma ve elden çıkarma sürecinde bir şekilde yabancı para birimi ile karşılaşmamaları neredeyse imkansızdır.

Genel olarak sınır ötesi faaliyetlerde bulunan firmalar, operasyonel risk, işlem riski ve dönüştürme riski olmak üzere 3 tür risk ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Kutty, 2010: 2-3). İşlem riski uluslararası işlemlerin yabancı para üzerinden yapılması nedeniyle kur farkları nedeniyle kambiyo kar ve zararlarına yol açmaktadır. Dönüştürme riski ise, (muhasabeleştirme riski olarak da bilinir) yabancı para cinsinden finansal işlemlerin ana ülke para birimi üzerinden konsolide mali tablodan aktarılması sırasında oluşmaktadır. Ekonomik ya da operasyonel risk ise döviz kurlarındaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

Finans literatüründe, hisse senetleri fiyatları ile döviz kurları arasındaki dinamik ilişki finansal ekonomistler ve uygulamacılar tarafından daha fazla ilgi çekmektedir, çünkü bu iki değişken ekonomik kalkınma ve portföy kararlarında önemli rol oynamaktadırlar (Yang ve Doong, 2004: 140). Hisse senedi fiyatları ile döviz kurları arasındaki ilişkiyi açıklama konusunda finans literatüründe kabul gören iki teori bulunmaktadır. Bunlardan birincisi “akış odaklı” (Flow-Oriented) model veya geleneksel yaklaşım olarak adlandırılan Mal Piyasası Teorisi; ikincisi ise, “hisse senedi odaklı” (stock-oriented) model olarak da adlandırılan Portföy Dengesi

Teorisi'dir (Yang ve Doong, 2004: 140; Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30; Tian ve Ma, 2010).

Bu modellerden ilki olan akış odaklı modele göre döviz kuru hareketlerinin firmanın üretim seviyesini ve aynı zamanda ekonominin ticaret dengesini etkilediği kabul edilmektedir (Dornbush ve Fisher, 1980). Bu yaklaşım uyarınca ihracata dayalı bir ekonomide yerel paranın değerinin düşmesi (yükselmesi) durumunda kısa vadede ihracatın ve şirket karlarının artacağı (azalacağı) bunun da daha yüksek (düşük) hisse senedi fiyatına yol açacağı ileri sürülmektedir. Bu modelde döviz kurundaki değişiklikler uluslararası rekabeti ve ticaret dengesini etkileyerek reel gelir ve üretimi etkiler. Hisse senedi fiyatları, genellikle firmanın gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değeri olarak anılır, döviz kuru değişikliklerine tepki verir ve gelecekteki getiri faiz oranı, haberler ve cari yatırımlar arasındaki ilişki ve tüketim kararını biçimlendirirler (Yang ve Doong, 2004: 140). Bu yaklaşım nedenselliğin döviz kurundan hisse senedi fiyatlarına doğru negatif korelasyon şeklinde oluştuğunu varsaymaktadır (Tian ve Ma, 2010: 493)¹.

Hisse senedi odaklı modele göre hisse senedi piyasası ile döviz kuru ilişkisi ülkenin finansal (önceleri sermaye) hesabı aracılığıyla açıklanmakta (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30) ve döviz kuru dinamiklerini belirlemek için finansal hesaba önemli rol biçilmektedir. Bu teoriye göre, portföy düzeltmeleri (Yabancı sermaye hareketleri-yabancı sermayenin giriş ve çıkışları) hisse senetleri fiyatları değiştiğinde meydana gelmekte, hisse senetleri yükselişe geçtiğinde daha fazla yabancı sermaye çekmektedirler. Bununla birlikte, hisse senetleri fiyatlarındaki düşüş, şirketin varlıklarını azaltarak ülkenin servetinde düşüşe yol açarlar. Bu durum paraya olan talebi azaltır ve para politikası otoritesi bu durumu iyileştirmek için faiz oranlarını düşürürler. Faiz oranları düştüğünde ise yabancı sermaye, görece olarak faizlerin yüksek olduğu başka bir ülkeye doğru yönelir ve dolayısıyla paranın değerinin düşmesine yol açar (Kutty, 2010: 4). Bu yaklaşım da nedenselliğin hisse senedinden

¹ Dolaylı kotasyon varsayımı ile geçerlidir. Direkt kotasyon olması durumunda pozitif ilişki söz konusudur.

döviz kuruna doğru ve aradaki ilişkinin pozitif olduğu kabul edilmektedir (Tian ve Ma, 2010: 493; Stavarek, 2005: 142).²

Finansal varlıkların değerini söz konusu varlıkların gelecekteki nakit akışları belirlediğinden, söz konusu varlıkların fiyat hareketlerinde (özellikle uluslararası piyasalarda tutulan) ilgili para biriminin değerine ilişkin beklentiler önemli rol oynamaktadır. Diğer bir deyişle göreceli döviz kuru hareketlerine yönelik beklentiler elde tutulan finansal varlıkların fiyatları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle hisse senedi fiyatını etkileyebilecek haberler döviz kuru dinamiklerini etkilemekte ve bunlardan etkilenmektedir (Yang ve Doong, 2004: 140). Örneğin yerel para yabancı para karşısında değer kaybettiğinde yatırımcılar yerel para cinsinden olan finansal varlıklardan değer kazanan yabancı para cinsinden olan varlıklara yönelmektedirler. Böylelikle yerel paranın değer kaybetmesi yerel hisse senedi piyasasının getirilerini azaltmaktadır.

5.4 Hisse Senedi ve Döviz Piyasaları Arasındaki İlişki Konusunda Yapılan Çalışmalar

Döviz kurları ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiler konusunda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmaların bir kısmında herhangi bir sonuca ulaşılamamıştır.

Önceki çalışmalarda hisse senedi getirisi ile döviz kuru arasındaki eşanlı ilişkiye yoğunlaşmışlardır. Aggarwal tarafından 1981 yılında ABD için yapılan çalışmada, ABD hisse senedi fiyatları ile ticaret rakamlarıyla ağırlıklandırılmış dolar değerinin pozitif yönlü hareket ettiği sonucuna ulaşılmıştır (Yang ve Doong, 2004: 140).

² Dolaylı kotasyon varsayımı ile geçerlidir. Direkt kotasyon olması durumunda negatif ilişki söz konusudur.

Solnik (1987) hisse senedi fiyatlarındaki değişiklikler ile döviz kurundaki değişiklikler arasında zayıf pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Giovannini ve Jordan tarafından 1987 yılında yapılan çalışmada ABD’de beklenen hisse senedi getirisi ve döviz kurlarının birlikte hareket ettikleri sonucuna ulaşmıştır (Kutty, 2010: 4).

Aggarwal’ın 1981 yılındaki çalışmasının aksine Soenen ve Hennigar (1988) ABD hisse senedi endeksi ile 15 ülkenin para birimi değeri ile ağırlıklandırılmış doların değeri arasında negatif ilişkiye rastlamıştır (Yang ve Doong, 2004: 140).

King ve Wadhwani (1990) 1987 krizini inceledikleri çalışmalarında, piyasaya özgü bilgi olması halinde bile, piyasalar arası bilgi geçişinin volatilité yoluyla geçtiğini, bilginin ekonomik değerinden bağımsız olarak, piyasalar diğer bir piyasada meydana gelen olaya reaksiyon gösterdiklerinde piyasalar arası bulaşma etkisinin oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Mao ve Kao 1990 yılında 6 sanayileşmiş ekonomideki yerel para değerindeki değişikliklerin hisse senedi fiyatı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada ihracat yapan şirketlerin hisse senetlerinin değerinin döviz kuru değişikliklerine çok duyarlı olduğu bulgusuna ulaşmış olup, söz konusu çalışmada yerel paranın değerinin artmasının yerli hisse senedi piyasasını, ihracata dayalı ekonomilerde ters yönlü, ithalata dayalı ekonomilerde ise aynı yönlü olarak etkilediği şeklindeki mal piyasası teorisiyle uyumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30).

Chiang (1991) döviz piyasasındaki artık getiri ile hisse senedi piyasasındaki getiri arasında korelasyon bulunduğunu ortaya koymuştur.

Bahmani-Oskooee ve Sohrabian (1992), ABD’de hisse senedi (S&P 500 endeksi) fiyatları ile döviz kurları arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını raporlamakla birlikte, Granger nedensellik testi uygulandığında bu iki değişken arasında iki yönlü nedensellik olduğunu ve aralarındaki ilişkinin kısa vadeli olduğunu raporlamışlardır.

Bartov ve Bodnar (1994) döviz kurundaki değişikliklerin gecikmeli değerlerinin firmanın güncel hisse senedi getirisini açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mukherjee ve Naka tarafından 1995 yılında yapılan çalışmada Tokyo hisse senedi piyasası ile döviz kuru arasındaki ilişkinin negatif olduğu sonucuna ulaşılmış olup bu sonuç mal piyasası teorisi ile uyumludur (Tian ve Ma, 2010).

Donnelly ve Sheeby (1996) döviz kuru ile büyük hacimli ihracat yapan şirketlerin piyasa değeri arasında eş anlı ilişkinin varlığına rastlamışlardır. Söz konusu çalışmada ayrıca, hisse senedi piyasası ile döviz kuru arasında gecikmeli bir ilişki olduğu, şöyle ki, hisse senedi piyasalarının döviz kuru değişikliklerinin tamamını zamanla fiyata yansıttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ajayi ve Mougoue (1996), sekiz gelişmiş ülkede bu iki değişken arasında uzun ve kısa dönemli ilişki bulmuşlardır. Söz konusu çalışmada hisse senetleri fiyatlarındaki artışın yerel para üzerinde negatif kısa vadeli ve pozitif uzun vadeli, paranın değerinin azaltılmasının ise hisse senedi piyasası üzerinde negatif uzun ve kısa dönemli etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Abdalla ve Murinde (1997) tarafından yapılan ve BVAR modeli kullanılarak dört ülkedeki hisse senetleri fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada Hindistan, Pakistan ve Kore'deki döviz kurlarının bu ülkelerdeki hisse senedi fiyatlarının Granger nedeni olduğu, ancak Filipinler için hisse senedi fiyatı ile döviz kuru arasında herhangi bir ilişki bulunmadığı sonucuna ulaşılmışlardır.

Ajayi vd. (1998) geliştirmekte olan ekonomilerde hisse senedi piyasasından döviz piyasasına doğru tek yönlü nedenselliğe ilişkin kanıtlar sunmuşlardır, ancak geliştirmekte olan ülkelerde bununla uyumlu bir sonuca ulaşamamıştır (Yang ve Doong, 2004: 140).

Ong ve Izan (1999) Avustralya ve gelişen 7 ülkeden oluşan bir grup ülke için yaptıkları çalışmada, döviz kuru ile hisse senedi fiyatları arasında zayıf ilişki olduğu şeklinde bulguya ulaşmışlardır

Chiang, Yong ve Wang 2000 yılında, ABD ve 9 Asya ülkesi için ulusal hisse senedi piyasalarındaki getiriler ile ulusal paranın değeri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, hisse senedi getirisi ve paranın değerinin arasındaki

ilişkinin 9 Asya ülkesi için pozitif olduğunu göstermişlerdir (Yang ve Doong, 2004: 140).

Kanas (2000) İtalya dışındaki diğer G-7 ülkelerini (ABD, Birleşik Krallık, Japonya, Almanya, Fransa ve Kanada) kapsama alarak, bir ülkedeki döviz kuru değişimi ile hisse senedi getirileri değişimi arasındaki bağımlılığı iki yönlü EGARCH modelini kullanmak suretiyle incelediği çalışmada; hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasında eşbütünleşme olduğu, Almanya dışındaki diğer ülkelerde hisse senedi piyasaları getirilerinin volatilitésinin döviz kuru değişikliklerine sıçrama yaptığı, hisse senetlerinden döviz kuruna olan sıçramaların simetrik olduğu, döviz kurundan hisse senedine olan sıçramadan tüm ülkeler için önemsiz olduğu, sonuçlarına ulaşmıştır. Bu bulgular finansal piyasaların entegrasyonunu destekler niteliktedir.

Ying Wu tarafından yapılan çalışmada (2000), Singapur para biriminin değerinin ABD doları ve Malezya Ringgit'i karşısında artırılmasının ve Japon Yeni ve Endonezya Rupiah'ı karşısında azaltılmasının 1990'lı yıllarda uzun dönemli olarak Malezya hisse senedi fiyatlarında artışa yol açtığı sonucuna varılmıştır (Tian ve Ma, 2010).

Nieh ve Lee (2001) G-7 ülkeleri için yaptıkları çalışmada, hisse senedi fiyatları ile döviz kurları arasında uzun dönemli ilişkinin bulunmadığı, hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasında kısa vadeli (bir günlük) ilişkinin bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Bodart ve Reding (2001) döviz kurunun hisse senetlerinin beklenen getirisi ve volatilitésini üzerinde önemli derecede etkili olduğunu, ancak döviz kurunun bu etkisinin, döviz kuru rejimi, döviz kurunun şoklarının yönü ve boyutuna bağlı olduğunu ileri sürmektedir.

Granger vd. (2000), Güney Kore'de döviz kurunun hisse senedi fiyatlarını pozitif korelasyon ile etkilediği, ancak Filipinler'de ise portföy yaklaşımı ile uyumlu olarak hisse senedi fiyatlarının döviz kurunu negatif korelasyon ile etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Yong ve İsa 2000 yılındaki çalışmalarında Malezya Ringgit'inin değer kaybetmesinin hisse senedi fiyatlarını negatif yönde etkilediğini ve Asya krizi sonrasında hisse senetleri fiyatında keskin bir düşüşe sebep olduğu sonucuna ulaşmış olup bu sonuçların kriz öncesi dönem sonuçlarıyla uyumlu olmadıklarını belirtmişlerdir (Tian ve Ma, 2010).

Fang ve Miller (2002) Kore piyasası için yerel para biriminin değerinin günlük olarak azaltılmasının Kore hisse senedi piyasası üzerindeki etkisini (1997 Asya finansal krizi sırasında) incelediği çalışmada; Kore döviz piyasası ile Kore hisse senedi piyasası arasında çift yönlü nedensellik olduğu, döviz kurunun azaltılmasının hisse senedi getirisini negatif olarak etkilediğini, döviz kuru volatilitésinin hisse senedi getirisini pozitif olarak etkilediğini, döviz kuru volatilitésinin hisse senedi getirisinin volatilitésini artırdığını ortaya koymuşlardır. Yine söz konusu çalışmada dışa açık küçük hisse senedi piyasasının döviz kuru hareketlerine karşı korunmasız olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Wongbangpo ve Sharma, Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland olmak üzere 5 Asya ülkesi için 2002 yılında yaptıkları çalışmada uzun dönemde döviz kurunun Endonezya, Malezya ve Filipinler'deki hisse senetleri fiyatıyla negatif orantılı, Singapur ve Tayland'daki hisse senetleri fiyatlarıyla pozitif orantılı ilişki içerisinde olduğu, söz konusu çalışmada ihracata dayalı piyasaların negatif ilişkiyi açıkladığını (Mal piyasası teorisi ile uyumlu) ileri sürmüşlerdir (Tian ve Ma, 2010).

Kasman (2003) tarafından Türkiye hisse senedi piyasası endeksi ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada her iki değişken arasında herhangi bir nedenselliğe raslanmadığı, ancak uzun dönemde aralarında istikrarlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Yang ve Doong (2004), Kanas'ın (2000) örneklemine İtalya'yı eklemek suretiyle G-7 ülkeleri üzerinde yaptıkları çalışmada, hisse senedi fiyatı hareketlerinin gelecekteki döviz kuru hareketleri üzerinde etkisinin olduğunu, fakat döviz kuru değişikliklerinin gelecekteki hisse senedi getirileri üzerinde daha az etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Stavarek (2005) hisse senetleri fiyatları ile döviz kuru arasında uzun vadeli bir ilişkiye rastlanmadığı, hisse senetleri fiyatlarından döviz kuruna doğru tek taraflı nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Sabri (2004) gelişmekte olan hisse senedi piyasalarının (Meksika, Güney Kore, Güney Afrika, Türkiye ve Malezya) özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, hisse senedi piyasası işlem hacmi ve döviz kurunun sırasıyla gelişmekte olan ülkelerdeki hisse senedi fiyat değişiklikleriyle en yüksek korelasyona sahip olduklarını ve dolayısıyla hisse senedi fiyat volatilitelerini en iyi tahmin etme kabiliyetine sahip değişkenler olduklarını ileri sürmüştür.

Murinde ve Poshakwale (2004) üç ülkeyi kapsama aldıkları çalışmalarında Euro öncesi dönemde Macaristan'da hisse senetleri fiyatlarının döviz kurunda hareketlenmelere neden olduğu, Polonya ve Çek Cumhuriyeti'nde bu iki değişken arasında karşılıklı etkilemenin söz konusu olduğu, Euro sonrası dönemde ise tüm bu ülkelerde döviz kurundan hisse senedi fiyatlarına doğru bir etkinin söz konusu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Adjasi ve Biekpe (2005) 7 Afrika ülkesindeki hisse senedi piyasası getirileri ile döviz kuru değişiklikleri arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, uzun dönemde döviz kuru düşüşlerinin bazı hisse senetleri piyasalarında hisse senedi fiyatı artışlarına neden oldukları, kısa dönemde döviz kuru düşüşlerinin hisse senedi getirilerini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Hisse senedi piyasalarının serbestleşmesinin döviz kuru ve hisse senedi fiyatları üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında Phylaktis ve Ravazzollo (2005), hisse senedi piyasası ile döviz piyasasının pozitif ilişki içerisinde olduklarını ortaya koymuşlardır.

Tabak (2006) Brezilya için yaptığı çalışmada, hisse senetleri fiyatları ile döviz kuru arasında uzun vadeli bir ilişki bulunmadığını, hisse senedi fiyatlarının döviz kurlarını ters yönde hareket ettirdiklerini belirtmiştir. Bu sonuç portföy dengesi yaklaşımını destekler niteliktedir.

Wickremasinghe (2006) tarafından Sri Lanka için yapılan çalışmada hisse senedi fiyatlarından ABD doları kuruna doğru tek taraflı bir etkinin varlığına rastlanmış olup, bu sonuç portföy dengesi yaklaşımı ile tutarlıdır.

Mishra vd. (2007) Hindistan hisse senedi piyasası ile döviz piyasası arasındaki volatilité sıçramasını konu ettikleri çalışmasında, S&P CNX NIFTY ve S&P CNX 500 hariç olmak üzere iki taraflı volatilité sıçramasının olduğunu, her iki piyasanın da eş zamanlı hareket ettiğini ve bu iki piyasa arasında uzun vadeli ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Horobet ve Ilie (2007) tarafından yapılan çalışmada döviz kurunun Romanya Merkez Bankası tarafından kontrol edildiği 2004 öncesi dönemde bir nedensellik ilişkisine rastlanmamış, ancak dalgalı kura geçilen 2004 sonrası dönemde nedenselliğe rastlanmış olup, söz konusu çalışmada döviz kurunun hisse senetlerini etkileyen önemli bir değişken olduğu hisse senetleri piyasasının gecikmeli olarak kurdaki değişikliklere tepki verdiği sonucuna ulaşmışlardır (Tian ve Ma, 2010).

Alaganar ve Bhar (2007) döviz kuru değişikliklerinin birinci ve ikinci sıra etkilerinin ABD’de işlem gören Dünya Hisse Senedi Gösterge Serisi (World Equity Benchmark Series - WEBS)³ üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada, döviz kuru belirsizliğinin WEBS getirisinin belirlenmesinde fiyatlanmış bir faktör olduğu, döviz kuru bilgilerinin ikinci momentlerinin hisse senedi piyasasındaki çeşitlendirmede önemli bir faktör olduğu, döviz kuru riskinin getiri içerisinde fiyatlandığı ve döviz kuru volatilitésinin yatırımcılar için önemli olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Adjasi, Harvey ve Agyapong (2008) tarafından Gana hisse senedi piyasası ve döviz kuru üzerinde yapılan çalışmada hisse senedi piyasası getirisi ile döviz kuru volatilitésini arasında negatif yönlü ilişkinin varlığına rastlanmıştır.

³ Morgan Stanley Capital International (MSCI) Endeksi ile ilişkili uluslararası hisse senetlerini takip eden WEBS’ler göreceli olarak yeni bir varlık türüdür. Her bir seri ABD dışındaki yabancı hisse senetlerine yatırım yapan çeşitlendirilmiş portföylerden oluşmaktadır.

Choi vd. (2009) tarafından yapılan çalışma sonucunda Yeni Zelanda hisse senedi piyasası volatilitésinin araştırma kapsamına alınan döviz kurlarına doğru sıçrama gösterdiği, sadece Yeni Zelanda Para birimi - ABD doları kurunun volatilitésinin hisse senedi piyasasına sıçrama yaptığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Rahman ve Uddin (2009) tarafından gerçekleştirilen ve güney Asya ülkelerinden Bangladeş, Hindistan ve Pakistan için hisse senedi fiyatları ile döviz kurları arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, bu ülkelerdeki döviz kurları ve hisse senetleri fiyatları arasında bütünleşme ve nedensellik ilişkisi (her iki yönlü) olmadığı sonucuna varılmıştır.

Fedorova ve Saleem (2009) gelişmekte olan doğu Avrupa ülkelerinin (Rusya, Polonya, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti) hisse senedi ve döviz piyasaları arasındaki ilişkiyi de inceledikleri çalışmasında, döviz piyasasından hisse senedi piyasasına doğru tek yönlü volatilité sıçraması olduğu sonucuna varmışlardır.

Kutty (2010) Meksika için hisse senedi fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında kısa vadede hisse senetlerinin döviz kurunu etkilediğini ancak uzun vadede söz konusu değişkenler arasında bir ilişki olmadığını belirtmiştir.

Agrawal vd. (2010) tarafından Hindistan hisse senedi endeksi NIFTY fiyatları ile döviz kuru arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmada bu iki değişken arasında negatif korelasyon bulunduğu, ayrıca endeks getirisinden döviz kuruna doğru olan bir nedensellik ilişkisinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tian ve Ma (2010) Çin için döviz kuru ile hisse senedi piyasası performansı arasındaki ilişkiyi konu ettikleri çalışmada, döviz kurunun hisse senedi piyasasının pozitif korelasyonu içerecek şekilde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Sekmen (2011) ABD hisse senedi piyasası getirileri ile döviz kuru arasındaki ilişkileri incelediği çalışmasında, döviz kuru volatilitésinin hisse senedi getirilerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Döviz kurları ile hisse senedi fiyatları arasındaki ilişki konusunda yapılan çok sayıda çalışma sonucunda, söz konusu iki değişken arasındaki ilişkinin varlığı ve yönü konusunda çok farklı sonuçlara ulaşılmıştır (Kutty, 2010: 4). Özetlemek gerekirse hisse senedi fiyatı ve döviz kuru arasındaki ilişki konusunda teorik anlamda bir uzlaşma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu konuda yapılan çalışmalarda, her iki değişken arasında ilişki bulunup bulunmadığı, ilişki var ise yönünün tek taraflı veya iki taraflı olduğu, tek taraflı ise hangi değişkenden diğerine doğru olduğu, söz konusu ilişkinin negatif mi yoksa pozitif mi olduğu hususunda net bir sonuca ulaşılmamış olup, yukarıda sayılan olasılıkların her birini doğrulayan sonuçlar mevcuttur.

Frank ve Young (1972), Aggarwal (1981), Giovannini ve Jordan (1987), Solnik (1987), Smith (1992), Koutmoa vd. (1993) Chiang, Yong ve Wang 2000, Chortareas vd. (2000), Phylaktis ve Ravazzolo (2000), Granger vd. (2000), Abdalla ve Murinde (1997), Apte (2001), Mishra (2004), Adjasi, Harvey ve Agyapong (2008) ve Tian ve Ma (2010) tarafından yapılan çalışmalarda döviz kurları ile hisse senetleri fiyatları arasında önemli nitelikteki pozitif ilişkinin varlığına rastlanmıştır (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30; Yang ve Doong, 2004: 140).

Buna karşın, Mukherjee ve Naka (1995), Soenen ve Hennigar (1998), Mao ve Kao (1990), Ajayi ve Mougoue (1996), ve Tabak (2006) tarafından yapılan çalışmalarda bu iki değişken arasında önemli nitelikteki negatif ilişkinin varlığına rastlanmıştır (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30; Tian ve Ma, 2010).

Diğer taraftan Frank ve Young (1972), Bartov ve Bodnar (1994), Ong ve Izan (1999) ve Nieh ve Lee (2001), Rahman vd. (2009) ve Kutty (2010) tarafından yapılan çalışmalarda ise bu iki değişken arasında ya çok zayıf bir ilişkiye ulaşılmış ya da bir ilişki bulunamamıştır (Kutty, 2010: 4).

Nedensellik açısından bakıldığında ise çalışmaların çoğunda (Bahmani-Oskooee ve Sohrabian, 1992; Morley ve Pentecost, 2000; Ibrahim, 2000; Kanas, 2000; Fang ve Miller, 2002; Murinde ve Poshakwale, 2004) karışık sonuçlara ulaşılmıştır (Adjasi, Harvey ve Agyapong, 2008: 30).

5.5 Türkiye ve ABD’deki Volatilite Endeksleri ile Döviz Kurları Arasındaki İlişkinin Araştırılmasına Yönelik Uygulama

5.1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Önceki bölümlerde de değinildiği üzere hisse senedi getirileri ile döviz kuru değişimleri arasındaki ilişki konusunda yapılan çalışmalarda genellikle, döviz kuru değişimleri ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişki, döviz kuru değişimlerinin volatilitesi ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişki, döviz kuru değişimleri ile hisse senedi getirilerinin volatilitesi arasındaki ilişki, döviz kuru değişimlerinin volatilitesi ile hisse senedi getirilerinin volatilitesi arasındaki ilişki konularında olup, ayrıca her iki değişkendeki değişim ve volatiliteler nedensellik ilişkisi yönünden incelemeye konu edilmiştir.

Bu çalışmada, döviz kuru değişimleri ve döviz kuru değişimlerinin volatilitesi ile hisse senedi getirilerinin volatilitesi arasındaki ilişki inceleme kapsamına alınmaktadır. Ancak bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak hisse senedi getirilerinin volatilitesi yerine hisse senedi piyasalarındaki volatilite göstergesi olarak kabul edilen volatilite endeksi kullanılmaktadır. Bu bölümdeki ampirik çalışma, önceki bölümde oluşturulan Türkiye volatilite endeksi (TRVIX) ile Türk Lirası ABD Doları (USD/TL) kuru ve en çok bilinen volatilite endeksi olan VIX endeksi ile ABD piyasasındaki döviz kuru bilgileri kullanılarak; Türkiye ve ABD piyasası verileri ile gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma sonucu elde edilen bulgular hisse senedi volatilitesi ile döviz kuru değişimi ve volatilitesi arasındaki ilişkiler konusunda yapılmış çalışma sonuçları ile karşılaştırılacaktır. Böylece volatilite endeksi ile döviz kuru arasındaki ilişki ampirik olarak inceleme kapsamına alınacaktır.

Volatilite endeksi hisse senedi piyasasına ilişkin piyasa beklentilerini yansıttığından dolayı, piyasa katılımcılarının geleceğe yönelik beklenti oluştururken tüm bilgileri ve dolayısıyla döviz piyasası bilgilerini de kullandıkları düşünülmektedir. Diğer tarafta bakılacak olursa volatilite endeksleri piyasanın ileriye yönelik beklentilerini oluşturduğundan bu beklentilerin döviz kurunu da etkilemesi ve

şekillendirmesi olası olarak görünmektedir. Bu nedenle döviz kuru değişimi ve volatilitesi ile volatilité endeksi arasında bir ilişki olması beklenmektedir.

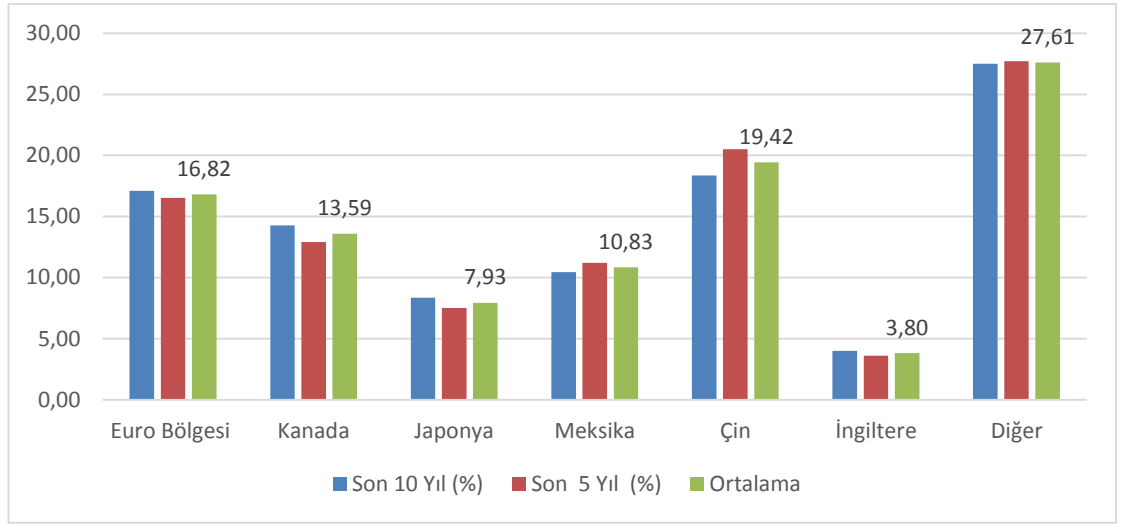
Bu çalışmada ABD döviz kuru volatilitésinin otoregresif modeller (GARCH vb tipi) yoluyla elde edilmesi planlanmış olmakla birlikte, döviz kuru verilerinde ARCH etkisine rastlanmaması nedeniyle bu modellerin kullanılma imkanı elde edilememiştir. Bu nedenle tarihi volatilité (standart sapma) kullanılmıştır. USD/TL döviz kuru volatilitesi ise Diebold ve Yılmaz (2007) esas alınarak ARMA(3:2) modelinin hatalarından elde edilmiştir. Çalışmada USD/TL döviz kuru değişimi ile Türkiye volatilité endeksi değişimi, USD/TL döviz kuru volatilitesi ile Türkiye volatilité endeksi değişimi, ABD döviz kuru değişimleri ile VIX endeksi değişimi ve ABD döviz kuru volatilitesi ile VIX endeksi değişimi arasındaki ilişki ayrı ayrı araştırılmıştır. Öncelikle eşbütünleşme modelleri aracılığıyla bu modele uygun değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin bulunamaması veya değişkenlerin eşbütünleşme modeli ile incelenmeye uygun olmaması durumunda, VAR modeli ve Granger nedensellik testi ile Türkiye ve ABD'deki volatilité endeksleri ve döviz kurları arasındaki ilişki nedensellik ilişkisini de içerecek şekilde ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

5.1.2. Kullanılan Veri Setinin Özellikleri

Bu bölümdeki ampirik çalışmada kullanılan Türkiye volatilité endeksi, TRVIX, Borsa İstanbul VİOP'ta işlem gören opsiyonların fiyatları kullanılarak 4. bölümde anlatılan metodoloji kullanılarak oluşturulmuştur. USD/TL kuru değerleri ise TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi aracılığıyla temin edilen ABD Doları günlük efektif alış kuru değerleridir. ABD hisse senedi piyasasının volatilitésini göstermek üzere söz konusu piyasadaki önde gelen volatilité endeksi olan VIX endeksinin günlük kapanış verileri kullanılmıştır. Söz konusu veriler CBOE'nin www.cboe.com adresli internet sitesinden edinilmiştir. ABD döviz kuru değerlerini temsilen ise ABD Dolarının, ABD'nin en çok ticaret yaptığı altı para birimi karşısındaki değerinin söz konusu para birimleri aracılığıyla yapılan ticaret oranları kullanılarak

ağırlıklandırılmasıyla hesaplanan sepet kur esas alınmıştır. Sepet kur zaman serisi 02.01.2004 tarihi baz (100) alınarak hesaplamalar yapılmıştır. ABD doları ile ABD'nin en çok ticaret yaptığı altı para birimi arasındaki değişim oranları (kur değerleri) ABD Federal Rezerv Bankası'nın (FED) www.federalreserve.gov adresli internet sitesinden edinilmiştir. Yine FED'in internet sitesinden elde edilen ABD ve diğer ülkelerin ticaret rakamlarına ilişkin bilgi aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

Grafik 5.1: ABD'nin Ticaret Ortaklarına İlişkin Oranlar



Yukarıdaki grafikte son on yıllık, son beş yıllık ve son on yıl ile son beş yılın ortalama rakamları esas alınarak ABD'nin ticaret ortaklarının ABD ile gerçekleştirdikleri toplam ticaret hacmi içindeki paylarına ilişkin bilgiye yer verilmektedir. Grafikteki (5.1) verilere bakıldığında son beş yılda, önceki beş yıla göre Euro Bölgesi ülkeleri, Kanada ve İngiltere'nin ABD toplam ticareti içerisindeki payı azalırken; Çin ve Meksika'nın ABD toplam ticareti içerisindeki payı artmaktadır. Bu nedenle, söz konusu artış ve azalışı yumuşatmak amacıyla son on yıl ve son beş yıl rakamlarının ortalaması alınmıştır. Söz konusu verilere göre ABD'nin altı para birimi ile yaptığı ticari işlemler ABD toplam ticaretinin %72,39'unu oluşturmaktadır. Bu nedenle ABD döviz kuru verisi oluştururken ABD doları ile en fazla ticaret yapılan altı para birimi arasındaki değişim oranları, ABD ile yapılan ortalama ticaret oranı esas alınmak suretiyle ağırlıklandırılmışlardır.

Finansal çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığı üzere, bu çalışmada da USD/TL döviz kuru volatilitesi dışındaki veriler logaritmik biçime dönüştürülerek kullanılmıştır. Logaritmik fiyat verileri farkları alındığında getiri serilerine dönüşme özelliğine sahiptirler.

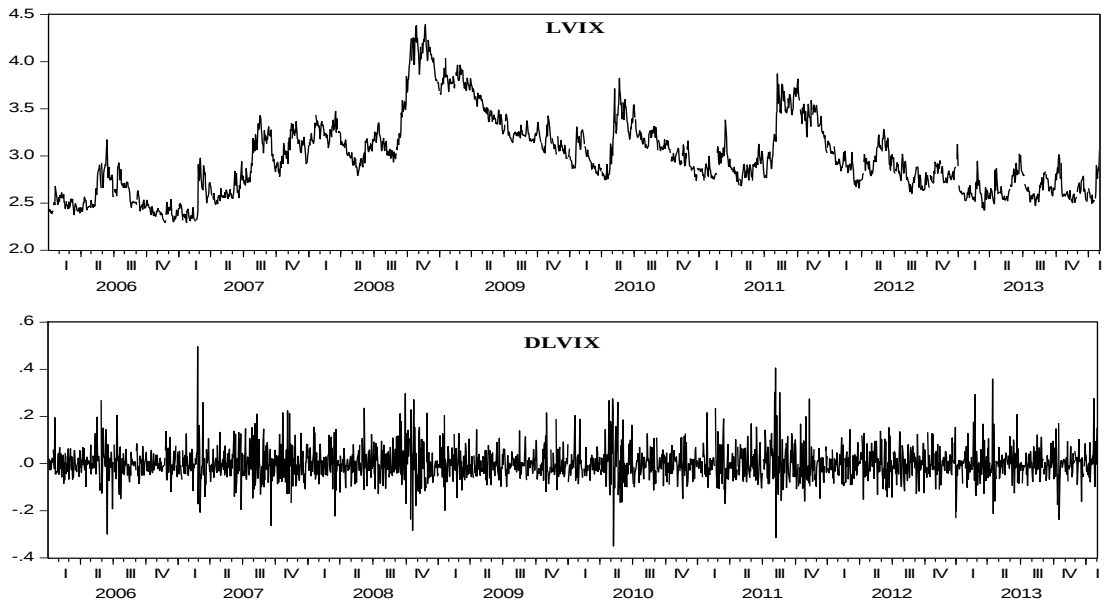
Bu bölümdeki ampirik çalışmada kullanılan verilere ilişkin özet bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 5.1: Kullanılan Verilere İlişkin Bilgiler

Veri Adı	Kısaltma	Dönem	Kaynak
ABD Döviz Kuru	USD	01.02.2004-02.03.2014	www.federalreserve.gov ;
ABD Döv. Kuru Volatilitesi	VOLUSD	01.03.2006-02.03.2014	Hesaplama
VIX Volatilite Endeksi	VIX	01.02.2004-02.03.2014	www.cboe.com
USD/TL Kuru	USD/TL	05.04.2013-28.02.2014	www.tcmb.gov.tr
USD/TL Kuru Volatilitesi	VOLUSD/TL	05.04.2013-28.02.2014	Hesaplanmıştır.
TRVIX Endeksi	TRVIX	05.04.2013-28.02.2014	Hesaplanmıştır.

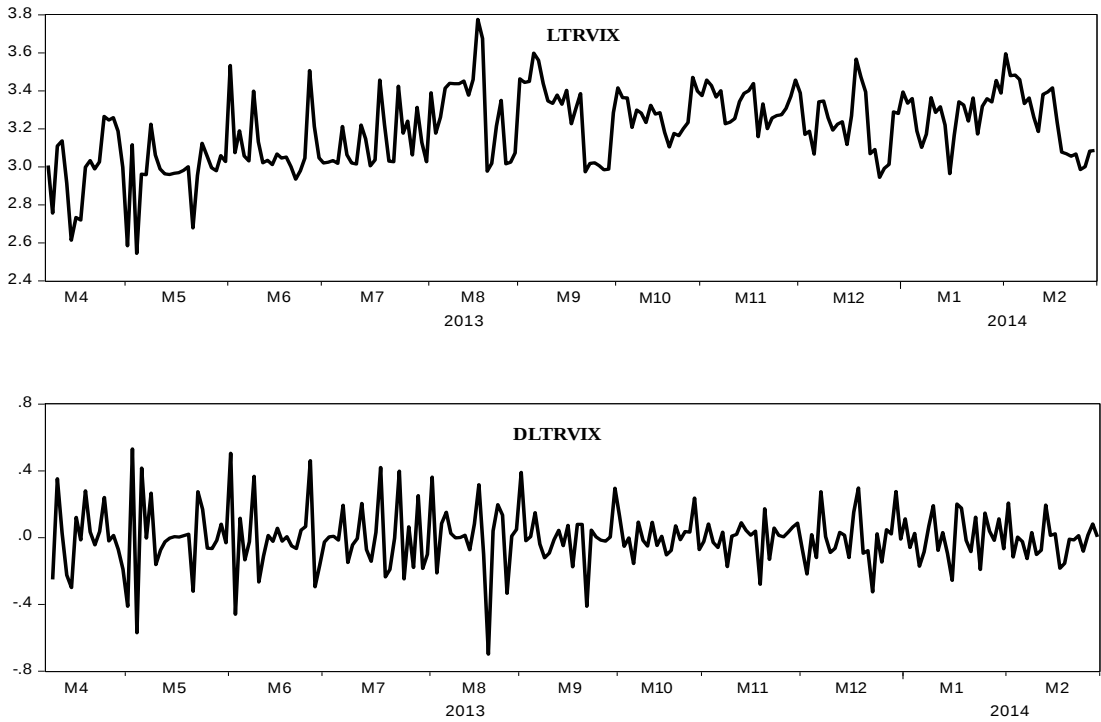
VIX Endeksi verilerine ilişkin grafiğe (Grafik-5.2) baktığımızda, söz konusu verilerin düzey logaritmik değerlerinin dalgalı bir seyir izlediği, birinci farkı alındığında dalgalı görünümünün azalış gösterdiği görülmektedir.

Grafik 5.2: ABD Volatilite Endeksi Verilerine İlişkin Bilgiler



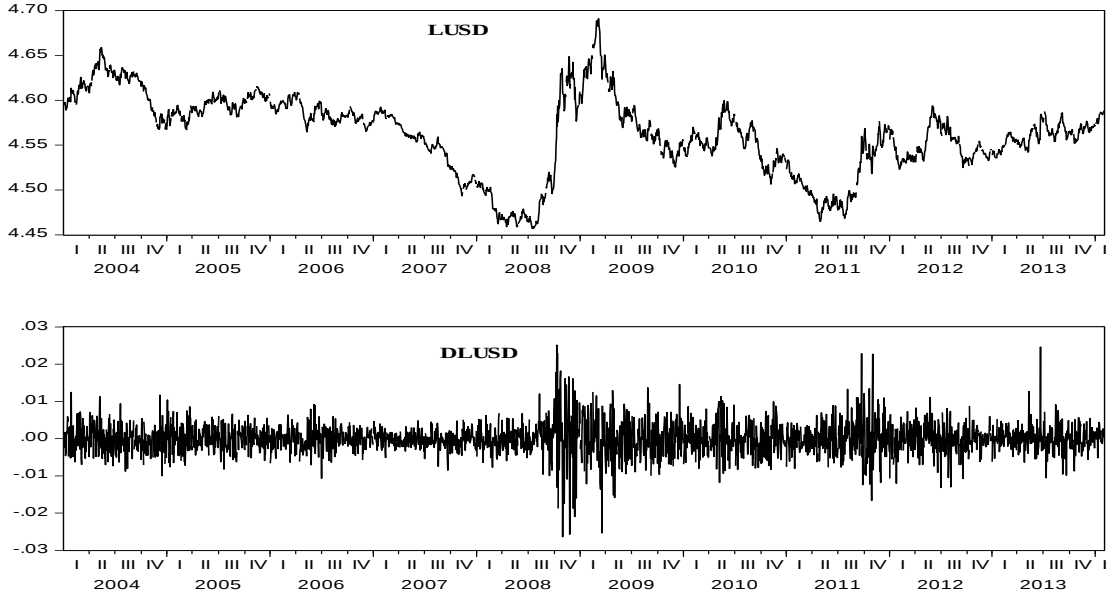
Türkiye volatilité endeksi verilerine ilişkin grafik incelendiğinde (Grafik-5.3) söz konusu verilerin düzey logaritmik değerlerinin (LTRVIX) oldukça dalgalı görünümde olduğu, ancak birinci farkları alındığında (DLTRVIX) söz konusu dalgalanmanın nispeten azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. Türkiye volatilité endeksi ile ABD volatilité endeksi karşılaştırıldığında ilki daha dalgalı bir görünüm göstermektedir. Ancak her iki volatilité endeksi grafiklerinin dönemi farklıdır. VIX endeksi 2006-2013 dönemini kapsıyorken, TRVIX 05.04.2013 ile 28.02.2014 dönemini kapsamaktadır.

Grafik 5.3: Türkiye Volatilité Endeksi Verilerine İlişkin Bilgiler



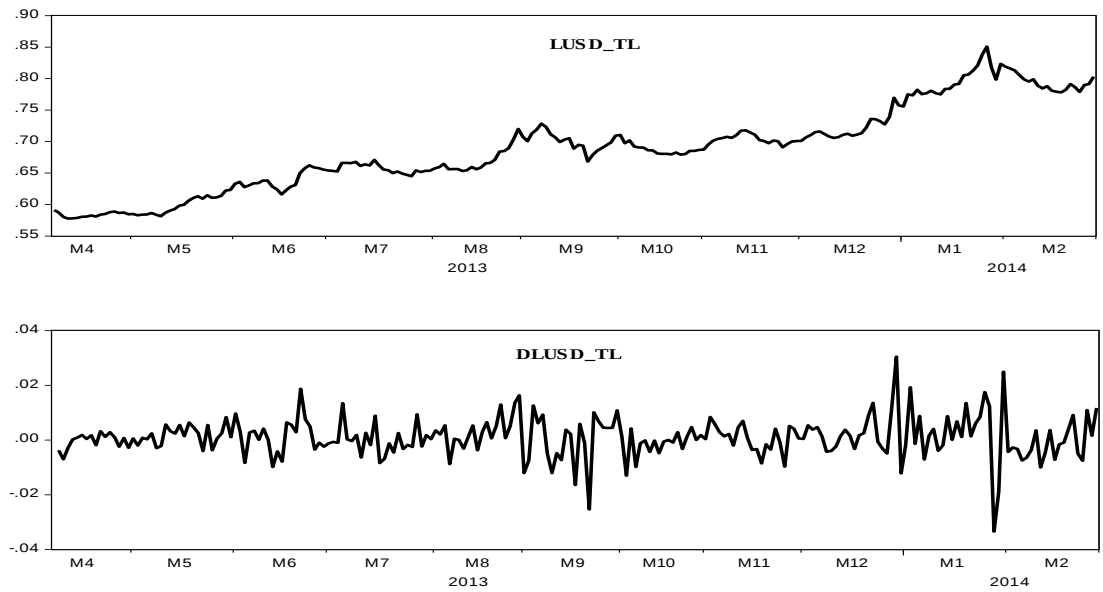
ABD döviz kuru verilerine ilişkin aşağıdaki grafik incelendiğinde (Grafik-5.4) söz konusu verilerin düzey logaritmik değerlerinin (LUSD) yine dalgalı bir görünümde olduğu, ancak birinci farkları alındığında (DLUSD) bu dalgalanmanın azaldığı anlaşılmaktadır.

Grafik 5.4: ABD Döviz Kuru Verilerine İlişkin Bilgiler



USD/TL döviz kuru verilerine ilişkin grafik incelendiğinde (Grafik-5.5) söz konusu verilerin düzey logaritmik değerlerinin (LUSD/TL) yukarı doğru bir trend içerisinde oldukları, ancak fark alınması sonrasında (DLUSD/TL) görünümünde değişim olduğu görülmektedir.

Grafik 5.5: USD/TL Döviz Kuru Verilerine İlişkin Bilgiler



5.1.3. Tanımsal İstatistikler

Bu bölümdeki ampirik çalışmada kullanılan döviz kuru ve volatilité endeksi verilerinin özellikleri hakkında bilgi edinmek amacıyla söz konusu verilere ilişkin tanımsal istatistikler aşağıdaki gibidir.

Tablo 5.2: ABD Verilerine İlişkin Tanımsal İstatistik Bilgiler

	LVIX	LUSD	LVOL	DLVIX	DLUSD	DLVOL
Ortalama (Mean)	2,914540	4,562113	-3,329978	6,46E-05	-0,0000039	0.000367
Medyan (Median)	2,838786	4,566329	-3,146610	-0,005639	-0,0000033	-0.000156
En yüksek değér (Max.)	4,392719	4,691096	-3,059696	0,496008	0,025161	0.005799
En düşük değér (Min.)	2,291524	4,456704	-3,990674	-0,350588	-0,026416	-0.000920
Standart sapma (Std. Dev.)	0,389385	0,043058	0,340834	0,067731	0,004239	0.001113
Çarpıklık (Skewness)	0,981062	-0,316193	-1,145564	0,706024	0,081367	1.967398
Sivrilik (Kurtosis)	3,814111	42,54218	2,486620	7,247302	7,790940	6.341211
Jarque-Bera	473,8344	0,000000	463,9963	2102,678	2410,942	2241.620
Olasılık	0,000000	0,000228	0,000000	0,000000	0,000000	0.000000

Yukarıdaki tablodan (Tablo 5.2) görüleceğı üzere LVIX'in ortalaması 2,914540 iken, LUSD'nin ortalaması 4,562113'dür. Bu durum her iki serinin artış (pozitif) yönlü bir değışim içinde olduklarını göstermektedir. LVIX'in standart sapması 0,389385 iken LUSD'nin 0,043058 düzeyinde olup, bu değérler LVIX'in LUSD'ye göre daha oynak olduğunu göstermektedir. Sivrilik ve çarpıklık değérlerine bakıldığında LVIX endeksinin serinin sağa çarpık, LUSD'nin ise sola çarpık ve sivri bir yapı gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 5.3: Türkiye Verilerine İlişkin Tanımsal İstatistik Bilgiler

	LTRVIX	LUSD/TL	VLUSD/TL	DLTRVIX	DLUSD/TL	DVLUSD/TL
Ortalama (Mean)	3,197028	0,687949	0,0000045	0,000353	0,000946	0,000005
Medyan (Median)	3,212034	0,686827	0,0000015	0,003522	0,000839	0,000006
En yüksek değér (Max.)	3,775540	0,850664	0,001136	0,530815	0,030427	0,001062
En düşük değér (Min.)	2,544755	0,577624	0,000001	-0,698314	-0,033442	-0,000887
Standart sapma (Std. Dev)	0,199632	0,066354	0,00010	0,171211	0,007163	0,000139
Çarpıklık (Skewness)	-0,253968	0,272495	6,198336	-0,042450	-0,162646	0,913201
Sivrilik (Kurtosis)	3,275388	2,407437	52,99363	5,138923	7,022941	27,63988
Jarque-Bera	3,129723	6,076348	24.540,62	42,76721	152,0388	5.621,315
Olasılık	0.209117	0.047922	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Türkiye verilerine ilişkin tablodan (Tablo 5.3) görüleceği üzere LTRVIX'in ortalaması 3,19 iken, LUSD/TL'nin ortalaması 0,687'dir. Bu durum her iki serinin pozitif yönlü bir değişim içinde olduklarını göstermektedir. LTRVIX'in standart sapması 0,1996 iken LUSD/TL'nin 0,066 düzeyinde olup, bu değerler LTRVIX'in LUSD/TL'ye göre daha oynak olduğunu göstermektedir. Sivrilik ve çarpıklık değerlerine bakıldığında Türkiye volatilité endeksinin sola çarpık, döviz kurunun ise sağa çarpık bir yapı gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yine bir normallik testi olan Jarque - Bera (1987) testi sonuçlarına bakıldığında, ABD verileri için serilerin normal olduğunu belirten boş (H_0) hipotezinin reddedildiği, ancak Türkiye verileri için %1 anlamlılık düzeyinde boş hipotezin reddedilemediği anlaşılmaktadır.

5.1.4. Birim Kök Araştırması

Uygulama çalışmasında kullanılan veriler zaman serisi olduğu için zaman serilerinde sıklıkla karşılaşılan durağan olunmaması hususunun test edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan her bir zaman serisinde birim kök (unit root) varlığı aranmıştır.

Akademik literatürde yayınlanmış çoğu ekonometrik çalışma tarafından makroekonomik değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin incelenmesi için koentegrasyon (eş bütünleşme) modeli önerilmektedir. Bu çerçevede bazı ekonomistler tarafından farklardan ziyade ekonomik değişkenlerin düzey değerleriyle regresyon modeli oluşturulması da önerilmektedir. Plosser ve Schwert (1978: 637), ekonomik değişkenlerin düzey değerleri kullanılarak zaman serisi regresyon modeli uygulandığında yüksek R^2 değerine sahip güçlü bir ilişki ortaya çıkabileceğini, fakat aynı modelin değişkenlerin fark değerleriyle gerçekleştirildiğinde söz konusu ilişkinin ihmal edilebilir düzeyde olabildiğini ifade etmişlerdir. Granger ve Newbold (1974), durağan olmayan zaman serilerinin düzey değerlerinin kullanılmasının zaman

boyunca sabit olmayan ortalama ve düşük Durbin Watson katsayısı ile birlikte aralarında yüksek otokorelasyon olan hata terimlerinin varlığına yol açacağını ileri sürerek, regresyon işlemi yapılmadan önce durağan olmayan her bir değişkenin durağanlaşınca kadar farklarının alınması gerektiğini belirtmişlerdir (Kutty, 2010: 5). Çünkü farkı alınmamış değişkenlerle yapılan regresyon işlemi sonucunda hata terimi durağan olmayacaktır. Bu nedenle ekonomik ve finansal verilerde değişkenlerin düzey değerleri yerine fark değerleriyle çalışmak önerilmektedir. Fark alınması sonucunda durağanlaşan serilerde, regresyon işlemi sonucunda elde edilen göstergelerin sapmalı olmasına yol açacak otokorelasyon, oynak varyans vb. sorunların ortaya çıkması önlenmektedir.

Yukarıda açıklanan nedenlerle bu çalışmada verilerin durağan olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla birim kök testi uygulanmıştır. Serilerin durağanlığını ölçmeye yarayan başlıca testler, Dickey Fuller Testi (DF), Augmented Dickey Fuller Testi (ADF), Phillips Perron Testi (PP) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin Testi (KPSS) olarak sıralanabilir. DF, ADF ve PP testlerinde boş hipotez (H_0) “serilerde birim kök olduğu” şeklinde olup, t-istatistik değerlerinin kritik değerlerin üzerinde olması durumunda boş hipotez red edilecektir. Bu durumda düşük güçteki birim kök testlerinde boş hipotezi red etmek kolay olmayabilecektir. Bu yüzden Kwiatkowski vd. (1992) boş hipotezi “serinin durağan olduğu”, alternatif hipotezi (H_1) ise “serilerde birim kök olduğu” şeklinde olan KPSS testini önermişlerdir.

Bu çalışmada birim kök araştırılması için ADF test istatistiğinden yararlanılmıştır. Her bir veriye ilişkin test sonuçları Tablo:5.4’te özetlenmiştir.

Söz konusu tablodan da (Tablo:5.4) görüleceği üzere ADF test sonuçlarına göre; VIX, USD, VOLUSD, TRVIX ve USD/TL değişkenlerinin düzey değerlerinde birim köke rastlanmış olup, bu değişkenlerin birinci farkları alındığında ise durağanlaştıkları ve birim kökten kurtuldukları görülmüştür. Yine ADF test sonucuna göre VOLUSD/TL değişkeninde ise düzey değerinde birim köke rastlanmamış olup, durağan olduğu görülmüştür.

Tablo 5.4: Kullanılan Verilere İlişkin ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenin Adı	Düzy/Fark	Test sonucu*	ADF t-değeri	Olasılık (p)
VIX	Log Düzy	Birim Kök Var	-0,215529	(0,6087)
	Log Fark	Birim Kök Yok	-36,56984	(0,0000)
USD	Log Düzy	Birim Kök Var	-0,073277	(0,6583)
	Log Fark	Birim Kök Yok	-45,93106	(0,0001)
VOLUSD	Log Düzy	Birim Kök Var	-0,362529	(0,5543)
	Log Fark	Birim Kök Yok	-4,937072	(0,0000)
TRVIX	Log Düzy	Birim Kök Var	-0,197539	(0,6141)
	Log Fark	Birim Kök Yok	-13,07036	(0,0000)
USD/TL	Log Düzy	Birim Kök var	1,916253	(0,9869)
	Log Fark	Birim Kök Yok	13,99447	(0,0000)
VOLUSD/TL	Düzy	Birim Kök yok	-6,213913	(0,0000)

* Gecikme sayısının tespitinde Schwarz kriteri (Schwarz Information Criteria-SIC) kullanılmıştır

Yukarıdaki tablodan yer alan sonuçlara göre ABD piyasası verilerinin (USD, VIX ve VOLUSD) tamamı ve Türkiye verilerinden TRVIX ve USD/TL kuru kullanılmak suretiyle bu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki eşbütünleşme modeli yardımıyla araştırılabilirinecektir.

Ancak USD/TL kuru volatilitesi değişkeni düzeyde durağan olduğundan bu değişken ile TRVIX değişkeni arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı eşbütünleşme modeli yardımıyla araştırılamayacaktır. TRVIX değişkeni durağanlaştırıldıktan sonra TRVIX ile USD/TL döviz kuru volatilitesi arasındaki kısa dönemli ilişki VAR modeli ile araştırılacaktır. Ayrıca eşbütünleşme modeli sonucunda aralarında uzun dönemli ilişki tespit edilememesi halinde, bu değişkenler arasındaki ilişki söz konusu değişkenlerin durağanlaştırılmış değerleri ile VAR modeli kurularak araştırılacaktır.

5.1.5. Eşbütünleşme Analizi

Eş bütünleşme testi iki değişken arasındaki uzun dönemli ilişkinin veya denge ilişkisinin varlığı üzerine çalışmak için kullanılan bir modeldir. Normal koşullarda aralarındaki ilişki araştırılacak olan iki veya fazla değişken durağan değilse, söz konusu değişkenler durağanlaşincaya kadar farkları alınarak durağanlaştırılır, daha

sonra aralarındaki ilişki incelenir. Ancak bu şekildeki işlemler istatistiki olarak geçerli olmalarına rağmen, fark alınma sonrası yapılan modelleme uzun dönemli ilişkiyi ortaya koyma kabiliyetine sahip değildir (Brooks, 2008: 338). Bu nedenle uzun dönemli ilişkinin varlığının araştırılması için değişkenlerin düzey değerleri kullanılmaktadır. Çünkü, iki veya daha fazla değişken ayrı ayrı olarak durağan olmamalarına rağmen, söz konusu değişkenlerin doğrusal bileşimi zamanla değişmeyen bir takım karakteristikler göstermek suretiyle durağan olabilir. Bu durumda söz konusu değişkenler arasında eş bütünleşmeden sözedilebilir.

Normal koşullarda, düzey değerleri durağan olmayan (birim kök içeren) iki değişken (X ve Y) arasında $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$ şeklinde bir ilişki kurulursa hata terimleri yalnız bırakıldıklarında ($u_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t$), bu değişkenlerin doğrusal bileşimini gösterirler. Birinci derecede [birinci farkta-I(1)] durağanlaşan değişkenlerin doğrusal bileşimi olan hata terimlerinin de birinci derecede durağan olması beklenir, ancak değişkenler eş bütünleşik ise bu durumda hata terimleri düzeyde durağanlık [I(0)] gösterir (Brooks, 2008: 336).

Bu çalışmada kullanılan ABD verilerinden VIX Endeksi ile ABD döviz kuru değişimi ve ABD döviz kuru volatilitesi, Türkiye verilerinden ise TRVIX Endeksi ile USD/TL kuru değişimi değişkenleri arasındaki ilişki, söz konusu değişkenler düzeyde durağan olmayıp birinci farkları alındığında durağanlaştıklarından dolayı, eşbütünleşme modeli yoluyla incelenebilecektir. Söz konusu incelemeye ilişkin bilgiler izleyen alt bölümlerde yer almakta olup, eşbütünleşme testinin gerçekleştirilmesinde Engle-Granger iki aşamalı yaklaşımı benimsenmiştir.

5.1.5.1. VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru (Volatilitesi ve Değişimi) Arasındaki İlişkinin ve Eşbütünleşme Modeli ile İncelenmesi

VIX endeksi ile ABD döviz kuru (volatilitesi ve değişimi) arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmanın yolu bu iki değişken arasında eşbütünleşme olup olmadığının araştırılmasıdır. Ancak eşbütünleşmenin araştırılmasının ön koşulu bu iki değişkenin düzeyde birim köke sahip olmaları ve aynı derecede durağan hale

gelmeleridir. Çalışmada kullanılan VIX endeksi ile döviz kuru (volatilitesi ve değişimi) değişkenlerinden her biri düzeyde birim köke sahip olup, birinci farkları alınınca durağan hale gelmişlerdir. Bu durumda bu değişkenler arasında eşbütünleşme testi yoluyla uzun dönemli ilişki araştırılabilecektir.

5.1.5.1.1. Regresyon Denklemlerinin Oluşturulması

Eşbütünleşme testi için öncelikle değişkenlerin düzey değerleri doğrusal regresyon modeline dahil edilecek, daha sonra bu modelden elde edilen hata terimlerinin durağan olup olmadıkları test edilecektir. Buna göre, VIX endeksini Y ile, döviz kuru volatilitesi X ile, döviz kuru değişimini Z ile gösterdiğimizde doğrusal regresyon denklemlerimiz aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + \varepsilon_t \quad \text{veya} \quad Y_t = b_0 + b_1 Z_t + \varepsilon_t \quad (5.1)$$

Yukarıdaki denklemlerden elde edilecek sonuçlarda katsayılar dışındaki herhangi bir parametrenin istatistiki anlamlılığının irdelenmesinin istatistiksel açıdan bir geçerliliği bulunmamaktadır (Brooks, 2008: 365).

VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi regresyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$Y = 0,381215 * X + 3,340334$$

Söz konusu denklemdeki 0,381215 değerini alan katsayı VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi göstermektedir. VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi arasındaki uzun dönem ilişkisi ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuca (Ek:5.1) ilişkin özet bilgiler aşağıdaki tabloda (Tablo: 5.5) yer almaktadır.

Tablo 5.5: VIX Endeksi ile Döviz Kuru Volatilitesi Regresyon Denklemine İlişkin Özet Sonuçlar

Bağımlı Değişken: Y				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
X	0.381215	0.031779	11.99584	0.0000
C	3.340334	0.031005	107.7349	0.0000

VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi regresyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$Y = 0,89806 * Z - 1,104621$$

Yukarıdaki regresyon denkleminde de görüleceği üzere VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi arasındaki uzun dönem ilişkisini gösteren katsayı 0,89806 değerini almıştır. Söz konusu regresyon denklemine ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuca (Ek:5.2) ilişkin özet bilgilere aşağıdaki tabloda (Tablo 5.6) yer verilmiştir.

Tablo 5.6: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Değişimi Regresyon Denklemine İlişkin Özet Sonuçlar

Bağımlı Değişken: Y				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
Y	0.898060	0.217563	4.127819	0.0000
C	-1.104621	0.990299	-1.115443	0.2648

5.1.5.1.2. Hata Terimlerinin Durağanlık Açısından Test Edilmesi

Eş bütünleşme testi yapılırken, bir diğer aşama değişkenlerin doğrusal bileşimi olarak kabul edilen hata terimlerinin durağanlık (birim kök) açısından test edilmesidir. Bu aşamada hata terimleri herhangi bir değişken gibi birim kök testine tabi

tutulmaktadırlar. Birim kök testi sonucunda, boş hipotez geçerli olduğunda, durağan olmayan verilerin durağan doğrusal bileşiminin bulunamadığı sonucuna ulaşılırken; boş hipotez reddedildiğinde, durağan olmayan verilerin durağan doğrusal bileşiminin bulunduğu sonucuna ulaşılacaktır (Brooks, 2008: 340).

VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitésinin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuç tablosuna (Ek: 5.3) göre ADF birim kök testine göre söz konusu hata terimlerinin %1 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği ve düzeyde durağan oldukları anlaşılmaktadır (ADF test istatistiği değeri: -3,50; %1 için kritik değeri: -2,56; olasılık %0,0005).

Ancak normal birim kök testleri ham verilerle yapılmaktadır, burada ise birim kök testine tabi tutulan veriler bir modelden elde edilen hata terimleri, yani türetilmiş verilerdir. Bu hata terimleri belirli katsayı tahmin süreçlerinden türetilmişlerdir ve bu katsayılardaki örnekleme tahmin hatası test istatistiğinin dağılımını değiştirecektir. Bu nedenle test istatistiği verilerinin karşılaştırılacağı kritik değerler ADF testindeki ham veriler için belirlenmiş kritik değerlerden daha yüksek olabilmektedirler. Bu amaçla Engle ve Granger (1987) tarafından hata terimlerinin testi için kritik değerler tablosu oluşturulmuş, ayrıca Engle ve Yoo (1987), kritik değerleri DF testi kritik değerlerinden mutlak değer olarak daha yüksek olan kritik değerler tablosu oluşturmuşlardır (Brooks, 2008: 339-340). Diğer taraftan MacKinnon (2010) tarafından gözlem sayısına bağlı olarak kritik değer hesaplamasına yarayan birim kök testi tablosu oluşturulmuştur. VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitésinin düzey değerlerinin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim kök testine ilişkin elde edilen istatistik değeri Engle Yoo 1987 ve MacKinnon 2010 kritik değer tablolarına göre %5 düzeyindeki kritik değerinden daha yüksektir. Bu durum söz konusu testlere göre de hata terimlerinin düzeyde durağan olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan, VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişiminin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews programından elde edilen elde edilen sonuç tablosuna (Ek:5.4) göre bu denklemden elde edilen hata terimlerinin de %1 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği ve düzeyde durağan oldukları anlaşılmaktadır (ADF test istatistiği değeri: -3,36; %1 için

kritik değeri: -2,56; olasılık %0,0008)). Ayrıca %5 anlamlılık düzeyinde Mackinnon 2010 kritik değeri tablosuna göre de durağan olan hata terimleri, Engle Yoo 1987 tablosuna göre -3,37 olan kritik değerinin altında kalmaktadır. Buna göre hata terimleri; ADF tablosuna göre %1, Mackinnon 2010 tablosuna göre %5 anlamlılık düzeyinde, Engle Yoo 1987 tablosuna göre ise %10 oranında durağandır. Diğer bir deyişle hata terimleri %10 düzeyinde üç kritik değeri tablosuna göre durağan kabul edilmektedir.

Yukarıdaki birim kök sonuçlarına göre, boş hipotez reddedildiğinden, her iki modelin hata terimleri düzeyde durağandır. Bu nedenle, VIX endeksi ile döviz kuru volatilitesi ve VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi eşbütünleşik olup, bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır. Bu durumda bu değişkenler açısından Hata Düzeltme Modeli (Error Correction Model) hesaplanabilecektir.

5.1.5.1.3. Hata Düzeltme Modelinin Hesaplanması

Durağan olmayan değişkenlerin regresyonunun hata terimlerinin durağan olması sonrasında hata düzeltme modeli uygulanmaktadır. Hata düzeltme modeli bize değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin yanı sıra kısa dönemli ilişki hakkında da bilgi sunma kabiliyetine sahiptir. Hata düzeltme modelinde regresyon denkleminde yer alan değişkenler, aralarında uzun dönem ilişki bulunan değişkenlerin birinci farkı⁴ ve düzey regresyonundan elde edilmiş hata terimlerinin bir dönem gecikmeli değerleridir. Hata düzeltme modeline ilişkin olarak oluşturulacak denklem aşağıdaki şekildedir.

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 \Delta X_t + b_2 \varepsilon_{t-1} \text{ veya } \Delta Y_t = b_0 + b_1 \Delta Z_t + b_2 \varepsilon_{t-1} \quad (5.2)$$

⁴ Logaritmik değeri olarak ifade edilen değişkenlerin farkları alındığında getiri serisine dönüşmektedirler.

VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi için hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde denklem (Ek:5.5) aşağıdaki gibidir.

$$\Delta Y_t = - 0,000334 + 0,360851 * \Delta X_t - 0,017403 * \varepsilon_{t-1}$$

VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi değişkenleri için oluşturulan hata düzeltme modeline ilişkin olarak EViews programından edilen sonuçlara (Ek:5.5) ilişkin özet bilgiler aşağıdaki tabloda (Tablo: 5.7) yer almaktadır.

Tablo 5.7: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Volatilitesi Hata Düzeltme Modeli Özet Sonuçları

Bağımlı Değişken: DY				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
DX	0,360851	0,412179	0,875472	0,3814
Hata Terimler (-1)	-0,023770	0,004342	-4,007844	0,0001
C	-0,000908	0,001581	-0,211357	0,8326
Açıklama Gücü (R²)	0,008022			
F istatistiği	8,151870			0,0002

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, modeldeki bağımsız değişkenlerden ABD döviz kuru volatilitesine ilişkin katsayı istatistiki olarak %10 düzeyine kadar anlamlı bulunamamıştır. Bu durum VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi arasında kısa dönem ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olacak derecede bulunmadığını göstermektedir. Diğer taraftan tablo 5.7'ye göre modeldeki bağımsız değişkenlerden hata terimlerine ilişkin katsayı istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Dengeye gelme hızını ifade eden söz konusu katsayı negatif olup, uzun vadede bu değişkenlerin dengeye geleceğini göstermektedir.

VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimine ilişkin hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde denklem (Ek:5.6) aşağıdaki gibidir.

$$\Delta Y_t = 0,000346 + 4,38228 * \Delta Z_t - 0,017534 * \varepsilon_{t-1}$$

VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi değişkenleri için oluşturulan hata düzeltme modeline ilişkin olarak EViews programından edilen sonuçlara (Ek:5.6) ilişkin özet bilgiler aşağıdaki tabloda (Tablo: 5.8) yer almaktadır.

Tablo 5.8: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Değişimi Hata Düzeltme Modeli Özet Sonuçları

Bağımlı Değişken: DY				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
DZ	4,382280	0,346414	12,65042	0,0000
Hata Terimler (-1)	-0,017534	0,003825	-4,583949	0,0000
C	0,000346	0,001522	0,227153	0,8203
Açıklama Gücü (R²)	0,080796			
F istatistiği	88,60078			0,0000

Yukarıdaki tablodan (Tablo: 5.8) görüleceği üzere, modeldeki bağımsız değişkenlerin ikisinin de katsayısı %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde kısa dönem ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca anlamlı olmasının yanı sıra negatif olan düzeltme katsayısı (hata terimlerine ilişkin katsayı) uzun vadede bu değişkenlerin dengeye geleceğini göstermektedir.

5.1.5.2. TRVIX Endeksi ile USD/TL Kuru Değişimi Arasındaki İlişkinin ve Eşbütünleşme Modeli ile İncelenmesi

TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasındaki ilişkinin araştırılmasına da öncelikle uzun dönemli ilişkiyi varlığı araştırılarak başlanacaktır. Uzun dönemli ilişkinin araştırılması kapsamında iki değişken arasında eşbütünleşme olup olmadığının araştırılacaktır. Bu iki değişken düzeyde birim köke sahip olmaları ve birinci farkları alındıklarında durağan hale gelmeleri nedeniyle eşbütünleşme modelinin uygulanması için gerekli ön koşulu sağlamaktadırlar.

5.1.5.2.1. Regresyon Denklemlerinin Oluşturulması

Eşbütünleşme testi için öncelikle değişkenlerin düzey değerleri doğrusal regresyon modeline dahil edilmesi gerekmektedir. Buna göre, TRVIX endeksini TY ile, USD/TL kur değişimini TZ ile gösterdiğimizde doğrusal regresyon denklemlerimiz aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$TY_t = b_0 + b_1 TZ_t + \varepsilon_t \quad (5.3)$$

Daha önce de belirtildiği üzere yukarıdaki denklemden elde edilecek sonuçlarda katsayılar dışındaki herhangi bir parametrenin istatistiksel açıdan bir geçerliliği bulunmamaktadır.

TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi regresyon denklemi aşağıdaki gibidir.

$$TY = 1,354803 * TZ + 2,264993$$

Yukarıdaki regresyon denkleminde de görüleceği üzere TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasındaki uzun dönem ilişkisini gösteren katsayı 1,354803 değerini bulmuştur. Söz konusu regresyon denklemine ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuca (Ek:5.7) ilişkin özet bilgilere aşağıdaki tabloda (Tablo: 5.9) yer verilmiştir.

Tablo 5.9: TRVIX Endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi Regresyon Denklemine İlişkin Özet Sonuçlar

Bağımlı Değişken: TY				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
TZ	1,354803	0.179887	7.531406	0.0000
C	2,264993	0.124325	18.21834	0.0000

5.1.5.2.2. Hata Teriminin Durağanlık Açısından Test Edilmesi

TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişiminin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuç tablosuna (Ek:5.8) göre bu denklemden elde edilen hata terimlerinin de %1 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği ve düzeyde durağan oldukları sonucuna ulaşılmaktadır (ADF test istatistiği değeri:-8,08; %1 için kritik değer: -2,57; olasılık %0,0000) TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişiminin düzey değerlerinin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin Engle Yoo 1987 ve Mackinnon 2010 kritik değer tablolarına göre %1 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki birim kök sonuçlarına göre, boş hipotez güçlü bir şekilde reddedildiğinden, modelin hata terimleri düzeyde durağandır. Bu nedenle, TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi eşbütünleşik olup, bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunduğundan değişkenler için Hata Düzeltme Modeli hesaplanabilecektir.

5.1.5.2.3. Hata Düzeltme Modelinin Hesaplanması

TRVIX endeksi ile USD/TL döviz kuru arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılmasına yönelik olarak oluşturulacak hata düzeltme modeli denklemi aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\Delta TY_t = b_0 + b_1 \Delta TZ_t + b_2 \varepsilon_{t-1} \quad (5.4)$$

TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişimi için hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde denklem (Ek:5.9) aşağıdaki gibidir.

$$\Delta TY_t = 0,000994 - 0,092749 \cdot \Delta TZ_t - 0,464513 \cdot \varepsilon_{t-1}$$

TRVIX endeksi ile USD/TL kurun değişkenleri için oluşturulan hata düzeltme modeline ilişkin olarak EViews programından edilen sonuçlara (Ek:5.9) ilişkin özet bilgiler aşağıdaki tabloda (Tablo: 5.10) yer almaktadır.

Tablo 5.10: VIX Endeksi ile ABD Döviz Kuru Değişimi Hata Düzeltme Modeli Özet Sonuçları

Bağımlı Değişken: DTY				
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
DTZ	-0,092749	1,418010	-0,065408	0,9479
Hata Terimleri (-1)	-0,464513	0,057144	-8,128746	0,0000
C	0,000994	0,010160	0,097824	0,9222
Açıklama Gücü (R ²)	0,232150			
F istatistiği	33,40828			0,0000

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, modeldeki bağımsız değişkenlerden USD/TL kuru volatilitesine ilişkin katsayı istatistiki olarak anlamlı bulunamamıştır.

Bu durum TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında kısa dönem ilişkinin, istatistiki olarak anlamlı olacak derecede bulunmadığını göstermektedir. Ek olarak söz konusu tabloya (Tablo 5.10) göre modeldeki bağımsız değişkenlerden hata terimlerine ilişkin, dengeye gelme hızını ifade eden, katsayı istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Daha önce de belirtildiği katsayısı negatif olan söz konusu katsayı, uzun vadede TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişkenlerinin dengeye geleceğine işaret etmektedir.

5.1.6. Vektör Otoregresyon (VAR) ve Granger Nedensellik Testleri

Değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan modellerden biri de VAR modelidir. VAR modelleri Sims tarafından 1980 yılında ekonometride popüler hale getirilmiş olup, bu modeller basit otoregresif modellerin genelleştirilmiş şeklini oluştururlar (Brooks, 2008: 290). Bu modelde bir bağımlı değişken kendisinin ve diğer değişken veya değişkenlerin gecikmiş değerleri ile açıklanmaktadır. İki değişken arasındaki ilişkinin VAR modelleri ile incelenmesi durumunda bu modele iki yönlü VAR (Bivariate VAR) adı verilmektedir. Söz konusu ilişki aşağıdaki denklemlerle gösterilmektedir.

$$Y_{1t} = a_{10} + a_{11}Y_{1t1} + \dots + a_{1k}Y_{1tk} + b_{11}Y_{2t1} + \dots + b_{2k}Y_{2tk} + u_{1t} \quad (5.5)$$

$$Y_{2t} = a_{20} + a_{21}Y_{2t1} + \dots + a_{2k}Y_{2tk} + b_{21}Y_{1t1} + \dots + b_{1k}Y_{1tk} + u_{2t} \quad (5.6)$$

5.1.6.1. TRVIX Endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi Arasındaki ilişkinin VAR Modeli ve Granger Nedensellik Modeli ile İncelenmesi

5.1.6.1.1. VAR Modelinin Kurulması

TRVIX Endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasındaki ilişkiyi VAR modeli ile ortaya çıkarmak amacıyla söz konusu değişkenler VAR analizine tutulmuşlardır. VAR analizinde öncelikle VAR denkleminde kullanılacak gecikme uzunluğunun saptanması gerekmektedir. Optimal gecikme uzunluğu VAR modelinden uygun sonuçlar elde edebilmek için oldukça önemlidir. Çok fazla gecikmeli değer eklemek serbestlik derecesinden kayba yol açarken, diğer taraftan az sayıda gecikmeli değer eklenmesi tanımlama hatasına yol açabilecektir (Gujarati, 2003: 872). Bu çalışmada değişkenlerin kaçınıcı derece gecikmeli değerlerinin kullanılacağını saptanması için EViews programına söz konusu değişkenler girilip VAR denklemi oluşturulmuştur. VAR denklemi oluşturulduktan sonra program menülerinden “lag lenght criteria” seçilerek optimal gecikme değerleri bulunmuştur. Optimal gecikme değerlerini belirlemek için en fazla kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğu seçilmiştir. Diğer kriterlerden her biri farklı bir gecikme uzunluğunu gösterirken Final Prediction Error (FPE) ve Akaike Information Criteria (AIC) ölçütleri gecikme uzunluğunu 6 olarak göstermişlerdir. Bu sonuçlara göre optimal gecikme uzunluğu 6 olarak tespit edilmiştir. Yani bağımlı değişkenin kendisinin ve bağımsız değişkenin 6 döneme kadar gecikmeli değerleri bağımlı değişkeni açıklamada kullanılacaktır.

Buna göre, TRVIX endeksini TY ile döviz kuru volatilitisini TZ ile gösterdiğimizde denklemimiz aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$TZ_t = a_{1,1} * TZ_{t-1} + a_{1,2} * TZ_{t-2} \dots + a_{1,6} * TY_{t-6} + a_{1,7} * TY_{t-1} + a_{1,8} * TY_{t-2} + a_{1,12} * TY_{t-6} + a_{1,13} \quad (5.7)$$

$$TY_t = a_{2,1} * TZ_{t-1} + a_{2,2} * TZ_{t-2} \dots + a_{2,6} * TY_{t-6} + a_{2,7} * TY_{t-1} + a_{2,8} * TY_{t-2} + a_{2,12} * TY_{t-6} + a_{2,13} \quad (5.8)$$

5.1.6.1.2. Granger Nedensellik Testinin Sonuçları

Gecikme uzunluğu belirlendikten sonra Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Granger nedensellik testleri bir değişkendeki değişikliklerin diğer değişkende değişikliğe neden olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu test için bir değişkenin diğer değişkenin granger nedeni olmadığına ilişkin boş hipotezin sınanmasıyla gerçekleştirilir. Bu çalışmadaki verilere uygun hipotezler aşağıdaki gibidir.

Hipotez 1: USD/TL volatilitésinin gecikmeli değeri TRVIX endeksinin Granger nedeni değildir ($H_0: a_{2,1} = 0, a_{2,2} = 0, a_{2,3} = 0, a_{2,4} = 0, a_{2,5} = 0, a_{2,6} = 0$)

Hipotez 2: TRVIX endeksinin gecikmeli değeri USD/TL volatilitésinin Granger nedeni değildir ($H_0: a_{1,7} = 0, a_{1,8} = 0, a_{1,9} = 0, a_{1,10} = 0, a_{1,11} = 0, a_{1,12} = 0$)

EViews programından elde edilen Granger nedensellik testinin sonuçlarına ilişkin tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 5.9: TRVIX Endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitésine İlişkin Granger Nedensellik Testi Özet Sonuçları

İkili Granger Nedensellik Testi (Gecikme sayısı 6)			
Boş hipotez	Gözlem sayısı	F-İstatistiği	Olasılık
DUSDTLVOL DLNTRVIX'in Granger nedeni değildir	215	0.52130	0.7918
DLNTRVIX DUSDTLVOL'un Granger nedeni değildir		1.66828	0.1304

Söz konusu sonuçlara göre 6 gecikmeye kadar USD/TL döviz kuru volatilitésinin gecikmeli değeri TRVIX endeksinin Granger nedeni olmadığına ilişkin hipotez red edilememiştir. Yine paralel bir şekilde 6 gecikmeye kadar USD/TL döviz kuru volatilitésinin gecikmeli değeri TRVIX endeksinin Granger nedeni

olmadığına ilişkin hipotez rededilememiştir. Özetlemek gerekirse, TRVIX endeksi ile USD/TL döviz kuru volatilitesi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Garnger nedensellik testine göre değişkenler arasında nedensellik bulunamamsı nedeniyle, VAR denkleminde kullanılacak değişkenlerin öncelik sırası hakkında bir bilgi edinilememiştir.

5.1.6.1.3. VAR Modelinin Sonuçları

Kurulan modele ilişkin olarak Eviews programından alınan sonuçlara (Ek:5.10) göre VAR modeli denklemlerimiz aşağıdaki gibidir.

$$TY = -0,408*TY_{(-1)} - 0,279*TY_{(-2)} - 0,312*TY_{(-3)} - 0,114*TY_{(-4)} - 0,101*TY_{(-5)} - 0,137*TY_{(-6)} + 125,28*TX_{(-1)} + 155,51*TX_{(-2)} + 182,31*TX_{(-3)} + 136,60*TX_{(-4)} + 111,87*TX_{(-5)} + 68,54*TX_{(-6)} + 0,0012$$

$$TX = -0,00003*TY_{(-1)} - 0,00002*TY_{(-2)} - 0,00009*TY_{(-3)} - 0,00004*TY_{(-4)} - 0,00002*TY_{(-5)} - 0,00007*TY_{(-6)} - 0,747*TX_{(-1)} - 0,413*TX_{(-2)} - 0,362*TX_{(-3)} - 0,353*TX_{(-4)} - 0,269*TX_{(-5)} - 0,067*TX_{(-6)} - 0,0001$$

Modelin sonuçlarına ilişkin bilgileri içeren EViews tablosunda (Ek:5.10) TRVIX endeksine ve USD/TL kuru volatilitesine ilişkin modellerin açıklama gücü (R^2) düşük çıkmış olup, sırasıyla %19,93 ve %40,81 düzeyindedir. Bu sonuçlara TRVIX endeksi ile USD/TL volatilitesi değişkenlerinin kendilerinin ve diğer değişkenin gecikmeli değerleri tarafından istatistiki olarak anlamlı düzeyde açıklanamadığı anlaşılmaktadır.

Söz konusu model denkleminin katsayılarının anlamlılığının test edilmesi için gerçekleştirilen Wald testi sonuçlarına göre döviz kuru volatilitesinin açıklanmasında döviz kuru volatilitesinin geçmiş değerlerine ilişkin katsayılar ve TRVIX endeksi geçmiş değerlerine ilişkin katsayılar %10 seviyesinde anlamlı bulunamamıştır. Buna karşın TRVIX endeksinin açıklanmasında ile TRVIX endeksi geçmiş değerlerine

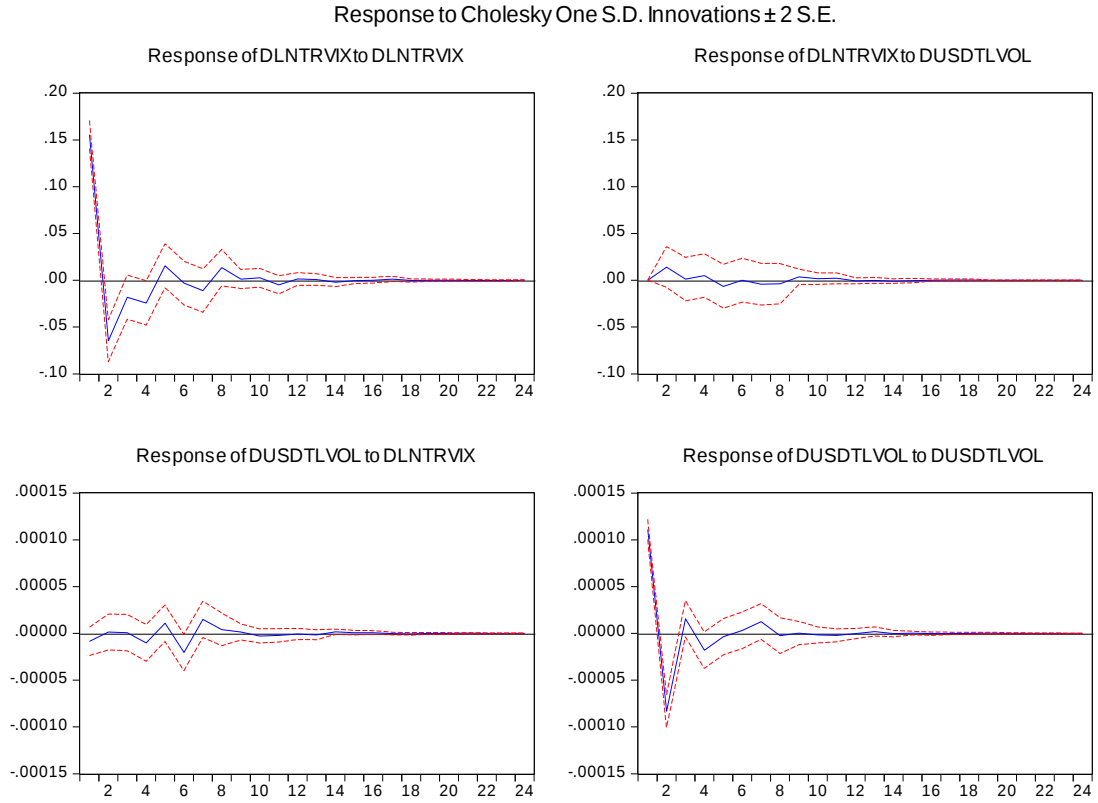
ilişkin katsayılar %1 seviyesinde anlamlı bulunmuş ancak döviz kuru volatilitésinin geçmiş değerlerine ilişkin katsayılar %10 düzeyinde anlamlı bulunamamıştır.

5.1.6.1.4. VAR Modeline İlişkin Etki Tepki ve Varyans Ayırıştırma Testleri

Etki tepki testi (Impulse response test) bir değişkende meydana gelen bir standart sapmalılık şokun diğer VAR modelindeki değişken(ler) üzerindeki etkisini ölçmeye yarayan testtir. Diğer bir deyişle etki tepki testi, her biri değişkene uygulanan şoka karşı VAR modelindeki bağımlı değişkenin zaman boyunca tepkisini izlemektedir (Brooks, 2008: 299).

Aşağıdaki grafikte (Grafik:5.6), bir değişkene verilen bir standart sapmalılık şokun bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini gösteren etki tepki testlerinin sonuçları yer almaktadır. Söz konusu grafikten de görüleceği üzere değişkenler en çok kendi şoklarından etkilenmektedir. TRVIX endeksi, TRVIX endeksine uygulanan şoka USD/TL kuru volatilitésine uygulanan şoka göre daha fazla ve daha uzun süre tepki vermektedir. TRVIX endeksinin, TRVIX endeksine uygulanan şoka tepkisi 17 günde sonlanırken, USD/TL kuru volatilitésine uygulanan şoka şoka tepkisi 15 günde sona ermektedir. Diğer taraftan USD/TL kuru volatilitesi, USD/TL kuru volatilitésine uygulanan şoka TRVIX endeksine uygulanan şoka göre daha şiddetli, ancak daha kısa süre tepki vermektedir. USD/TL kuru volatilitésinin, USD/TL kuru volatilitésine uygulanan şoka tepkisi 17 günde sonlanırken, TRVIX endeksine uygulanan şoka tepkisi 19 günde sona ermektedir.

Grafik 5.6: TRVIX endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi VAR Modeline İlişkin Etki Tepki Testi Sonuçları



Son olarak varyans ayrıştırma (Variance Decomposition) testi gerçekleştirilmiştir. Varyans ayrıştırma kendi şokuna karşı diğer değişkenlerdeki şokun bağımlı değişkende yarattığı hareketliliğin oranını vermektedir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo:5.10) TRVIX endeksi ile UST/TL kuru volatilitesinin arasındaki ilişkinin araştırılmasına yönelik olarak kurulan VAR modeline ilişkin varyans ayrıştırması testinin sonuçları yer almaktadır. Buna göre, TRVIX endeksinin ilk gün %100 oranında kendi geçmiş dönem değerlerinden etkilendiği görülmektedir. Bu durum geçmiş dönemlere gittikçe de pek fazla değişmemektedir. Ancak 9 gün sonra UST/TL kuru volatilitesinin TRVIX endeksinin varyansındaki payı %1'in üzerine çıkmıştır. Yine varyans ayrıştırma grafiğine göre UST/TL kuru volatilitesinin varyansının çok az bir kısmı (%5) TRVIX endeksi değişkeni tarafından açıklanabilmektedir.

Tablo 5.10: TRVIX endeksi ile USD/TL Döviz Kuru Volatilitesi VAR Modeline İlişkin Varyans Ayrıştırma Testi Sonuçları

Dönem	TRVIX Değişkeni için Varyans Ayrıştırma			USD/TLVOL Değişkeni için Varyans Ayrıştırma		
	St. Hata	TRVIX	USD/TLVOL	St. Hata	TRVIX	USD/TLVOL
1	0.155678	100.0000	0.000000	0.000111	0.574682	99.42532
2	0.169135	99.32240	0.677603	0.000139	0.379437	99.62056
3	0.170107	99.32516	0.674841	0.000140	0.377321	99.62268
4	0.171923	99.25652	0.743477	0.000141	0.898776	99.10122
5	0.172732	99.12265	0.877355	0.000142	1.471492	98.52851
6	0.172761	99.12293	0.877066	0.000143	3.469710	96.53029
7	0.173170	99.06633	0.933666	0.000145	4.471099	95.52890
8	0.173736	99.02470	0.975302	0.000145	4.547897	95.45210
9	0.173778	98.98177	1.018231	0.000145	4.557631	95.44237
10	0.173805	98.97315	1.026854	0.000145	4.593887	95.40611
11	0.173890	98.95975	1.040252	0.000145	4.612424	95.38758
12	0.173897	98.95785	1.042155	0.000145	4.614274	95.38573
13	0.173899	98.95762	1.042375	0.000145	4.625118	95.37488
14	0.173913	98.95501	1.044993	0.000145	4.637589	95.36241
15	0.173914	98.95433	1.045669	0.000145	4.639849	95.36015
16	0.173914	98.95428	1.045722	0.000145	4.642782	95.35722
17	0.173919	98.95418	1.045824	0.000145	4.643126	95.35687
18	0.173919	98.95369	1.046310	0.000145	4.644965	95.35504
19	0.173919	98.95368	1.046315	0.000145	4.644972	95.35503
20	0.173919	98.95368	1.046323	0.000145	4.645005	95.35500
Cholesky Sıralaması: DLNTRVIX DUSDTLVOL						

5.6 Volatilite Endeksi ve Döviz Kuru Değişkenlerine ilişkin Ekonometrik Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi, VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında uzun dönemli ilişkinin araştırılmasına yönelik olarak oluşturulan eşbütünleşme modeli sonrasında değişkenlerin düzey değerlerinin regresyonundan elde edilen hata terimleri durağan,

$I(0)$, çıkmışlardır. Eş bütünleşme modeli sonuca göre VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi arasında, VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi arasında ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına rastlanmıştır. Söz konusu sonuçlar Bahmani-Oskooee ve Sohrabian (1992), Ajayi ve Mougoue (1996) ile Kasman (2003) tarafından varılan sonuçlara paraleldir.

VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi, VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına rastlanması sonrasında söz konusu değişkenler arasında hata düzeltme modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan hata düzeltme modeli sonucunda hem VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi, VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasındaki denkleme dengeye gelme hızını ifade eden düzeltme katsayısının işareti negatif olarak bulunmuştur. Bu durum denklemin değişkenleri arasında uzun dönemde denge sağlanacağını göstermektedir. Söz konusu denlemlerdeki düzeltme katsayılarına göre VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi değişkenleri yaklaşık 42 günde, VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi değişkenleri 57 günde dengeye gelmektedirler. Yukarıdaki değişkenler için oluşturulan hata düzeltme modellerine göre yalnızca VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi modelinde kısa vadeli ilişkiyi gösteren katsayı istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

USD/TL kuru volatilitesi verilerinin düzeyde durağan olmaları nedeniyle, TRVIX endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasındaki ilişkiyi araştırmak için eşbütünleşme testi uygulamak mümkün olmadığından bu değişkenler arasındaki ilişki VAR modeli ve Granger nedensellik testi ile incelenmiştir.

TRVIX endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasındaki VAR modeli sonuçlarına göre ise, her iki modelde de bağımlı değişkenin geçmiş değerleri ile bağımsız değişkenin geçmiş değerlerinin bağımlı değişkeni açıklama gücü düşük (USD/TL döviz kuru volatilitesi bağımlı değişkeni için, %40,81; TRVIX endeksi bağımlı değişkeni için, %19,93) bulunmuştur. Etki tepki testi sonuçlarına göre her bir bağımlı değişkenin kendi geçmiş değerlerine uygulanan şoklardan daha fazla etkilendiği, uygulanan şokların etkisinin 15-19 gün arasında kaybolduğu

anlaşılmaktadır. Yine varyans ayrıştırma testlerine göre her bir bağımlı değişkendeki varyansın kendi geçmiş değerleri ile açıklandığı anlaşılmıştır.

Yapılan Granger nedensellik testine göre ise, TRVIX endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Bu sonuçlar Frank ve Young (1972), Bartov ve Bodnar (1994), Ong ve Izan (1999) ve Nieh ve Lee (2001), Rahman vd. (2009) ve Kutty (2010) tarafından yapılan çalışmalarda (Kutty, 2010: 4) ulaşılan sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Finansal piyasaların varoluşundan itibaren, finansal piyasalardaki bireysel ve kurumsal yatırımcılar, bu piyasalarda varlık alım satım işlemlerine aracılık edenler, portföy yöneticileri ve finans akademisyenleri tarafından bu piyasalardaki finansal varlıkların nasıl fiyatlanacağı, gelecekteki fiyatlarının ve dolayısıyla getirilerinin ne olacağı konusu sürekli olarak esas merak edilen bir konu olma özelliğini sürdürmüştür. 20'nci yüzyılın ortalarından itibaren varlık fiyatlama modellerinin yavaş yavaş şekillenmeye başlanması ve portföy teorisinin ortaya çıkışı sonrasında finansal varlıkların fiyatlanması ve haliyle getiri - risk hesaplamaların nispeten daha kolay ve belirli bir sistematik içerisinde yapılması imkanı da ortaya çıkmıştır.

Finansal varlıkları getirisini açıklamaya yönelik model arayışları bir taraftan devam ederken, gerek getiri modelleme çalışmaları kapsamında ve gerekse ayrı çalışmalarda, bir taraftan da bu varlıkların risklerini ölçmeye yönelik çabalar devam etmiştir. Finansal varlık getirilerinin volatilitelerinin bir risk ölçüsü olması nedeniyle, risk ölçmeye yönelik çabalar içerisinde finansal varlık getirilerinin volatilitelerini ölçmeye, tahmin etmeye ve volatilitenin özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalar süregelen bir şekilde devam etmiştir.

Volatilite konusundaki çalışmalar sonucunda çok sayıda volatilite ölçüm modeli ortaya çıkmış olup, söz konusu modellerin etkinliğini ölçmeye yönelik çok sayıda ampirik çalışma yapılmıştır. Başlangıçtaki volatilite modelleri (tarihi volatilite modeli olarak da bilinirler) finansal varlık getirilerinin volatilitelerini getirilerin standart sapmaları veya varyanslarını kullanmak suretiyle elde etmişlerdir. Bu modeller aracılığıyla volatilite ölçüm ve tahminlemelerinde finansal varlık getirilerinin varyanslarının zaman boyunca sabit olduğu varsayımı kabul edilip, volatilite ölçüm ve tahminleri de bu varsayım altında gerçekleştirilmiştir. Ancak daha sonraları finansal varlık getirilerinin özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmaların sonucunda bu getirilerin varyanslarının zaman boyunca sabit olmadığı bu getirilerin zaman boyunca değişken varyansa (koşullu varyans olarak da bilinir) sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Tarihi volatilité modellerinin değişken varyansı modelleme konusunda başarılı olmamaları nedeniyle başlayan değişken varyansı modelleyebilecek yeni model arayışları sonucunda koşullu varyans modelleri (ARCH, GARCH tipi modeller) oluşturulmuştur. Koşullu varyans modellerinin uygulanması sonucunda değişken varyansın modellenmesi mümkün olmuş, sonrasında bu modeller volatilitenin ölçülmesi ve tahmininde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Tarihi volatilité modellerinin yanısıra, volatilitéyi modellemeye yönelik çalışmalar sonucunda oluşturulan ve stokastik volatilité modelleri ve örtülü volatilité modelleri olmak üzere iki tane volatilité ölçmeye ve tahmin etmeye yarayan model sınıfı daha bulunmaktadır. Stokastik volatilité modellerinde ARCH grubu modellerden farklı olarak varyans eşitliğine de hata terimi eklenmek suretiyle beklenmeyen volatilitéyi de ölçme şeklinde bir kabiliyete sahiptirler. Ancak bu modellerin parametrelerinin hesaplanması diğer modellere göre daha zordur. Diğer volatilité modellerden farklı olarak örtülü volatilité modelleri volatilitéyi opsiyon fiyatlarını kullanarak ölçmektedirler. İleriye dönük model olarak tanımlanan örtülü volatilité modeli opsiyonların piyasa fiyatlarını opsiyon fiyatlama modelinden elde edilen fiyat ile eşitlemek suretiyle volatilitéyi tahmin etmektedir. Örtülü volatilitenin hesaplanabilmesi ancak organize bir opsiyon piyasasının mevcut olması ile mümkündür. İlk organize opsiyon piyasasının 1973 yılında faaliyete geçmiş olup, örtülü volatilité modelinin kullanımı bu tarihten sonra mümkün olmuştur. İlk olarak örtülü volatilité 1976 yılında 24 Şirketin hisse senedi opsiyonları kullanılarak Henry A. Latane ve Richard J. Rendelman tarafından hesaplanmıştır.

Finansal piyasalarda bir taraftan volatilitéyi modellemek için çalışmalar sürerken bir taraftan da volatilité riskinden korunmaya yönelik pozisyon alma arayışları ve volatilité riskinden korunmaya yönelik uygun araç arayışları da devam etmiştir. Söz konusu arayışlar sürerken gerek teknolojinin ilerlemesi ve gerekse bir çok ülkede sermaye hareketlerinin kısıtlanması konusundaki uygulamalardan vazgeçilerek sermaye hareketlerinin serbest bırakılması sonucunda yerel piyasalar ile uluslararası piyasalar arasında entegrasyonun derecesi de artmaya başlamıştır.

Piyasalar arasında entegrasyonun artması piyasalar arası etkileşimi de artırmıştır. Bu durum piyasalardaki volatilité riskinin bulaşıcılığı da artmıştır.

Özellikle hisse senedi piyasası en gelişmiş ülkelerden biri olan ABD’de yaşanan 1987 hisse senedi piyasası krizi yatırımcıları ve diğer piyasa katılımcılarını piyasa dalgalanmalarından korunmak için uygun araç ihtiyacını üst düzeye çıkarmıştır.

İlk organize opsiyon piyasasının 1973 yılında işleme başlamasının ve ilk örtülü volatilité hesaplamasının 1976 yılında yapılmasından sonra, ilk (örtülü) volatilité endeksi Gary L. Gastineau tarafından 1977 yılında oluşturulmuştur. Sonrasında diğer araştırmacılar tarafından bu çalışma çeşitli açılardan geliştirilmiştir. Ancak olası volatilité değişikliklerinden korunmanın volatilité endeksi gerektirdiği fikri ilk defa Brenner ve Galai tarafından 1989 yılında ileri sürülmüştür. Buna göre önce volatilité endeksi oluşturulacak sonrasında ise bu endeks üzerine oluşturulacak gelecek işlemi sözleşmesi ve opsiyon sözleşmesi yoluyla volatilité riskinden korunmak mümkün olacaktır. Böylece daha önce opsiyonlar kullanılarak dolaylı yoldan sağlanan korunma işlemi volatilité üzerine oluşturulan türev araçlar yoluyla doğrudan sağlanmış olacaktır.

Volatilité endeksi oluşturma fikri sonrasında, 1987 krizini yaşamış olan ABD’de bu yönde çalışmalar artmış olup, volatilité endeksi konusundaki akademik çalışmalardan yararlanarak 1993 yılında CBOE tarafından S&P 100 Hisse Senedi Endeksi üzerine yazılan başabaş opsiyonların fiyatına dayalı olarak piyasanın 30 günlük örtülü volatilité beklentisini ölçen ilk volatilité endeksi oluşturularak yayınlanmaya başlamıştır. Söz konusu endeks kısa bir süre içerisinde oldukça popüler hale gelerek piyasalar için gösterge olmaya başlamıştır. CBOE’nin ardından 1994 yılında Alman Borsası tarafından DAX hisse senedi piyasası endeksi opsiyonlarının örtülü volatilitesi kullanılarak, 1997 yılında ise Fransa Borsası tarafından CAC-40 endeks opsiyonlarının volatilitesi kullanılarak volatilité endeksi oluşturulmuştur. Sonrasında diğer gelişmiş piyasalarda da endeks oluşturma çalışmaları yayılmıştır.

İlk oluşturulan volatilité endeksleri Black - Scholes Opsiyon Fiyatlama Model’inden veya onun uzantılarından faydalanmak suretiyle başabaş opsiyonların örtülü volatiliteleri elde edilerek hesaplanmışlardır. Ancak bu şekilde oluşturulan volatilité endekslerinin hesaplanmaları likit ve derin bir opsiyon piyasasının varlığını gerektirdiğinden bu endekslerin gelişmekte olan piyasalara yayılması mümkün olmamıştır. Volatilité endekslerinin gelişmiş hisse senedi piyasası olmayan diğer

ülkelere de yayılması ancak CBOE tarafından volatilité endeksinin hesaplanma yönteminin değiştirilmesi sonrası mümkün olmuştur.

CBOE tarafından eski metodolojiyle eski volatilité endeksinin hesaplanmasına devam edilirken, S&P 500 hisse senedi endeksi üzerine yazılı başabaş ve zararda opsiyonların bilgileri kullanılarak yeni metodolojiyle yeni volatilité endeksi (VIX) hesaplanmıştır. Bu yeni endeksin en önemli özelliği hesaplanmasında herhangi bir opsiyon fiyatlama modeli gerektirmemesi ve başabaş opsiyonların yanı sıra zararda opsiyonların bilgilerinin de kullanılabilmesidir. Yeni metodolojiye dayalı olarak oluşturulan volatilité endeksi sonrasında CBOE tarafından VIX üzerine gelecek işlemleri sözleşmeleri ve opsiyon sözleşmeleri işleme açılarak yatırımcılara volatilité riskinden korunmaya yönelik pozisyon almaları için uygun araçlar sunmuştur.

Yeni endeksin hesaplanma metodolojisinin daha basit ve uygulanabilir olması nedeniyle, diğer ülkelerde de volatilité endeksi oluşturmaya yönelik çabaları yoğunlaşmıştır. Bilgilerine ulaşılabildeği kadarıyla Çin, Hindistan, İtalya, Rusya, Güney Afrika, Avustralya, Almanya, ABD, İsviçre, Hollanda, Fransa, Meksika, Kanada, Kore ve Japonya hisse senedi piyasaları için oluşturulmuş, hisse senedi endeksine dayalı volatilité endeksleri bulunmaktadır.

Volatilité endekslerinin bu kadar yayılmalarının ve birçok ülkede rağbet görmelerinin sebebi bu endekslerin piyasalar açısından çok kullanışlı araçlar olmalarından kaynaklanmaktadır. Öncelikle bu endeksler piyasalarda öncü gösterge olarak fonksiyon görmektedirler. Sonrasında bu endeksler volatilité türevlerine dayanak varlı oluşturarak volatilité üzerine gelecek işlemi ve opsiyon işlemi gibi işlemleri yapmaya olanak sağlamaktadırlar. Diğer taraftan, volatilité endeksleri, portföy çeşitlendirilmesi amaçlı, spekülâtif amaçlı, korunma amaçlı ve arbitraj amaçlı olmak üzere volatilitenin alım satımına konu edilebilmesini mümkün kılmaktadırlar. Ayrıca volatilité endeksleri gelecekteki volatilitenin tahmin edilmesi konusunda da kullanılabilirler. Ek olarak piyasa getirisi ile volatilité endeksi arasındaki negatif yönlü ilişkinden yararlanılarak riskten korunma gibi işlemlerde volatilité endeksleri yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Türkiye’de opsiyon piyasası 2012 yılı sonlarında açılmış olup, ilk olarak pay opsiyonları işlem görmeye başlamıştır. Endeks opsiyonların işleme görmeye başlaması 05 Nisan 2013 tarihinde mümkün olmuştur. Bu tarihten önce opsiyon fiyatlarından yararlanılarak volatilité endeksi oluşturulması mümkün olmamakla birlikte, bu Tezin yazılma tarihi itibarıyla ve bilgilerine ulaşılabildiği kadarıyla örtülü volatilité oluşturulması konusunda yapılmış akademik bir çalışmaya da rastlanılmamıştır.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı genel olarak volatilité endeksleri, bu endekslerin oluşturulması ve kullanım alanları hakkında araştırma yapılarak bu endekslerin finansal piyasalar için önemini vurgulamak, sonrasında dünyadaki volatilité endeksleri incelenerek henüz yeni opsiyon piyasası olan Türkiye için uygun bir volatilité endeksi metodolojisi araştırmak, son olarak ise bu konuda yapılacak sonraki çalışmalara katkıda bulunacağı arzusuyla, yeni açılan Türkiye opsiyon piyasasındaki pay endeksi opsiyon bilgileri kullanılarak Türkiye için volatilité endeksi oluşturmaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde genel olarak volatilité kavramı ve volatilitenin önemi konusundan sonra, finansal piyasalarda volatilité ve bu piyasalardaki volatilitenin ölçülmesinde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; örtülü volatilité konusunda bilgiler verilmiş olup, volatilité endekslerine ilişkin tanımlamalardan ve bu endekslerin tarihsel gelişimine ilişkin bilgilerden sonra dünyadaki volatilité endeksleri incelenerek, söz konusu endekslerin oluşturulma metodolojileri ve oluşumlarının hangi tarihsel süreçlerden geçtikleri konusunda bilgi verilmiştir. Sonrasında ise volatilité endekslerinin türlerine ve oluşturulma süreçlerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; volatilité endekslerinin finansal piyasalardaki önemi ve endekslerin kullanım alanları kapsama alınmıştır. Bu kapsamda söz konusu endekslerin önemi; piyasalara öncü gösterge olarak sinyal vermeleri, türev araçlara dayanak oluşturmaları, alım satıma konu edilmeleri ve volatilité öngörülerinde kullanılmaları gibi alt başlıklar halinde detaylı olarak incelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, ilk olarak ABD ve Almanya'daki volatilité endekslerinin oluşturulma metodolojileri detaylı olarak incelenmiştir. İkinci olarak dünyadaki diğer ülkelerdeki volatilité endekslerinin oluşturulmasına ilişkin bilgiler özetlenerek opsiyon piyasası henüz faaliyete başlamış Türkiye için uygun volatilité endeksi metodolojisinin oluşturulmasına çalışılmıştır. Üçüncü olarak bu bölümde Türkiye'de volatilité endeksi oluşturulacak finansal aracın ne olacağı, volatilité hesaplanmasında kullanılacak yöntemler ve volatilité endeksinin oluşturulma biçimi belirlenmiştir. Son olarak Türkiye'deki opsiyon piyasasının sığığı ve verilerin yetersizliğı dikkate alınarak bir takım değışiklikler yapılmış VIX endeksi hesaplanma metodolojisi kullanılarak Türkiye için volatilité endeksi hesaplanmıştır.

Çalışmanın beşinci ve son bölümünde, volatilité endeksleri üzerine ampirik bir çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda, VIX volatilité endeksi ile ABD Döviz kuru ve TRVIX ile USD/TL döviz kuru arasındaki ilişki (kısa veya uzun dönemli) araştırılmıştır.

Türkiye volatilité endeksine ilişkin hesaplamalar yapılırken Borsa İstanbul A.Ş. Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasasında 05 Nisan 2013 tarihinde işlem görmeye başlayan Bist 30 pay endeks opsiyon sözleşmelerinin 05.04.2013 ile 31.07.2014 tarihlerini içeren yaklaşık 16 aylık dönemdeki günlük fiyat verileri kullanılmıştır. TRVIX endeksinin hesaplanması sırasında, hesaplamada yararlanılan verilerin elverdiği ölçüde CBOE tarafından kullanılan VIX endeksi hesaplama metodolojisi kullanılmıştır. Hesaplama Bist 30 endeks opsiyon sözleşmelerinden birinci ve ikinci vade döngüsüne sahip opsiyon sözleşmelerinin bilgileri kullanılmıştır. Ancak üçüncü vade döngüsüne ilişkin opsiyon sözleşmelerinde işlem yapılmaması nedeniyle, birinci vade döngüsüne vadeden bir gün önceye kadar kullanılmaya devam edilmiştir. Birinci vade döngüsüne sahip opsiyonların vadesine bir gün kalındığında ise hesaplamada ikinci ve üçüncü vade döngüsüne sahip opsiyonlar kullanılmaya başlanmıştır.

VIX endeksinin hesaplanmasında opsiyon fiyat bilgisi olarak alım ve satım kotasyonlarının orta noktası kullanılıyor iken, BIST 30 endeksi opsiyon sözleşmelerinin aktif bir piyasasının olmaması, bu sözleşmelerinin piyasasının işlem hacmi, derinlik ve genişlik olarak yeterli seviyede olmaması nedeniyle hesaplamada kullanılan vade döngülerine sahip her opsiyon sözleşmesinin (fiyat bilgisinin

oluşmaması nedeniyle) alım ve satım kotasyon bilgisini elde etmek mümkün olamamıştır. Bu nedenle hesaplamada kullanılan vade döngülerindeki opsiyonların günlük uzlaşma fiyatları kullanılmıştır.

Hesaplanan volatilité endeksi günlük verileri ile Bist 30 endeksi günlük verileri karşılaştırıldığında aralarında gözle görülür derecede negatif yönlü bir ilişki olduğu gözlenmektedir. Ancak opsiyon piyasasında yeterince aktif olmaması nedeniyle hesaplanan volatilité endeksinde bazı dönemlerde sert düşüş ve yükselişler yaşandığından Bist 30 endeksi ile volatilité endeksi arasındaki ilişkinin niteliği tam olarak anlaşılamamaktadır. TRVIX endeksindeki sert düşüş ve yükselişlerin yumuşatılması amacıyla 10 günlük hareketli ortalaması alındığında Bist 30 endeksi ile volatilité endeksinin 10 günlük hareketli ortalaması arasındaki ters yönlü ilişki daha anlaşılır bir hale gelmiştir. Hareketli ortalama öncesi bu iki endeks arasındaki korelasyon katsayısı -0,49 iken, hareketli ortalama sonrası bu iki endeks arasındaki korelasyon katsayısı -0,65 olmuştur. Dolayısıyla TRVIX endeksinin ile Bist 30 endeksi arasındaki ilişkinin daha netleşmesi ve TRVIX endeksinin volatilitésinin azalması ve TRVIX endeksinin sunduğu bilgilerin daha sağlıklı hale gelmesi için, TRVIX endeksi için dayanak varlık olan Bist 30 pay endeks opsiyonlarının piyasasının daha büyümesi, bu piyasadaki işlem hacmi, derinlik ve genişlik seviyelerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bist 30 endeks opsiyon piyasasının gelişme açısından istenilen seviyede olmamasının nedenlerinden biri, bu piyasanın henüz çok yeni olması olmakla birlikte, Türkiye’deki yatırımcıların türev ürünlere pek rağbet göstermemesi de en önemli nedenlerden biridir. Bu nedenle bu piyasanın gelişmesi için yatırımcı alışkanlığını değiştirecek ve bu piyasayı teşvik edici uygulamalara gidilmesinde fayda bulunmaktadır.

Bu kapsamda 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu’nun 378’nci maddesi ile payları borsada işlem gören şirketler için getirdiği “Riskin Erken Saptanması ve Yönetimi” yükümlülüğü kapsamında, bu şirketlerde etkin bir risk yönetim sisteminin ve risk yönetim biriminin kurulmasının, kurulan bu birimde aktif olarak türev araçlar aracılığıyla risk yönetiminin gerçekleştirilmesinin sağlanması opsiyon piyasasının gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Diğer taraftan finansal piyasalarda faaliyet gösteren yatırım fonları, yatırım ortaklıkları ve emeklilik yatırım fonları gibi kolektif yatırım kuruluşları ile diğer finansal kuruluşların opsiyon piyasasında işlem yapmaları için teşvik edilmeleri de opsiyon piyasasının gelişimine katkıda bulunacaktır.

Ek olarak, başlangıç yıllarında olan opsiyon piyasasında sağlıklı ve istikrarlı fiyat oluşumunun temini ve yatırımcıların piyasaya olan güvenini artırmak için bu piyasadaki piyasa yapıcılığı uygulamasının endeks opsiyonlar için zorunlu hale ya da cazip hale getirilmesinin gidilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Opsiyon piyasasının gelişmesi ile birlikte opsiyon fiyatları kullanılarak elde edilen volatilité endeksinin sağlayacağı bilgiler daha sağlıklı bir düzeye erişmiş olacaklardır. Böylece volatilité endeksinin yanısıra volatilité endeksine dayalı organize piyasalarda işlem gören veya tezgahüstü türev araçlar oluşturularak volatilitéye karşı korunmak için piyasada kullanılabilir enstrümanların sayısı artırılmış olacaktır.

Daha önce de anlatıldığı üzere, bu Tezin son bölümünde VIX Endeksi, ABD döviz kuru, TRVIX Endeksi ve USD/TL kuru değişkenleri kullanılarak ampirik çalışma yapılmıştır. VIX Endeksi ile ABD döviz kuru değişim ve volatilitesi ile TRVIX endeksi ve USD/TL kuru değişkenleri birinci derecede durağan olduklarından sırasıyla VIX Endeksi ile ABD döviz kuru değişimi, VIX Endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılmıştır. Yapılan eş bütünleşme testi sonucunda her üç değişken çifti arasında uzun dönemli ilişkiye rastlanmıştır. Bu sonuçlar Bahmani-Oskooee ve Sohrabian (1992), Ajayi ve Mougoue (1996) ile Kasman (2003) tarafından varılan sonuçlara benzerlik göstermektedir. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığının anlaşılması nedeniyle, VIX Endeksi ile ABD Döviz kuru değişimi, VIX Endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi ve TRVIX endeksi ile USD/TL kuru değişimi arasında hata düzeltme modeli oluşturulmuştur. Her üç modeldeki sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemde denge olduğu anlaşılmaktadır. Ek olarak diğer değişkenlerin eksine VIX endeksi ile ABD döviz kuru arasında kısa vadeli ilişkinin de varlığına rastlanmıştır.

USD/TL kuru volatilitesi değişkenine ilşkin verilerin düzeyde durağan olması nedeniyle, TRVIX endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasındaki ilişkiyi araştırmak için uzun dönemli ilişkiyi modelleyen eşbütünleşme testi uygulanamamıştır. Bu değişkenler arasındaki ilişki VAR modeli ve Granger nedensellik testi ile araştırılmıştır.

TRVIX endeksi ile USD/TL kuru volatilitesi arasındaki VAR modeli sonuçlarına göre TRVIX endeksi ve USD/TL kurunun voaltilitesinin, TRVIX endeksinin ve USD/TL kurunun voaltilitesinin geçmiş değerleri ile yeteri kadar açıklanamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle değişkenler arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır. Etki tepki testi sonuçlarına göre her bir bağımlı değişkenin kendi geçmiş değerlerine uygulanan şoklardan daha fazla etkilendiği, uygulanan şokların etkisinin 15-19 gün arasında kaybolduğu anlaşılmaktadır. Yine varyans ayrıştırma testlerine göre her bir bağımlı değişkendeki varyansın kendi geçmiş değerleri ile a ıkandığı anlaşılmıştır. Granger nedensellik testine göre ise, TRVIX endeksi ile USD/TL döviz kuru volatilitesi arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır. Bu sonuçlar Frank ve Young (1972), Bartov ve Bodnar (1994), Ong ve Izan (1999) ve Nieh ve Lee (2001), Rahman vd. (2009) ve Kutty (2010) tarafından yapılan çalışmalarda (Kutty, 2010: 4) ulaşılan sonuçlarla paralellik göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Abdalla, I. S. A., V. Murinde (1997) "Exchange rate and stock price interactions in emerging financial markets: evidence of India, Korea, Pakistan and Philippines", *Applied Financial Economics*, 7, s. 25-35.
- Adam, A. M., G. Tweneboah, (2008) "Macroeconomic Factors and Stock Market Movement: Evidence from Ghana", MPRA Paper No. 14079. (Çevrimiçi) <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/14079/>, 30 Mart 2014.
- Adjasi, C. K.D., B. N. Biekpe, (2005), "Stock Market Returns and Exchange Rate Dynamics in Selected African Countries: A bivariate analysis", *The African Finance Journal*, Cape Town, South Africa.
- Adjasi, C., S. Harvey, K., D. Agyapong, (2008) "Effect of Exchange Rate Volatility on the Ghana Stock Exchange", *African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research* Vol. 3. No. 3. 2008. s.
- Agrawal, G., A. K. Srivastav, A. Srivastava, (2010) A Study of Exchange Rates Movement and Stock Market Volatility, *International Journal of Business and Management*, Vol.5 No.12. s. 62-73.
- Aizenman, J., B. Pinto, (2005) **Managing Economic Volatility and Crisis:A practitioner's Guide**, New York, Cambridge University Press.
- Ajayi, R. A., M. Mougoue , (1996) "On the dynamic relation between stock prices and exchange rates", *Journal of Financial Research*, 2, s. 193-207.
- Akgiray, V., (1989) "Conditional Heteroscedasticity in Time Series of Stock Returns: Evidence and Forecasts Source". *The Journal of Business*, Vol. 62, No. 1 (Jan., 1989), The University of Chicago Press. (Çevrimiçi) <http://www.jstor.org/stable/2353123> s. 55-80. 23.05.2011.
- Alaganar, V.T., R. Bhar, (2007) "Empirical properties of currency risk in country index portfolios". *Quarterly Review of Economics and Finance*, 47, s. 59–174.
- An, Y., A. Assaf, J. Yang, (2007) "Hedging Volatility Risk: The Effectiveness of Volatility Options", *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol.10, No.3, s. 517-534.

- Andersen, T. G., T. Bollerslev, S. Lange, (1999) “Forecasting Financial Market Volatility: Sample Frequency vis-à-vis Forecast Horizon”, **Journal of Empirical Finance**, 6, s. 457-477.
- Andersen, T.G., T. Bollerslev, (1998) “Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models do Provide Accurate Forecasts”, **International Economic Review**, Vol. 39 (4), Symposium on Forecasting and Empirical Methods in Macroeconomics and Finance. s.885-905.
- Anderson, N., F. Breedon (1996) **UK asset price volatility over the 1st 50 years**. London: Bank of England.
- López, N., E. Navarro, (2011) “Constructing interest rate volatility indices over short- and long-term horizons”, **Working Paper**, University of Castilla-La Mancha.
- Ap Gwilym, O., (2001) “Forecasting volatility for options pricing for the UK Stock Market”, **Journal of Financial Management and Analysis**, 14, (2), s. 55-62.
- Ap Gwilym, O., C. Sutcliffe, (2001) “Problems Encountered When Using High Frequency Financial Market Data: Suggested Solutions”, **Journal of Financial Management and Analysis**, vol. 14, no. 1, January-June 2001, s. 38-51.
- Apte, P. G., 2001, “The Interrelationship between Stock Markets and the Foreign Exchange Market”, **Prajnan** 30, s.17-29. (Çevrimiçi) http://iimb.ac.in/research/sites/default/files/wp.iimb_169.pdf 17.02.2012.
- Areal, N., (2008) “FTSE-100 Implied Volatility Index”, **Working Paper**, (Çevrimiçi) SSRN:<http://ssrn.com/abstract=1102135>. 21.03.2014.
- Arnold, I. J. M., E. B. Vrugt, (2010), “Treasury Bond Volatility and Uncertainty about Monetary Policy” **The Financial Review** 45 (2010) s. 707–728.
- Aussenegg, W., L. Götz, R. Jelic, (2013) “European ‘Fear’ Indices – Evidence Before and During the Financial Crisis”, (May 5, 2013), (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=2267903>, 17.05.2014.
- Aydemir, B. A., (1998) “Volatility Modelling In Finance, in: Forecasting volatility” **The Financial Markets**, Ed., Knight, J., Satchell, (2002) 2nd ed.

Butterworth Heinemann Finance, Quantitative Finance Series, s. 1-46.

Bahmani-Oskooee, M., A. Sohrabian (1992) "Stock prices and the effective exchange rate of the dollar", **Applied Economics**, 24, s. 459-464.

Bakshi, G., N. Kapadia, (2003) "Delta-Hedged Gains and the Negative Market Volatility Risk Premium", **Review of Financial Studies**, 16, 2, s. 527-566.

Bartov, E., G. M. Bodnar, (1994), "Firm Valuation, Earnings Expectations, and the Exchange-Rate Exposure Effect", **The Journal of Finance**, December 1994, 5: s. 1755-1785.

Beckett, S., H. S. Gordon, (1989) "Has Financial Market Volatility Increased?", **Economic Review**, Federal Bank of Kansas City, s. 17-30.

Black, F., (1976) "The Pricing of Commodity Contracts", **Journal of Financial Economics**. 3, s.167-179.

Bo Zhang, V., (2010) "Daily Value-at-Risk Models at Financial Crisis Period: Evidence in Australia," **Dissertation**, Auckland Technology University, In the Faculty of Business.

Bodart, V., P. Reding, (2001) "Do Foreign Exchange Markets Matter for Industry Stock Returns? An Empirical Investigation", (Çevrimiçi) <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.2936&rep=rep1&type=pdf> 28.11.2013.

Bollerslev, T. E. Ghysels, (1996) "Periodic Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", **Journal of Business & Economic Statistics**, Vol. 14, No. 2, s. 139-151, (Çevrimiçi) <http://www.jstor.org/stable/1392425> 11.03.2009.

Bollerslev, T., H. O. Mikkelsen, (1996) "Modeling and pricing long memory in stock market volatility". **Journal of Econometrics**, 73 (1996). s. 151-184.

Bollerslev, T., (1986) Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. **Journal of Econometrics**, 31. s. 307-27.

Braun, P. A., D. B. Nelson, A. M. Sunier, (1995) "Good news, bad news, volatility and betas". **The Journal of Finance**, 5, s. 1575-1603. (Çevrimiçi)

<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2329327?uid=3737880&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21104074510311>, 19.11.2012.

- Brenner, M., D. Galai, (1989) "New Financial Instruments for Hedging Changes in Volatility", **Financial Analysts Journal**, (July/August 1989) s. 61-65.
- Brenner, M., D. Galai, (1993) "Hedging Volatility in Foreign Currencies", **The Journal of Derivatives**. Vol. 1, No. 1 (Fall, 1993) s. 53-59.
- Brooks, C., (1998) "Predicting Stock Index Volatility: Can Market Volume Help?" **Journal of Forecasting**, Vol. 17. s. 59-80.
- Brooks, C., (2008) **Introductory Econometrics for Finance**, 2nd ed. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Campbell, J. Y., L. Hentschel, (1992) "No news is good news: An asymmetric model of changing volatility in stock returns", **Journal of Financial Economics**, 31, s. 281-318. (Çevrimiçi) <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:3220232>, 19.05.2012.
- Cappiello, L., R. F. Engle, K. Sheppard, (2006) "Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns", **Journal of Financial Econometrics**, 4, s. 537-572. (Çevrimiçi) <http://www.stern.nyu.edu/rengle/ECB10.06.pdf>, 19.11.2012.
- Carr, P., D. Madan, (2002) "Towards a theory of volatility trading", (Çevrimiçi) <http://pricing.online.fr/docs/TradingVolatilityStrat.pdf>, 21.08.2012.
- Carr, P., L. Wu, (2005) "A Tale of Two Indices" (Çevrimiçi) SSRN: <http://ssrn.com/abstract=871729> 13.08. 2012.
- Carr, P., L. Wu, (2009), "Variance Risk Premiums", **Review of Financial Studies**, 22, 3, s.1311-1341.
- CBOE, (2009), "**VIX CBOE Volatility Index**", VIX White Paper, (Çevrimiçi) <http://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf>, 12.01.2013.
- Chiang, T. C., (1991) "International asset pricing and equity market risk", **Journal of International Money and Finance**, 10, s. 349-364.
- Choi, D. F. S., V. Fang, T. Y. Fu, (2009) "Volatility Spillovers Between New Zeland Stock Market returns and Exchange Rates Changes before and after

- the 1997 Asian Financial Crisis”, **Asian Journal of Finance and Accounting**, 2009 Vol. 1, No:2. s. 106–117.
- Christiansen, C., (2007), “Volatility-Spillover Effects in European Bond Markets”, **European Financial Management**, Vol. 13, No. 5, 2007, s. 923–948.
- Christie, A. A., (1982) “The Stochastic Behavior of Common Stock Variances: Value, Leverage and Interest Rate Effects”, **Journal of Financial Economics**, 10, s.407-432.
- Chuliá H., H. Torro, (2008) “The Economic Value of Volatility Transmission between the Stock and Bond Markets”, **The Journal of Futures Markets**, Vol. 28, No. 11, s.1066–1094.
- Cox, J.C., S. Ross, M. Rubinstein, (1979) “Option Pricing: A Simplified Approach”, **Journal of Financial Economics** 7, s.229-263.
- Dawson, P; S. K. Staikouras, (2009) “The Impact Of Volatility Derivatives On S&P500 Volatility”, **The Journal of Futures Markets**, Vol. 29, No. 12, s. 1190–1213
- De Goeij, P., W. Marquering, (2004) “Modeling the conditional covariance between stock and bond returns: A multivariate GARCH approach”, **Journal of Financial Econometrics**, 2, s. 531–564, (Çevrimiçi) https://pure.uvt.nl/portal/files/786838/degoeij_marquering_jfec2004last.pdf, 16.12.2012.
- Demeterfi, K., vd., (1999) “More than you ever wanted to know about volatility swaps”, **Quantitative Strategies Research Notes**, Goldman Sachs.
- Derman E., vd., (1998) “Investing in Volatility”, **Futures and Options World**.
- Deutsche Börse**, (2005) “Volatility and its Measurements: The Design of a Volatility Index and the Execution of its Historical Time Series at the Deutsche Börse AG”.
- Deutsche Börse**, (2007) “Guide to Volatility Indices of Deutsche Börse”, Version 2.4.
- Dhornbush, R. S. Fischer, (1980) “Exchange rates and the current account”, **American Economic Review**, 70, s. 960–971.

- Diebold, F.X., P. Christoffersen, (2000) "How relevant is volatility forecasting for financial risk management", **Review of Economics and Statistics**, 18, s.1–11.
- Diebold, F. X., K. Yılmaz, (2007) "Macroeconomic Volatility and Stock Market Volatility World-Wide", **Tüsiad-Koç University Economic Research Forum Working Paper Series**, WP0711, s. 1–13.
- Donnelly, R., E. Sheeby, (1996) "The Share Price Reaction of UK Exporters to Exchange Rate Movements: An Empirical Study", **Journal of International Business Studies**, 27(1), s. 157-65.
- Dowling, S., J. Muthuswamy, (2003) "The Implied Volatility of Australian Index Options", (October 15, 2005), (Çevrimiçi) SSRN: <http://ssrn.com/abstract=500165> 03.02.2014.
- Ebeid, S. T., G. B. Bedeir, (2004) "Volatility Modelling and Forecasting of the Egyptian Stock Market Index Using Arch Models", **Working Paper Series**. (Çevrimiçi): http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=631887# 30.07.2009.
- Egelkraut, T. M., P. Garcia, B. J. Sherrick, (2003) "The Term Structure of Implied Forward Volatility: Recovery and Informational Content in the Corn Options Market", Paper presented at the NCR-134 **Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management** St. Louis, Missouri, April 21-22, 2003.
- Engle R. F., T. Bollerslev, (1986) "Modelling the persistence of conditional variances", **Econometric Reviews**, 5, s. 1-50.
- Engle, R. F., (1982) "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica**, Vol. 50, No. 4 (Jul., 1982), The Econometric Society, (Çevrimiçi) <http://www.jstor.org/stable/1912773> s. 987-1007, 23.04.2010.
- Engle, R. F., D. M. Lilien, R. P. Robins, (1987) "Estimating Time-varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model", **Econometrica** 55, s. 391-408.

- Eun, C.S., S. Shim, (1989), "International Transmission of Stock Market Movements", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 24, s. 241-256.
- Fama, E. F., K. R. French, (1988) "Permanent and temporary components of stock prices", **Journal of Political Economy**, 96.Vol.21, s.246-273.
- Fama. E. F. (1965) "The behaviour of stock market prices". **Journal of Business**, 38, s. 34-105.
- Fang, W., S. M. Miller, (2002) "Currency Depreciation and Korean Stock Market Performance during the Asian Financial Crisis", (Çevrimiçi) <http://www.Econ.uconn.edu/working/2002-30.pdf>, 27.09.2012.
- Fedorova, E., K. Saleem, (2009) "Volatility Spillovers between Stock and Currency Markets: Evidence from Emerging Eastern Europe", (August 24, 2009), **22nd Australasian Finance and Banking Conference 2009**. (Çevrimiçi) SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1460645>, 13.02.2013.
- Fernandes, M., M. C. Medeiros, M. Scharth, (2014) "Modeling and predicting the CBOE market volatility index", **Journal of Banking & Finance**, Volume 40, March 2014, s.1-10.
- Fleming, J., B. Ostdiek, R.E. Whaley, (1995) "Predicting stock market volatility: a new Measure", **Journal of Futures Markets**, 15, s. 265-302.
- French, K. R., G. W. Schwert, R. F. Stambaugh, (1987) "Expected stock returns and volatility", **Journal of Financial Economics**, 19, s. 3-29.
- Frenkel, J. A., M. Goldstein, (1989) "Exchange Rate Volatility and Misalignment: Evaluating Some Proposals for Reform", **Financial Market Volatility**, Federal Bank of Cansas City, s. 185-219.
- Frijns, B., C. Tallau, A. Tourani-Rad, (2008) "The information Content of Implied Volatility: Evidence from Australia", (August 22, 2008), **21st Australasian Finance and Banking Conference**, (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1246142>, 23.01.2013.
- Garner, C. A., (1988) "Has the Stock Market Crash Reduced Consumer Spending?" **Economic Review**, Federal Bank of Cansas City, s. 3-16.

- Gastineau, G. L., (1977) "An Index of Listed Option Premiums", **Financial Analysts Journal**, Vol. 33, No. 3 (May - Jun., 1977), s. 70-75, CFA Institute, (Çevrimiçi) <http://www.jstor.org/stable/4478038>, 01.12.2013.
- Giannopoulos, K., (2000) "Measuring Volatility", **The Professional's Handbook of Financial Risk Management**, chapter 2, Ed by Mac LORÉ & Lev Barodovsky, s. 42-74. Butterworth, Heinemann Finance.
- Giot, P., (2002a) "Implied volatility indices as leading indicators of stock index returns?," **Working Paper**, CORE, University of Leuven, (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=371461>, 17.03.2014.
- Giot, P., (2002b) "The information content of implied volatility indexes for forecasting volatility and market risk", **Working Paper**, CORE, University of Leuven.
- Giot, P., (2005) "Relationships between implied volatility indexes and stock index returns", **Journal of Portfolio Management**, 31, s. 92-100.
- Glosten L., R. Jagannathan, D. Runkle, (1993) "Relationship between the expected value and volatility of the nominal excess returns on stocks", **Journal of Finance**, 48 (5), s.1779-1801.
- Goltz, F., R. Guobuzaite, L. Martellini, (2011) "Introducing a New Form of Volatility Index: The Cross-Sectional Volatility Index", **Redhec Business School Working Paper**.
- Gonzalez-Perez, M. T., Novales, A., (2011) "The information content in a volatility index for Spain", **SERIEs June 2011, Volume 2, Issue 2**, s. 185-216. (Çevrimiçi) <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13209-010-0031-6#>, 11.12.2013.
- Granger, C. W. J., Z. Ding, R. F. Engle, (1993) "A long memory property of Stock market return and a new model", **Journal of Empirical Finance**, 1, s. 83-106.
- Granger, C. W. J., B. Huang, C. Yang, (2000) "A Bivariate Causality between Stock Prices and Exchange Rates: Evidence from Recent Asian Flu", **Quarterly Review of Economics and Finance**, 40, s. 337-354.
- Grünbichler, A., F. Longstaff, (1996) "Valuing Futures and Options on Volatility", **The Journal of Banking and Finance**, 20(6), s.985-1001.

- Gujarati, D. N., (2003). **asic Econometrics**, 4th Ed., [E-Book]. The McGraw – Hill, Boston, London.
- Guo, H., (2002) “Stock Market Returns, Volatility, and Future Output”, **Review Federal Reserve Bank of St. Louis**, 84(5), s.75-84.
- Hakkio, C. S., (1990) “Exchange Rate Policy and Federal Reserve Policy”, ed. Thomas E. Davis, **Financial Market Volatility and the Economy**, Federal Bank of Cansas City, s. 51–65.
- Hien, M. T. T., (2008) “Modelling and Forecasting Volatility by GARCH Type Models: the Case of Wietnam Stock Market”, **Dissertation**, Nottingham University, School of Business and Management.
- Horobet, A., L. Ilie, (2007) “On the Dynamic link between stock prices and exchange rates: evidence from Romania”, **working papers**, Munich Personal RePEc Archive, No:6429.
- Hsing, Y., (2013) “The Stock Market and Macroeconomic Factors in Japan and Policy Implications”, **International SAMANM Journal of Accounting and Finance**, Vol. 1, No. 1, 2013, s.32-43.
- Hull, J., (2009) **Options, futures, and other derivatives**, Upper Saddle River, N.J: Pearson/Prentice Hall.
- Jarque, C., A. Bera, (1987) “A Test for Normality of Observations and Regression Residuals”, **International Statistical Review**, 55, s.163–172.
- Jiang, G., Y. Tian, (2005) “Model-Free Implied Volatility and Its Information Content”, **Review of Financial Studies**, s. 1305–1342.
- Jones, M. J., O. Lamont, R. L. Lumsdaine, (1998) “Macroeconomic News and Bond Market Volatility”, **Journal of Financial Economics**, 47, s. 315-337.
- Kanalıcı Akay, H., M. Nargeleçekenler, (2006) “Finansal Piyasa Volatilitesi ve Ekonomi”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 61–4, Ankara, s. 1–32.
- Kanas, A., (2000) “Volatility Spillovers between Stock Returns and Exchange Rate Changes: International Evidence”, **Journal of Business Finance & Accounting**, 27, s. 447-468.

- Karabıyık, L., A. Anbar, (2007) “Volatilite ve Varyans Swapları”, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, Sayı: 35, Temmuz 2007, s. 62 -76.
- Karmakar, M., (2005) “Modelling Conditional Volatility of Indian Stock Market”, **Vikalpa** Volume 30, No:3, s. 21-37.
- Kasman, S., (2003) “The relationship between exchange rates and stock prices: a causality analysis” **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 5, s.70-79.
- Kaygusuz, F., (2008) “Hisse Senedi Piyasa Volatilitesi ve İşlem Hacmi ile İlişkisi”, **Yüksek Lisans Tezi**, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Kim, S. J., F. Moshirian, E. Wu, (2006) “Evolution of International Stock and Bond Market Integration: Influence of the European Monetary Union”, **Journal of Banking and Finance**, Vol. 30, No. 5, s. 1507-1534, (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=670101>
- King, M.A., S. Wadhwani, (1990) “Transmission of Volatility between Stock Markets”, **The Review of Financial Studies**, Vol.3, No.1, s. 5-33.
- Kotze, A., A. Joseph, R. Oosthuizen, (2009) “The new South-African Volatility Index new SAVI”, **Johannesburg Stock Exchange**.
- Kovacic, Z. J., (2008) “Forecasting Volatility: Evidence From Macedonian Stock Exchange” **International Research Journal of Finance and Economics**, Issue:18, s.182-212.
- Kutty, G., (2010), “The Relationship Between Exchange Rates and Stock Prices:The Case of Mexico”, **North American Journal of Finance and Banking Research**, Vol. 4, No:4. s. 1-13.
- Kwiatkowski, D., vd., (1992) “Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of unit root”, **Journal of Econometrics**, 54, s.159-178
- Li, S., Q.Yang, (2009) “The relationship between implied and realized volatility: evidence from the Australian stock index option market”, Review of Quantitative Finance and Accounting, Vol 32, Issue 4, s. 405–419.
- López, R., E. Navarro, (2012) “Implied volatility indices in the equity market: A review”, **African Journal of Business Management**, Vol.6 (50), s.

11909-11915, 19 December 2012, (Çevrimiçi)
<http://www.academicjournals.org/AJBM 13.12.2013>.

MacKinnon, J. G., (2010) “Critical Values for Cointegration Tests”, **Queen’s Economics Department Working Paper No. 1227**, (Çevrimiçi)
<http://akson.sgh.waw.pl/~ewams/MacKinnon Critical values for cointegration tests qed wp 1227.pdf>.

Maghrebi, N., M. Kim, K. Nishina, (2007) “The KOSPI200 Implied Volatility Index: Evidence of Regime Shifts in Expected Volatility”, **Asia-Pacific Journal of Financial Studies**, 36(2), s. 163-187.

Mandelbrot, B., (1963) “The variation of certain speculative prices”, **Journal of Business**, 36, s. 394-419.

Mapa, D. S., A. M. Guzman, (2004) “The Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity Parkinson Range (GARCH-PARK-R) Model for Forecasting Financial Volatility”, **9th National Convention on Statistics**, Mandaluyong City. October 4-5, 2004 (Çevrimiçi)
<http://nscb.gov.ph/ncs/9thncs/papers/econometrics Generalized.pdf>, 19.08.2009.

Maskus, K. E., (1990) “Exchange rate risk and US trade: A sectoral analysis”, **Financial Market Volatility and the Economy**, Federal Reserve Bank of Kansas City.

Matei, M., (2008) “Explosion of Stock Market Indices -A Dimension of Financial Innovation”, **BULETINUL Universității Petrol – Gaze din Ploiești**, Vol. LX, No. 4/2008, Seria Științe Economice, s.77 – 86.

Mayhew. S., C. Stivers, (2003) “Stock return dynamics, option volume, and the information content of implied volatility”, **Journal of Future Markets**, 23 (7). S. 615-646.

Maysami, R. C., L. C. Howe, M. A. Hamzah, (2004) “Relationship between Macroeconomic Variables and Stock Market Indices: Cointegration Evidence from Stock Exchange of Singapore’s All-S Sector Indices”, **Jurnal Pengurusan**, 24, s.47-77.

McMillan, D., A. Speight, O. Ap Gwilym, (2000) “Forecasting UK Stock Market Volatility” **Applied Financial Economics**; 10(4), s. 435-448.

- Mills, T. C., R. N. Markellos, (2008) **The Econometric Modelling of Time Series**, Cambridge University Pres.
- Mishra, A. K., N. Swain, D.K. Malhotra, (2007) “Volatility Spillover between Stock and Foreign Exchange Markets: Indian Evidence”, **International Journal of Business**, 12(3), 2007, s. 343-359.
- Morau, F., P. Navatte, C. Villa, (1999) “The Predictive Power of the French Market Volatility Index: A Multi Horizons Study”, **European Finance Review**, 2, s. 303-320.
- Murinde, V., S. Poshakwale, (2004) “Exchange Rate and Stock Price Interactions in European Emerging Financial Markets Before and After the Euro”, **working paper**, Birmingham Business School, University of Birmingham.
- Muzzioli, s., (2013) “The Information Content of Option-Based Forecasts of Volatility: Evidence from the Italian Stock Market”, **Quarterly Journal of Finance**, Vol. 3, No. 1 s.1350005-1 1350005-46 (46 sayfa).
- Nelson, D, B. (1991) “Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach”, **Econometrica**, 59 (2), s. 347-370.
- Nieh, C., C. Lee (2001) “Dynamic relationship between stock prices and exchange rate for G7 countries”, **Quarterly Review of Economics and Finance**, 41, s. 477-490.
- Nishina, K., N. Maghrebi, M. S. Kim, (2006) “Stock market volatility and the forecasting accuracy of implied volatility indices”, **Discussion Papers in Economics and Business No. 06-09**, Graduate School of Economics and Osaka School of International Public Policy.
- Oomen, R. C. A., G. J. Jiang, (2001) “Hedging Derivatives Risks - A Simulation Study” (September 2001), (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=302525>, 18.03.2014.
- Orhunbilge, N., (2000) **Tanımsal İstatistik Olasılık ve Olasılık Dağılımları**, İşletme Fakültesi Yayın No:279, Avcıol basım yayın İstanbul.
- Ong, L.L., H. Y. Izan, (1999) “Stock and currencies: are they related?” **Applied Financial Economics**, 9, s. 523-532.

- Padhi, P.; (2011) “On the Linkages among Selected Asian, European and the US Implied Volatility Indices”, **National Stock Exchange of India Limited** (NSE) Working Paper.
- Pagan, A. R., G. W. Schwert, (1990) “Alternative models for conditional stock market volatility”, **Journal of Econometrics**, 45, s.267-90.
- Palaniswamy, R., K. Lakshminarayanan, V. Venkatesh, (2009) “Volatility Index - A new tool for Risk Management”, **Journal of Contemporary Research in Management**, July - September, 2009, s. 47-57.
- Pan, J., H. Wang, H. Tong, (2008) “Estimation and tests for power-transformed and threshold GARCH models”, **Journal of Econometrics**, 142 (2008) s. 352–378.
- Phylaktis, K., F. Ravazzolo, (2005) “Stock Prices and Exchange Rate Dynamics”, **Journal of International Money and Finance**, 24, s. 1031–1053.
- Pindyck, R. S., (1984) “Risk, inflation and the stock market”, **American Economic Review**, 74, s. 334–351. (Çevrimiçi)
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/1804011?uid=3737880&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21104074510311>, 19.11.2012.
- Plosser, C. I., W. Schwert, (1978) “Money, Income, and Sunspots: Measuring Economic Relationships and the Effect of Differencing”, **Journal of Monetary Economics**, 4, s. 637-660.
- Poon, S. H., C. W. J. Granger, (2003) “Forecasting volatility in Financial Markets: a Review”, **Journal of Economic Literature**, 41(2), s.478 539.
- Poon, S. H. and Granger, C., (2005) “Practical Issues in Forecasting Volatility”, **Financial Analysts Journal**, Volume 61, Number 1, CFA Institute, s. 45-56.
- Poon, S. H., (2005) **A Practical Guide for Forecasting Financial Market Volatility**, Wiley Finance Series, John Wiley & Sons Ltd, UK.
- Psychoyios, D., G. Skiadopoulos, (2006) “Volatility options: Hedging effectiveness, pricing, and model error”, **Journal of Futures Markets**, 26 (2006) s. 1-31.
- Psychoyios, D; (t.y) “Hedging Volatility Risk, Athens” University of Economic & Business, (Çevrimiçi)

http://dmst.aueb.gr/en2/diafora2/Phd_thesis/Psychoyios.pdf,
14.04.2013.

- Rahman, L., J. Uddin, (2009) "Dynamic Relationship between Stock Prices and Exchange Rates: Evidence from Three South Asian Countries", **International Business Research**, Vol. 2, No.2, s.167-174.
- Sabri, N., 2004, "Stock Return Volatility and Market Crisis in Emerging Economies," **Review of Accounting and Finance**, 3, s.59-83.
- Sağlık, F., (2009) "Seçilmiş Global Risk Seviyesi Göstergeleri İle İMKB Endeksleri Arasındaki Korelasyon İlişkisinin İncelenmesi" **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tez Projesi**, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sangmi, M., M. M. Hassan, (2013) "Macroeconomic Variables on Stock Market Interactions: The Indian Experience", **IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, Volume 11, Issue 3 (May. - Jun. 2013), s. 15-28.
- Savva, C. S., (2009) "International stock markets interactions and conditional correlations" **Journal of International Financial Markets, Institutions & Money**, 19 (2009). s. 645-661.
- Schwaiger, W. S. A., (1995) "A note on GARCH predictable variances and stock market efficiency", **Journal of Banking & Finance**, 19 (1995), s. 949-953.
- Schwert, G. W., (1989), "Why Does Stock Market Volatility Change Over Time?" **Journal of Finance**, 44 (5). s. 1115-1153.
- Schwert, G. W., (1990) "Stock market volatility", **Financial Analysis Journal**, 46 (3). s. 23-34.
- Scruggs, J. T., P. Glabadanidis, (2003) "Risk Premia and the Dynamic Covariance between Stock and Bond Returns", **Journal of Financial and Quantitative Analysis (JFQA)**, Vol. 38, No. 2, 2003. (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=275911>, 03.02.2013.
- Sekmen, F., (2011) "Exchange rate volatility and stock returns for the U.S.", **African Journal of Business Management**, Vol. 5(22), s. 9659-9664, 30 September, 2011. (Çevrimiçi) <http://www.academicjournals.org/AJBM>, 17.06.2013.

- Sengupta, J., K. ve Sfeir, R. E., 1997 “Modelling Exchange Rate Volatility”, **International Journal of Systems Science**, 28(6), s.617–624.
- Shephard, N., (2005) **Stochastic Volatility: selected readings**, edited, Oxford University press. New York.
- Simon, D. P., (2003) “The Nasdaq Volatility Index during and after the Bubble”, **The Journal of Derivatives**, Winter, s. 9-24.
- Sinclair, E., (2008) **Volatility Trading**, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.
- Siriopoulos, C., A. Fassas, (2008a) “An investor sentiment barometer – Greek implied volatility index (GRIV)”, (November 26, 2008), (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1307680>, 11.03.2013.
- Siriopoulos, C., A. Fassas, (2008b) “The information content of VFTSE”, 30 Kasım 2008, (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1307702>, 19.11.2012.
- Siriopoulos, C., A. Fassas, (2009) “Implied Volatility Indices – A Review” (June 15, 2009). (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1421202>, 19.11.2012.
- Skiadopoulos, G., (2004) “The Greek implied volatility index: construction and properties”, **Applied Financial Economics**, 2004, 14, s. 1187–1196
- Solnik, B., (1987) “Using Financial Prices to Test Exchange Rate Models: A Note”, **Journal of Finance**, vol. 42, 1987, s. 141-149.
- Spada, G. L., J. D. Farmer, F. Lillo, (2008) “The non-random walk of stock prices: The long-term correlation between signs and sizes”. **The European Physical Journal B**, - Condensed Matter and Complex Systems. (Çevrimiçi) <http://tuvalu.santafe.edu/~jdf/papers/NonRandomWalkStockPrices.pdf>, 21.09.2013.
- Stavarek, D., (2005) “Stock prices and exchange rates in the EU and the USA: Evidence of mutual interactions”, **Journal of Economics and Finance**, 55, s. 141-161.
- Subbotin A., T. Chauveau, (2010), “Volatility Models: From GARCH to Multi-Horizon”, **Financial Markets and the Global Recession**, chapter 5, Ed. by B. Naas et al., s. 103-159. Nova Science Publishers.

- Syriopoulos, T., E. Roumpis, (2009) "Dynamic correlations and volatility effects in the Balkan equity markets", **Journal of International Financial Markets, Institutions & Money**, 19 (2009), s. 565-587.
- Szad, E., (2009) "VIX Futures and Options - A Case Study of Portfolio Diversification during the 2008 Financial Crisis", (June 1, 2009), (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1403449>, 22.07.2013.
- Tabak, B. M., (2006) "The Dynamic Relationship between Stock Prices and Exchange Rates:evidence for Brazil", **Banco Central Do Brasil**, Working Paper Series 124.
- Taylor, S., (1986) **Modelling financial time series**, Wiley and Sons, New York.
- Thupayagale P., (2011) "Long Memory in The Volatility of an Emerging Fixed-Income Market: Evidence from South Africa", **South African Journal of Economics**, Vol. 79:3, September 2011, s. 290-300
- Tian, G. G., S. Ma, (2010) "The relationship between stock returns and the foreign exchange rate: the ARDL approach", **Journal of the Asia Pacific Economy**, 15 (4), s. 490-508.
- Ting, C., 2007, "Fear in the Korea Stock Market", **Review of Futures Markets**, 16(1).
- Wickremasinghe, G., (2006) "Dynamic Relations between Stock Prices and Exchange Rates in Sri Lanka: Some Empirical Evidence", **working paper**, Victoria University, Australia.
- Whaley, R. E., (1993) "Derivatives on market volatility: Hedging tools long overdue", **Journal of Derivatives**,1, s.71-84.
- Whaley, R. E., (2000) "The investor fear gauge", **Journal of Portfolio Management**, 26, s.12-17.
- Whaley, R. E., (2008) "Understanding VIX", **Working paper**. (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=1296743>, 18.07.2013.
- Whaley R., E.; (2013) "Trading Volatility: At What Cost?", (Çevrimiçi) <http://ssrn.com/abstract=2261387>, 16.03.2014.
- White Paper India VIX (t.y) (Çevrimiçi) http://www.nseindia.com/content/vix/white_paper_IndiaVIX.pdf, 29.03.2014.

- Wolf, H., (2005) "Volatility: Definitions and Consequences", **Managing Economic Volatility and Crisis: A practitioner's Guide**, Ed. By Aizenman, J., B. Pinto, New York, Cambridge University Press. s. 45-64.
- Wright, J. H., T. Bollerslev, (1999) "High Frequency Data, Frequency Domain Inference and Volatility Forecasting", **Board of Governors of the Federal Reserve System**, International Finance Discussion Papers. Number 649. October 1999.
- Yalçın, Y., (2007) "Stokastik oynaklık modeli ile istanbul menkul kıymetler borsasında kaldıraç etkisinin incelenmesi", **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt:22 Sayı:2, Yıl:2007, s.357-365.
- Yang, S., Y., S. C. Doong, (2004) "Price and Volatility Spillovers between Stock Prices and Exchange Rates: Empirical Evidence from the G-7 Countries", **International Journal of Business and Economics**, 2004, Vol. 3, No. 2, s. 139-153.
- Yang, M. J., M. Liu, (2012) "The Forecasting Power of the Volatility Index in Emerging Markets: Evidence from the Taiwan Stock Market", **International Journal of Economics and Finance**, Vol. 4, No. 2; February 2012, s. 217-231.
- Yu, J., (2002) "Forecasting volatility in the New Zealand stock market", **Applied Financial Economics**, 12, s. 193-202.
- Yu, W. W., E. C. K. Lui, J. W. Wang, (2010) "The Predictive Power of the Implied Volatility of Options Traded OTC and on Exchanges", **Journal of Banking and Finance**, 34, s. 1-11.
- Zafar, N., S. F. Urooj, T. K. Durrani, (2008) "Interest Rate Volatility and Stock Return and Volatility", **European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences**, 14 (2008). s. 135-140.
- Zhang, J. E., J. Shu, M. Brenner, (2010) "The New Market for Volatility Trading", **Journal of Futures Markets**, Volume 30, Issue 9, s. 809-833.

EKLER

Ek:5.1 VIX endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesi regresyon denkleminde ilişkin olarak EViews sonucu

Dependent Variable: LNVIX
Method: Least Squares
Date: 10/31/14 Time: 00:04
Sample: 1/03/2006 2/03/2014
Included observations: 2020

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVLUSD	0.381215	0.031779	11.99584	0.0000
C	3.340334	0.031005	107.7349	0.0000
R-squared	0.066562	Mean dependent var		2.982988
Adjusted R-squared	0.066099	S.D. dependent var		0.399882
S.E. of regression	0.386440	Akaike info criterion		0.937309
Sum squared resid	301.3597	Schwarz criterion		0.942864
Log likelihood	-944.6822	Hannan-Quinn criter.		0.939348
F-statistic	143.9001	Durbin-Watson stat		0.034080
Prob(F-statistic)	0.000000			

Ek:5.2 Ek:5.1 VIX endeksi ile ABD döviz kuru değişimi regresyon denkleminde ilişkin olarak EViews sonucu

Dependent Variable: LNVIX
Method: Least Squares
Date: 10/31/14 Time: 18:31
Sample: 1/03/2006 2/03/2014
Included observations: 2020

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNUSD	0.898060	0.217563	4.127819	0.0000
C	-1.104621	0.990299	-1.115443	0.2648
R-squared	0.008373	Mean dependent var		2.982988
Adjusted R-squared	0.007881	S.D. dependent var		0.399882
S.E. of regression	0.398303	Akaike info criterion		0.997782
Sum squared resid	320.1460	Schwarz criterion		1.003337
Log likelihood	-1005.760	Hannan-Quinn criter.		0.999820
F-statistic	17.03889	Durbin-Watson stat		0.031201
Prob(F-statistic)	0.000038			

Ek:5.3 VIX Endeksi ile ABD döviz kuru volatilitésinin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews sonucu

Null Hypothesis: LNVIX_LUSDVOL_RESID has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.500886	0.0005
Test critical values:		
1% level	-2.566109	
5% level	-1.940981	
10% level	-1.616594	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LNVIX_LUSDVOL_RESID)

Method: Least Squares

Date: 10/31/14 Time: 18:36

Sample (adjusted): 1/06/2006 2/03/2014

Included observations: 2017 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVIK_LUSDVOL_RESID(-1)	-0.014293	0.004083	-3.500886	0.0005
D(LNVIX_LUSDVOL_RESID(-1))	-0.139010	0.022284	-6.237994	0.0000
D(LNVIX_LUSDVOL_RESID(-2))	-0.073886	0.022244	-3.321584	0.0009
R-squared	0.030553	Mean dependent var		0.000329
Adjusted R-squared	0.029590	S.D. dependent var		0.071373
S.E. of regression	0.070309	Akaike info criterion		-2.470353
Sum squared resid	9.955869	Schwarz criterion		-2.462009
Log likelihood	2494.351	Hannan-Quinn criter.		-2.467290
Durbin-Watson stat	2.004028			

Ek:5.4 VIX Endeksi ile ABD döviz kuru değişiminin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews sonucu

Null Hypothesis: LNVIX_LNUSD_RES has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.360306	0.0008
Test critical values:		
1% level	-2.566109	
5% level	-1.940981	
10% level	-1.616594	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LNVIX_LNUSD_RES)
 Method: Least Squares
 Date: 10/31/14 Time: 18:41
 Sample (adjusted): 1/06/2006 2/03/2014
 Included observations: 2017 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNVIX_LNUSD_RES(-1)	-0.013101	0.003899	-3.360306	0.0008
D(LNVIX_LNUSD_RES(-1))	-0.150360	0.022273	-6.750732	0.0000
D(LNVIX_LNUSD_RES(-2))	-0.078210	0.022235	-3.517458	0.0004
R-squared	0.033281	Mean dependent var		0.000320
Adjusted R-squared	0.032321	S.D. dependent var		0.070387
S.E. of regression	0.069240	Akaike info criterion		-2.500991
Sum squared resid	9.655458	Schwarz criterion		-2.492648
Log likelihood	2525.250	Hannan-Quinn criter.		-2.497929
Durbin-Watson stat	2.004835			

Ek:5.5 VIX Endeksi ile ABD döviz kuru volatilitesine ilişkin hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuç

Dependent Variable: DLNVIX
Method: Least Squares
Date: 10/31/14 Time: 22:54
Sample (adjusted): 1/04/2006 2/03/2014
Included observations: 2019 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNVOLUSD	0.360851	0.412179	0.875472	0.3814
LNVI_X_LUSDVOL_RESID(-1)	-0.017403	0.004342	-4.007844	0.0001
C	0.000334	0.001581	0.211357	0.8326
R-squared	0.008022	Mean dependent var		0.000324
Adjusted R-squared	0.007038	S.D. dependent var		0.071305
S.E. of regression	0.071054	Akaike info criterion		-2.449275
Sum squared resid	10.17805	Schwarz criterion		-2.440939
Log likelihood	2475.543	Hannan-Quinn criter.		-2.446216
F-statistic	8.151870	Durbin-Watson stat		2.249525
Prob(F-statistic)	0.000298			

Ek:5.6 VIX Endeksi ile ABD döviz kuru değişimine ilişkin hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuç

Dependent Variable: DLNVIX
Method: Least Squares
Date: 10/31/14 Time: 23:09
Sample (adjusted): 1/04/2006 2/03/2014
Included observations: 2019 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNUSD	4.382280	0.346414	12.65042	0.0000
LNVI_X_LNUSD_RES(...)	-0.017534	0.003825	-4.583949	0.0000
C	0.000346	0.001522	0.227153	0.8203
R-squared	0.080796	Mean dependent var		0.000324
Adjusted R-squared	0.079884	S.D. dependent var		0.071305
S.E. of regression	0.068398	Akaike info criterion		-2.525468
Sum squared resid	9.431368	Schwarz criterion		-2.517131
Log likelihood	2552.460	Hannan-Quinn criter.		-2.522408
F-statistic	88.60078	Durbin-Watson stat		2.350016
Prob(F-statistic)	0.000000			

Ek:5.7 TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişimi regresyon denkleminin ilişkin olarak EViews sonucu

Dependent Variable: LNTRVIX
Method: Least Squares
Date: 10/31/14 Time: 23:56
Sample: 4/05/2013 2/28/2014
Included observations: 225

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNUSD_TL	1.354803	0.179887	7.531406	0.0000
C	2.264993	0.124325	18.21834	0.0000
R-squared	0.202780	Mean dependent var	3.197028	
Adjusted R-squared	0.199205	S.D. dependent var	0.199632	
S.E. of regression	0.178645	Akaike info criterion	-0.597985	
Sum squared resid	7.116819	Schwarz criterion	-0.567619	
Log likelihood	69.27328	Hannan-Quinn criter.	-0.585729	
F-statistic	56.72208	Durbin-Watson stat	0.916206	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Ek:5.8 TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişimi değişiminin doğrusal regresyonundan elde edilen hata terimlerinin birim testine ilişkin olarak EViews sonucu

Null Hypothesis: TRVIX_USD_RES has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.082818	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.575326	
5% level	-1.942249	
10% level	-1.615755	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(TRVIX_USD_RES)
Method: Least Squares
Date: 11/01/14 Time: 00:05
Sample (adjusted): 4/08/2013 2/28/2014
Included observations: 224 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TRVIX_USD_RES(-1)	-0.457924	0.056654	-8.082818	0.0000

Ek:5.9 TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru değişimi ilişkin hata düzeltme modeli sonuçlarına ilişkin olarak EViews programından elde edilen sonuç

Dependent Variable: DLNTRVIX
Method: Least Squares
Date: 11/01/14 Time: 00:15
Sample (adjusted): 4/08/2013 2/28/2014
Included observations: 224 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNUSD_TL	-0.092749	1.418010	-0.065408	0.9479
TRVIX_USD_RES(-1)	-0.464513	0.057144	-8.128746	0.0000
C	0.000994	0.010160	0.097824	0.9222
R-squared	0.232150	Mean dependent var	0.000353	
Adjusted R-squared	0.225201	S.D. dependent var	0.171211	
S.E. of regression	0.150705	Akaike info criterion	-0.933688	
Sum squared resid	5.019325	Schwarz criterion	-0.887996	
Log likelihood	107.5730	Hannan-Quinn criter.	-0.915244	
F-statistic	33.40828	Durbin-Watson stat	2.059942	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Ek:5.10 TRVIX Endeksi ile USD/TL döviz kuru volatilitesi arasındaki VAR modeline ilişkin EViews sonucu

Sample (adjusted): 4/19/2013 2/28/2014
Included observations: 215 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

	DLNTRVIX	DVOL
DLNTRVIX(-1)	-0.408368 (0.06956) [-5.87062]	-3.17E-05 (5.0E-05) [-0.63634]
DLNTRVIX(-2)	-0.278593 (0.07437) [-3.74622]	-2.43E-05 (5.3E-05) [-0.45688]
DLNTRVIX(-3)	-0.312158 (0.07620) [-4.09672]	-9.24E-05 (5.5E-05) [-1.69468]
DLNTRVIX(-4)	-0.113884 (0.07604) [-1.49776]	-4.03E-05 (5.4E-05) [-0.73981]
DLNTRVIX(-5)	-0.101487 (0.07323) [-1.38580]	-0.000145 (5.2E-05) [-2.75928]
DLNTRVIX(-6)	-0.136572 (0.06904) [-1.97823]	-7.45E-05 (4.9E-05) [-1.50779]
DVOL(-1)	125.2794 (97.8916) [1.27978]	-0.746898 (0.07008) [-10.6573]
DVOL(-2)	155.5103 (117.677) [1.32150]	-0.412871 (0.08425) [-4.90068]
DVOL(-3)	182.3077 (119.619) [1.52407]	-0.362478 (0.08564) [-4.23266]
DVOL(-4)	136.5967 (119.726) [1.14091]	-0.352657 (0.08571) [-4.11432]
DVOL(-5)	111.8748 (118.221) [0.94632]	-0.269372 (0.08464) [-3.18266]
DVOL(-6)	68.54341 (97.1091) [0.70584]	-0.067184 (0.06952) [-0.96636]
C	0.001261 (0.01062) [0.11873]	1.21E-06 (7.6E-06) [0.15905]
R-squared	0.199352	0.408133

ÖZGEÇMİŞ

Niyazi TELÇEKEN, 1977 yılı Elazığ - Maden doğumludur. İlkokulu Bahçedere Köyü İlkokulu'nda, Ortaokulu Elazığ Atatürk Ortaokulu'nda ve Liseyi Elazığ Lisesi'nde tamamlamıştır. 2000 yılında Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı yıl Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O Teftiş Kurulu Başkanlığı'nda müfettiş yardımcısı olarak çalışmaya başlamıştır. 2001 yılında ise Sermaye Piyasası Kurulu'nda uzman yardımcısı olarak çalışmaya başlamış olup, 2004 yılında yeterlik sınavını geçerek uzman olmuştur. 2007 yılında Gazi Üniversitesi Maliye Anabilim Dalı Finans Yüksek Lisans Programı'nda "Türkiye Sermaye Piyasasında Tasarruf Araçlarının Vergilendirilmesi ve Analizi" konulu tezini savunarak yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 2009 yılında Galler Üniversitesi (Aberystwyth) Uluslararası Finans (University of Wales Aberystwyth, International Finance) yüksek lisans programını bitirmiştir. 2009 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Finans Doktora Programı'na girmiştir. 2011 yılında doktora yeterlilik sınavını vererek, doktora tez çalışmalarına başlamıştır. Halen Sermaye Piyasası Kurulu'nda başuzman olarak görev yapmaktadır.