

VOLATİLİTE ENDEKSLERİ: GELİŞİMİ, TÜRLERİ, UYGULAMALARI VE TRVIX ÖNERİSİ*

Volatility Indices: History, Types, Applications and a TRVIX Proposal

Niyazi TELÇEKEN** & Murat KIYILAR*** & Eyüp KADIOĞLU****

Özet

İlk defa Chicago Opsiyon Borsası tarafından 1993 yılında oluşturulan volatilitte endeksi (VIX) piyasalardaki korkunun derecesini ölçen bir endeks olup, finansal piyasaların gelecekteki belirsizlikleri hakkında bilgi sağlama nedeniyle dünya genelinde takip edilen önemli göstergelerden biri olmuştur. Temelde örtülü volatilitte kavramına dayanan volatilitte endeksleri 1970'li yılların ortalarından itibaren finansal piyasalarda kullanılmak amacıyla oluşturulmaya başlanmıştır. İlk endeks sonrasında başta gelişmekte olan piyasalarda sonrasında da gelişmekte olan piyasalarda volatilitte endeksleri oluşturulmaya başlanmış olup, bu endeksler hesaplanma metodolojileri göre, oluşturulma biçimlerine yani akademik veya resmi endeks olup olmamalarına göre ve hesaplamada kullanılan opsiyonların dayanak varlıklarına göre sınıflandırılabilirler. Ülkemizde de VIX endeksi uluslararası piyasaları izlemek için kullanılıyor olsa da henüz bir volatilitte endeksi oluşturulmuş değildir. Bu çalışmada, gelişmiş piyasalarda uygulama alanı bulan ve risk yönetimi için önemli bir yere konumlandırılmış olan volatilitte endeksleri tanıtılmış, dünya genelindeki volatilitte endekslerine ilişkin olarak referans olma niteliğinde bilgilere değinilerek Türkiye için modelden bağımsız volatilitte endeksi hesaplanırken kullanılabilir en uygun modelin Chicago Opsiyon Borsası tarafından VIX endeksi hesaplaması sırasında kullanılan metodoloji olduğu düşünülmektedir.

Abstract

Volatility index, firstly introduced by Chicago Board Options Exchange in 1993 and named as VIX, measures the degree of the fear in financial markets. Since it provides the information about uncertainty of the financial markets in future, it has become an important and followed indicator around the world. Volatility indexes, basically based on concept of implied volatility, have been started to create to use in the financial markets since mid-1970s. After introducing first index, both developed and developing countries has started to introduce volatility indexes subsequently and they can be classified according to their calculation methodology, formation of by whom (by academicians or by officials) and underlying asset of options that are used in calculations. Although VIX has been used for monitoring international financial markets, it has not been introduced yet in Turkish financial markets. This study provides theoretical and applicative information about volatility index which is used and seen as important tool for risk management in developed financial markets. It is proposed that the most appropriate volatility index calculation methodology in which volatility index is model free for Turkey is the methodology used by Chicago Board Options Exchange.

Anahtar Kelimeler:

Volatilitte Endeksi,
Korku Endeksi,
Örtülü Volatilitte,
Volatilitte Riski

JEL Kodları:

F37, G10, G13, G17

Keywords:

Volatility Index,
Fear Index, Implied
Volatility,
Volatility Risk.

JEL Codes:

F37, G10, G13, G17

* Bu çalışma Niyazi Telçeken'in 2014 yılında hazırladığı ve İstanbul Üniversitesi'nde kabul edilen doktora tezinden türetilmiştir.

** Dr., Sermaye Piyasası Kurulu, Yatırımcı Tazmin Merkezi, niyazi.telceken@spk.gov.tr, ORCID: 0000-0003-3548-8889

*** Prof.Dr., İstanbul Üniv., İşletme Fakültesi, muratkiy@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6972-8700

**** Sorumlu yazar, Doç. Dr., Sermaye Piyasası Kurulu, Yatırımcı Tazmin Merkezi, ekadioglu@spk.gov.tr, eyup.kadioglu@gmail.com ORCID: 0000-0001-7836-868X

1. Giriş

Finansal piyasalarda varlıkların getirisi ile birlikte riskine de verilen önem, söz konusu riskin yönetilmesine yönelik çabaları yoğunlaştırmış, bu çabalar sonucunda da volatilite endeksleri oluşturulmuştur. Volatilite riski, çeyrek asırdan fazla bir süredir yaşanmış birçok finansal felaketin (örneğin; Barings Bank, Long-Term-Capital Management) meydana gelmesinde başlıca rol oynamıştır (Skiadopoulos, 2004, s. 1187). Volatilite riski kısaca finansal piyasalarda bulunan varlıkların fiyat ve değerlerinde meydana gelen dalgalanmalardan kaynaklanan volatilitenin belirsiz olması olarak tanımlanabilmektedir. Ancak ilgililer için bu dalgalanmanın büyüklüğüyle birlikte yönü de korunma açısından önem arz etmektedir.

Potansiyel volatilite değişikliklerinden korunmanın volatilite endeksi gerektirdiği, endeks oluşturulduktan sonra bu endeks dayalı oluşturulacak türev araçlar yoluyla volatilite üzerine işlemler yapılabileceği ve böylece riske karşı korunma sağlanabileceği ilk olarak Brenner ve Galai (1989) tarafından ileri sürülmüştür. Volatilite riskinin giderilmesi konusundaki yoğun istek, volatilite üzerine türev araç oluşturma ihtiyaç ve arayışı doğurmuş ve bu konuda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla, örtülü volatilite endeksi oluşturma ve bu endeksin özellikleri konusundaki çalışmalar öncelikle volatilite üzerine türev araç oluşturma konusundaki artan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır (Skiadopoulos, 2004, s. 1187). Volatiliteye dayalı türev araçlar, zımni olarak, getirileri volatilite ölçümlerine dayanan araçlardır. Bundan dolayı, bu araçlar volatilite değişiklikleri (volatilite riski) karşısında korunmak ve spekülasyon için doğal adaylardır.

Yatırımcıların finansal piyasalardaki geleceğin bilinmezliği karşısındaki arayışları volatilite endekslerinin oluşturulmasına yol açmış olmakla birlikte, söz konusu endekslerin oluşturulabilmesine imkan sağlayan şey ise, örtülü volatilitenin keşfi ve hesaplanmasıdır.

Finansal piyasalarda gelecekle ilgili belirsizliklerden korunmak amacıyla uygulama alanı bulan volatilite endeksleri, başta bu endekslerin oluşturulmasına dayanak olan opsiyon piyasasının henüz yeni olması olmak üzere çeşitli nedenlerle ülkemizde henüz uygulama alanı bulamamıştır. İşte bu nedenle bir literatür özeti olan çalışmamızın, bu alandaki uygulamalara referans kaynağı olabileceği kanaatindeyiz. Bilebildiğimiz kadarıyla ülkemizde bu konuda daha önce yayınlanmış benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenlerle çalışmamızın özgün olduğu, dünyada yaygınlaşan ve gün geçtikçe kullanım alanı artan volatilite endeksleri konusunda Türkiye finans literatürüne ve volatilite endeksi oluşturulması konusundaki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada ilk olarak volatilite endeksi tanımı, gelişimi ve türlerine ilişkin bilgilere, sonrasında ise başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere volatilite endekslerine ilişkin gelişmiş ülke uygulamalarına, bu uygulamalarda kullanılan volatilite endeksi oluşturma metodolojilerine yer verilmiş, son olarak konu ile ilgili yapılacak akademik ve uygulama çalışmalarına ışık tutacağı temennisiyle Türkiye için oluşturulacak volatilite endeksine yönelik olarak hesaplamada kullanılacak metodoloji ve değişkenler için önerilere yer verilmiştir.

2. Volatilite Endekslerinin Tanımı, Gelişimi ve Türleri

Finansal piyasalardaki getirilerin dalgalanması beraberinde bu belirsizlikten korunma amacıyla çeşitli enstrümanların oluşturulması araştırmalarını ortaya çıkarmıştır. Bu amaca yönelik olarak volatilite endeksleri oluşturulmaya başlanmış ve günümüz finansal piyasalarında önemli bir tutmaya başlamıştır. Temelde örtülü volatilite kavramına dayanan volatilite endeksleri 1970'li yılların ortalarından itibaren finansal piyasalarda kullanılmaya başlanmıştır. Volatilite endeksleri de pek çok finansal gelişmenin başlangıcı ve merkezi olan ABD'de opsiyon sözleşmeleri ile hayatımıza girmiş olup, daha sonra dünyaya yayılmaya ve çeşitlenmeye başlamıştır. İzleyen bölümlerde örtülü volatilite kavramından, volatilite endekslerinin gelişiminden ve türlerin hakkında genel bilgiler verilmiştir.

2.1. Örtülü Volatilite

Volatilite endekslerine geçmeden, volatilite endekslerinin oluşmasına dayanak oluşturan, ancak hesaplanması çok eskiye dayanmayan örtülü volatilite kavramından bahsetmek faydalı olacaktır. Örtülü volatilite kavramı opsiyon fiyatlarına dayalı olup, opsiyonların organize piyasalarda işlem görmeye başlamasından hemen sonra ortaya çıkmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008a, s. 2). Diğer bir deyişle, örtülü volatilitenin hesaplanabilmesi ancak, opsiyon sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmeye başlamasından sonra mümkün olmuştur.

Opsiyon sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmeye başlaması 1973 yılına dayanmaktadır. Opsiyon sözleşmelerinin bünyesinde işlem görmesi için ABD sermaye piyasaları düzenleyici otoritesi Securities Exchange Commission'dan (SEC) 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 işlem göreceği, standartları tespit edilmiş organize bir piyasa kurulmuştur. Chicago Opsiyon Borsası (Chicago Board Options Exchange, CBOE) olarak adlandırılan bu piyasada 26 Nisan 1973 tarihinde ilk olarak New York Borsasında (New York Stock Exchange, NYSE) alım satımı yapılan 16 farklı hisse senedi üzerine yazılan 911 adet alım opsiyonu sözleşmesi işlem görmüş, daha sonraları 1977 yılının Haziran ayından itibaren ise ilk satım opsiyonları işlem görmeye başlamıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008a, s.2). Opsiyonlar CBOE'den sonra pek çok borsada işleme açılmış ve yoğun talep gören bir enstrüman haline gelmiştir. Döviz dayalı opsiyon sözleşmeleri 1982 yılında (Montreal Borsası'nda), endekse dayalı opsiyon sözleşmeleri ise 1983 yılında işleme başlamıştır.

Endeks opsiyonlarının fiyatlamasında volatilitenin işleviyle tahvil fiyatlamasında faiz oranlarının işlevi arasında temel bir benzerlik bulunmaktadır (Derman vd., 1998, s.3). Faiz oranları ile volatilite arasındaki bu analogi volatiliteyi açıklamak konusunda faydalı olmaktadır. Volatilite 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 sahip ise, her opsiyon da kendine has bir örtülü volatiliteye sahiptir. Gerçekte 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 volatilite de Black-Scholes formülü kullanılarak belirli opsiyonun fiyatına dönüştürülebilmektedir.

Örtülü volatilite bir opsiyonun vadesi boyunca dayanak varlığının gelecekteki volatilitesi konusundaki piyasa beklentisi olup, ileriye yöneliktir. Piyasa katılımcılarının gelecek volatilitesi hakkındaki uzlaşısı olarak tanımlanabilen ve opsiyonların piyasa fiyatlarından türetilen örtülü volatilite, yatırımcıların rasyonel oldukları varsayımı altında, dayanak varlığın opsiyon sözleşmesinin vadesi boyunca ortalama gelecek volatilitesi hakkında piyasa katılımcılarının tahminini göstermektedir (Padhi, 2011, s.3).

Örtülü volatilite kavramı, opsiyon fiyatlama modelinde dayanak varlığın getirisinin volatilitesini (standart sapmasını) ifade etmek için kullanılmaktadır. Örtülü volatilitenin elde edilmesinde Black-Scholes modelinden faydalanılmaktadır. Bu modele 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 görmesi nedeniyle teorik fiyatlarının yanı sıra, söz konusu opsiyonların, makul fiyat olarak da adlandırılabilen, arz ve talep tarafından belirlenen bir piyasa fiyatı da oluşmaktadır. Bu durumda Black-Scholes formülüyle piyasa fiyatı ve objektif olarak bilinen diğer değişkenler kullanılarak, opsiyonun vadesi boyunca piyasa katılımcıları tarafından beklenen volatiliteyi türetebiliriz. Diğer bir deyişle, opsiyon değerlendirilmede kullanılan tüm değişkenler (hisse senedi fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, risksiz faiz oranı ve opsiyonun vadesine kalan zaman) doğrudan gözlemlenebildiğinden, opsiyonun piyasa değeri ile modelden elde edilen değerinin eşit olmasını sağlayan volatilite değeri, opsiyonun örtülü volatilitesidir (López ve Navarro, 2012, s.11909). Bu nedenle örtülü volatilite geleceğe dönük (forward looking) volatilite tahmini olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra örtülü volatilite, hisse senedi getirisinin belirli bir dağılımına iliştilirilmiş standart sapma olduğundan dolayı aynı zamanda da riskin ölçümü olarak kabul görmektedir (Poon ve Granger, 2003).

Örtülü volatilitenin, finansal piyasalarda gelecek volatilitesinin bir ölçütü olduğu hususunda yaygın bir kabul söz konusudur. Yatırımcıların, örtülü volatilite yoluyla oluşturulan gelecek volatilitesine ilişkin beklentilerinin konuyla ilgili tüm elverişli tüm bilgileri içermiş olması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, rasyonel beklentiler varsayımının geçerli olduğu kabul edildiğinde, piyasa, gelecek volatilitesi hakkındaki beklentilerini oluşturmak ve şekillendirmek için elverişli olan tüm bilgiyi kullanmaktadır. Böylelikle opsiyonların piyasa fiyatları, piyasanın gerçek volatilite tahminlerini ortaya çıkaracaktır. Buna ilaveten eğer piyasa etkinse, o zaman piyasanın tahminleri veya örtülü volatilite belirli bir andaki elverişli bilgi düzeyinde, mümkün olan en iyi olan tahmini verecektir (Bo Zhang, 2010, s. 20). Bu hususlar bir arada değerlendirildiğinde, örtülü volatilite finansal piyasalarda önem atfedilen bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2. Volatilite Endekslerinin Gelişimi

Volatilite endeksi opsiyonların organize borsalarda işlem görmesinden hemen sonra ortaya çıkmış ve buna yönelik ilk çalışmalar akademik düzeyde başlamıştır.

Örtülü volatilite, ilk olarak Latane ve Rendleman (1976) tarafından, pay opsiyonları CBOE’de işlem gören 24 şirketin söz konusu opsiyonları kullanılarak türetilmiş ve kullanılmıştır (Dowling ve Muthuswamy, 2005, s.2). Gastineau (1977) volatilite endeksini oluşturan sonraki

araştırmacı olup, 14 paya dayalı, vadesine 3 ila 6 ay kalan başa baş alım opsiyonlarının örtülü volatilitelerinin ortalamasını alarak volatilitenin endeksini oluşturmuştur. Daha sonra Galai (1979) her bir ayrı pay için opsiyon endeksi oluşturmuş, Cox ve Rubinstein (1985) yaptıkları çalışmada endekslerini sabit vadeli ve başa baş hale getirmek için, her bir pay için daha fazla alım opsiyonunu hesaplamalarına dahil ederek ve söz konusu opsiyonları ağırlıklandırarak Gastineau'nun (1977) çalışmasını geliştirmişlerdir (Siriopoulos ve Fassas, 2008a, s.1).

Aslında volatilitenin endekslerinin oluşturulmasına yönelik tüm çabaların asıl odak noktası piyasadaki dalgalanmaların öngörülmesi ve etkilerinin giderilmesi olmuştur. Ancak tüm çalışmalara rağmen pratikte söz konusu dalgalanmalara yönelik öncü bir gösterge bulunamamıştır. Bu nedenle finansal piyasalardaki krizler öngörülemeyen, sürpriz bir şekilde ortaya çıkmış, kriz anlarında dalgalanmanın azaltılması için ise piyasaya müdahaleler söz konusu olmuştur.

1990'lı yıllardan itibaren ise konuyla ilgili akademik çalışmalardan da yararlanılarak türev piyasalarda örtülü volatilitenin endekslerinin oluşturulmasına başlanmıştır. Volatilitenin endekslerine ilişkin en önemli gelişme CBOE tarafından volatilitenin yayınlanmaya başlamasıdır. 1993 yılında, CBOE tarafından, en fazla işlem gören S&P 100 Endeksi (OEX) başa baş opsiyonlarının fiyatları kullanılarak piyasanın 30 günlük örtülü volatilitenin beklentisine dayalı volatilitenin endeksi oluşturulmaya başlanmıştır. Söz konusu volatilitenin endeksi, Whaley (1993) tarafından yapılan çalışma esas alınarak oluşturulmuştur. Önceleri VIX olarak adlandırılan bu endeks daha sonra VXO olarak adlandırılmıştır. Söz konusu endeks pay piyasasının gelecek volatilitelerini gözlemleme yoluyla yatırımcılara oldukça kapsamlı bilgi ve işlem yapma rehberliği sunduğundan (Yang ve Liu, 2012, s. 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 dönemin başlıca diğeri finansal yayınlarında gösterilmiş ve buralarda "koru endeksi" olarak anılmıştır (Chicago Board Options Exchange [CBOE], 2009, s.1). Fleming, Ostdiek ve Whaley'e göre (1995) göre VXO endeksi, daha önce volatilitenin endeksi ile ilgili olarak yapılan çalışmaları iki şekilde önemli bir biçimde genişletmiştir; birincisi VXO endeksi, doğrudan paya dayalı olanlar yerine, endekse dayalı opsiyonlar kullanılarak hesaplanmakta, böylelikle de yatırımcıların dikkat etmeleri gereken sistematik riske vurgu yapılmakta; ikincisi, önceki girişimlerde yalnızca alım opsiyonları kullanılırken, VXO endeksinin oluşturulmasında alım ve satım opsiyonları birlikte kullanılmakta, böylece bu endeks tarafından içeren bilgi miktarı artırılmaktadır.

CBOE'nin volatilitenin endeksi örneğinden sonra, CBOE ve diğeri ülke borsaları tarafından başka volatilitenin endeksleri oluşturulmaya başlanmıştır. 1994 yılında Alman Borsasının (Deutsche Börse) Vadeli İşlemler ve Opsiyon Piyasası tarafından DAX Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak VDAX isimli volatilitenin endeksi; 1997 yılında Fransa Borsası, French Marche des Options Negociables de Paris (MONEP), başbaştaki CAC-40 sentetik endeks opsiyonlarının örtülü volatilitelerini yansıtan VX1 ve VX6 olmak üzere iki volatilitenin endeksi; 2000 yılında CBOE, Nasdaq-100 Endeksi (NDX) opsiyonlarının örtülü volatilitesinden türetilen Nasdaq volatilitenin endeksi (VIX) oluşturmuştur.

Yukarıda bahsedilen volatilite endekslerini oluşturmak için kullanılan metodoloji, VXO endeksinin metodolojisine benzemektedir. Ancak VXO oluşturmada kullanılan teknik oldukça fazla veri; her gün işlem gören iki opsiyon serisi, her seriden iki çift (her bir opsiyon çifti aynı kullanım fiyatına sahip bir alım bir de satım opsiyonu içermekte) opsiyon olmak üzere, toplamda (Skiadopoulos, 2004, s.1187) sekiz adet opsiyona ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla bu metodun uygulanabilmesi için oldukça likit bir piyasaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, bu koşulların CBOE’den daha az likit olan gelişmekte olan opsiyon piyasalarında sağlanmasının pek mümkün olmayacağı ileri sürülmektedir (Skiadopoulos, 2004, s.1187).

İlk volatilite endeksini oluşturduktan on yıl sonra (2003 yılında) CBOE, söz konusu endeksin hesaplanmasında bir takım değişikliklere gitmek suretiyle, S&P 500 endeksi opsiyonlarını esas kriter olarak kabul edip buna dayalı alım ve satım opsiyonlarını etraflıca analiz etmek yoluyla yatırımcılara ve korunma işlemi yapanlara daha kesin rakamlar sağlamak amacıyla volatilite endeksini yeniden düzenlemiştir (Yang ve Liu, 2012, s.217). Söz konusu güncelleme CBOE ve Goldman Sachs tarafından beklenen volatiliteyi ölçmek için kullanılan yeni yöntemi yansıtabilecek şekilde yapılmış olup, bu endeks hala finansal teorisyenler, risk yöneticileri, volatiliteye yatırım yapanlar vb. tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (CBOE, 2009, s.1). CBOE volatilite 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 pay piyasasının esas endeksi olan S&P 500 Endeksi (SPX) üzerine yazılan opsiyonlara dayalı olarak oluşturulan Yeni VIX, beklenen volatiliteyi, geniş bir yelpazedeki (aralıktaki) kullanım fiyatına sahip olan alım ve satım opsiyonlarının ağırlıklandırılmış fiyatlarının ortalamasını alarak tahmin etmektedir. SPX opsiyonlarından oluşan bir portföy oluşturarak volatilite riskinden korunmak için yatırımcılara imkan sunmasıyla birlikte yeni VIX, soyut kavram olmaktan volatilite işlemleri yapmak ve volatiliteden korunmak için kullanılan pratik standarda dönüşmüştür (CBOE, 2009, s.1). Diğer bir deyişle bu yeni metot endeksi gerçek hayat koşullarında eskisine göre daha kullanışlı bir yapıya kavuşturmuştur. VIX, gelecek 30 gün süresince pay piyasası volatilitesi ile ilgili yatırımcı beklentilerini yansıtmak için S&P 500 endeksinin güncel fiyatlarını kullanmaktadır (Whaley, 2008, s.11). 2003 yılının Eylül ayında yayınlanmaya başlanan bu güncel endeks, Demeterfi, Derman, Kamal, ve Zhou’nun (1999) varyans ve volatilite swaplarının fiyatlaması konusundaki çalışmada yer verilen metodolojiye dayalı olarak hesaplanmaktadır. Whaley (2008, s.11) VIX’i geliştirmenin iki önemli sonucu olduğunu belirtmiştir. Bunlardan ilki VIX kısa dönem piyasa volatilitesini ölçmek için kriter sunabilmektedir. İkincisi ise, türev araçlarla bağlantılı olması yatırımcılara yatırım, portföy yönetimi ve risk yönetimi gibi daha fazla seçenek sunabilmesini sağlamaktadır. Endeksin kullanışlı olması, endekse dayalı türev araçların oluşturulmasını da sağlamıştır. Bu kapsamda, CBOE VIX’e dayalı vadeli işlem sözleşmelerini (futures) 2004 yılında ve opsiyonları 2006 yılında işleme açmıştır.

VXO endeksinin oluşturulması sonrasında, volatilite endekslerinin artan oranda ilgi çekmesi nedeniyle, CBOE tarafından DJIA Volatility Index (VXD), Russell 2000 Volatility Index (RVX), S&P 500 3-Month Volatility Index (VXV), vb. diğer göstergelere dayalı olan birden çok farklı volatilite endeksleri oluşturulmuştur. Günümüzde çok sayıda volatilite 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 2002'deki WorldCom iflasında VIX endeksi hızla yükselerek 40 seviyesinin üzerine çıkmış, yüksek faizli düşük teminatlı konut kredilerinden (Subprime mortgage) kaynaklanan 2007 yılının dünya çapındaki finansal çöküş sırasında Lehman Brothers iflasını açıklarken VIX endeksi 80 düzeyini aşmıştır (Yang ve Liu, 2012, s.2018).

2.3. Volatilite Endeks Türleri

Volatilite endekslerinin oluşturulmasının üzerinden çeyrek asır geçmemiş olmasına rağmen söz konusu endeksler hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Söz konusu endeksler açısından bir sınıflandırma geliştirilmemiş olmasına rağmen, finans literatüründe bu konuda yapılmış çalışmalar ve oluşturulmuş endeksler incelendiğinde söz konusu endeksleri bir takım özellikleri açısından üç farklı şekilde sınıflandırmak mümkündür. Volatilite endekslerini; hesaplanma metodolojileri göre, oluşturulma biçimlerine yani akademik veya resmi endeks olup olmamalarına göre ve hesaplamada kullanılan opsiyonların dayanak varlıklarına göre sınıflandırmak mümkündür.

2.3.1. Hesaplama Metodolojisi Açısından Volatilite Endeksleri

Finans literatüründe volatilite endekslerinin hesaplanmasında kullanılan başlıca iki metodoloji bulunmaktadır. Bu iki metodoloji, hesaplama sürecinde kullanılan opsiyonlar açısından ve opsiyon fiyatlarının yatırımcıların ya da piyasanın risk algısına nasıl katılacağına yönelik yaklaşımlar açısından farklılaşmaktadır. Daha eski metodoloji, kısa vadeli başa baş alım ve satım opsiyonlarının örtülü volatilitelerini volatilite endeksi hesaplamada kullanırken; yeni metodoloji yakın vadeli başa baş ve zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatlarını esas almaktadır (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011, s.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 başa baş opsiyonların örtülü volatilitelerini 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 opsiyonlarının fiyatlarından türetilen örtülü volatilite değerlerinin ağırlıklandırılmasına dayalı olarak oluşturulmuşlardır (örneğin, VXO ve VDAX). Metodoloji kapsamında önceden belirlenen sabit vadeye kalan zaman yapısına sahip, başa baş sentetik opsiyonların örtülü volatilitelerini elde etmek amacıyla, opsiyonlar özellikle kullanım fiyatı ve vadesine göre seçilmektedir (López ve Navarro, 2012, s.11909).

Modele dayalı metodolojiye göre uygulanması daha basit olan, modelden bağımsız metodoloji, modelden bağımsız örtülü varyans yaklaşımına dayanarak volatilite endeksini hesaplamakta ve volatilite endeksine dayalı türev araçların fiyatlamasına da imkan vermektedir.

Diğer taraftan, ampirik açıdan bakıldığında, modelden bağımsız metodoloji, volatilite endeksini hesaplamada daha geniş bir yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatlarını kullandığından, likiditesi az olan opsiyon piyasalarında ve gün içi volatilite hesaplamalarında diğer modelden daha üstündür (Gonzalez-Perez ve Novales, 2011, s.186).

2.3.2. Oluşturulma Biçimleri Açısından Volatilite Endeksleri

Daha çok endeksi oluşturana bağlı olarak yapılan bu sınıflandırmaya göre volatilite endekslerini resmi endeksler ve akademik endeksler olarak ayırmak mümkündür. Çeşitli borsalar tarafından hesaplanıp, yayınlanan veya kullanıcılara sunulan volatilite endekslerini resmi volatilite endeksleri olarak, herhangi bir organize piyasa tarafından oluşturulmayan, akademisyenlerin akademik çalışmalar sonucunda, akademik amaçlarla oluşturdukları endeksleri de akademik volatilite endeksleri olarak tanımlayabiliriz.

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

2.3.3. 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 pay opsiyonlarından hesaplanmışken, daha sonra pay endeksi opsiyonlarından hesaplanmıştır. Hatta ilk resmi volatilite endeksi de pay endeksi opsiyonlarına dayalı olarak oluşturulmuştur. Sonrasında ise volatilite endeksleri diğer endeks ve ürünlere doğru yayılmaya başlamışlardır. Bu sınıflandırmaya göre volatilite endeksleri pay endekslerine dayalı volatilite endeksleri, pay dışı endekslere dayalı volatilite endeksleri, volatilite strateji endeksleri, pay volatilite endeksleri ve borsa yatırım fonu volatilite endeksleri olarak sınıflandırılabilir.

Her ne kadar diğer endeks ve ürün opsiyonları da kullanılarak volatilite endeksleri oluşturulmuşsa da volatilite endeksi deyince akla gelen pay endeksi opsiyonlarından oluşturulan volatilite endeksleridir. Diğer volatilite endekslerinin tamamına yakını ABD’de ve çoğunluğu CBOE tarafından yayınlanıyorken, pay endeksi opsiyonlarından oluşturulan volatilite endeksleri dünya geneline yayılmış durumdadır.

Pay endeksi dışındaki endekslere dayalı volatilite endeksleri, swaption, döviz, Europara, özel endeksler (gelişmekte olan piyasalar, Vega, G-7 vs.) gibi finansal ürün endeksleri ile altın ve değerli metaller, mısır, pamuk, soya fasulyesi gibi emtia ve tarımsal ürün endeksi opsiyonları kullanılarak

oluşturulan volatilitte endeksleridir. Bu sınıftaki volatilitte endekslerinin çok büyük kısmı ABD’de oluşturulmuştur.

Volatilitte strateji endeksleri ise faiz oranları volatilitte endeksi, VIX primi stratejisi, sınırlandırılmış VIX primi stratejisi, arpıklık endeksi, volatilitte arbitrağı, korelasyon, kuyruk korunması (tail hedge), VIX volatilitte endeksi vb. yatırım stratejileri ve riskten korunma stratejileri sağlayan volatilitte endeksleridir. Bilgilerine ulaşılabildiği kadarıyla büyük çoğunluğu CBOE tarafından olmak üzere bu endekslerden biri hariç tamamı ABD’de oluşturulmuş olup, bir tanesi Almanya’da Deutsche Börse tarafından oluşturulmuştur.

Son gruptaki volatilitte endeksleri, çeşitli ülkeler ve sektörlere yönelik oluşturulmuş borsa yatırım fonları ile ABD’nin önde gelen şirketlerinin (Apple, Amazon, Google, IBM gibi) paylarına dayalı opsiyonlar kullanılarak hesaplanan volatilitte endeksleridir. Bu gruptaki volatilitte endekslerinin tamamı ABD’de CBOE tarafından oluşturulmuştur.

3. Volatilitte Endekslerine rnek Uygulamalar

Doğal olarak volatilitte endekslerinin oluşturulması ve bu endeksler konusunda yapılan akademik çalışmaların çok büyük bir bölümü sermaye piyasaları gelişmiş ülkelerde veya bu ülkelere yönelik olarak yapılmıştır. Gelişmiş piyasalarda örtülü volatilitte endekslerinin oluşturulması ve bu endekslerin özellikleri üzerine gün geçtikçe sayıları artan çalışmalar bulunmakla beraber, gelişmekte olan piyasalara yönelik yapılmış olan çok fazla çalışma bulunmamaktadır (Skiadopoulos, 2004, s.1187). Volatilitte endeksi konusunda gelişmekte olan piyasalara yönelik çalışmalara yakın zamanda başlanmıştır. Bunun bir nedeni volatilitte endekslerinin oluşturulmasının çok eskilere dayanmamasıdır. Bir diğer nedeni ise ilk oluşturulan volatilitte endekslerinin likiditesi yüksek bir opsiyon piyasasına ihtiyaç duymasıdır. İşlem gören opsiyon sözleşmeleri açısından yeterince aktif olmadıklarından, gelişmekte olan piyasalardaki çalışmalar, endeks metodolojisinin değişmesi, yani yeni VIX endeksinin 2003 yılından hesaplanması sonrasında ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu gelişme hem volatilitte endeksleri hem de bu konudaki çalışmalar için teşvik edici olmuştur. Bu nedendir ki, VIX endeksinin 2003 yılında hesaplanmaya başlanmasından sonra, volatilitte endeksleri üzerine teorik ve pratik çalışmalar 5 kıtadaki pay piyasalarına mantar gibi yayılmaya başlamıştır (Lpez ve Navarro, 2012, s. 11909).

Çeşitli ülkelerdeki volatilite endeksleri bilgileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 1. Dünya Geneline Oluşturulmuş Volatilite Endeksleri

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

Not: OFM: Opsiyon Fiyatlama Modeli, MF: Modelden Bağımsız, BSM: Black-Scholes/Merton)

3.1.1. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Volatilite Endeksleri

Bir borsa tarafından oluşturulan ilk volatilite endeksi, CBOE tarafından ABD'de 1993 yılında, borsada işlem gören S&P 100 endeksi opsiyonlarına dayalı olarak oluşturulan ve o dönemde VIX olarak adlandırılan endekstir. Ancak daha sonra S&P 500 endeksi opsiyonlarına dayanılarak ve tamamen yeni bir metodoloji kullanılarak oluşturulan endekse VIX isminin verilmesi nedeniyle bu ilk endeksin (orijinal VIX) ismi VXO olarak değiştirilmiştir. VIX endeksinden sonra ABD'de farklı emtia da dahil olmak üzere farklı endeksler üzerine yazılan opsiyonlar kullanılarak volatilite endeksleri oluşturulmuştur.

3.1.1.1. VXO Volatilite Endeksi

VXO endeksinin hesaplanması hakkında detaylı bilgi, Whaley (1993, 2000) ve Fleming vd. (1995) tarafından yapılan çalışmalarda anlatılmaktadır. Ancak özetlemek gerekirse, VXO endeksinin hesaplanması, Black-Scholes/Merton opsiyon değerleme modeline dayanmakta ve söz konusu endeksin oluşturulması S&P100 Endeksi zerine yazılmış dört adet alım ve satım opsiyon sözleşmesi çiftinin örtülü volatilitesi kullanılarak yapılmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s.4).

Özellikle VXO endeksinin hesaplanmasında, (nearby expiry) en yakın vadeli (ilk grup - vadeye en az 8 gün kalmış olmalı) 2 tane başa baş işlem fiyatına yakın (Near the Money; biri başa baş işlem fiyatının altında, diğeri başa baş 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 başa baş işlem fiyatına yakın alım opsiyonu sözleşmesi ve 2 tane başa baş 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.

VXO endeksi, vadeye kalan zamanı sürekli olarak (sabit) 30 gün (22 işlem günü) olan S&P 100 Endeksine dayalı varsayımsal (hipotetik) bir opsiyonun örtülü volatilitisini gösterecek Şekilde oluşturulmuştur (Lpez ve Navarro, 2012, s.11910). Bu endeks sabitlenmiş vadeye kalan zamanı kullanmaktadır, çünkü dayanak opsiyonun vadeye kalan zamanı değiştikçe örtülü volatilitesi de değişmektedir.

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 fiyatının makul fiyatı olduğu varsayımı altında, (formüldeki) diğer verilerin de objektif olarak bilindiği dikkate alınırsa, Black-Scholes formülü kullanılarak piyasa katılımcılarının, opsiyonun vadesi boyunca bekledikleri volatilite değeri elde edilebilmektedir. Bu Şekilde her bir opsiyonun elde edilen örtülü volatilite değeri, öyle ağırlıklandırılır ki, VXO endeksi, S&P 100 zerine yazılmış, vadesine 30 takvim günü (22 işlem günü) kalan sabit vadeli, hipotetik bir başabaş opsiyon sözleşmesinin örtülü volatilitisini gösterir.

CBOE'nin orijinal volatilite endeksinin formülü aşağıdaki gibidir.

$$VXO = \sigma_1 \left(\frac{N_{t2} - 22}{N_{t2} - N_{t1}} \right) + \sigma_2 \left(\frac{22 - N_{t1}}{N_{t2} - N_{t1}} \right) \quad (1)$$

$$\sigma_1 = \sigma_1^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_1^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_2 = \sigma_2^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_2^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (3)$$

Yukarıdaki formüllerdeki, S dayanak varlığın spot piyasa fiyatı, Xl düşük kullanım (exercise) fiyatı, Xu yüksek kullanım fiyatı, Nt1 en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısı ve Nt2 ikinci en yakın vadeli opsiyon sözleşmesinin vadesine kalan gün sayısını ifade etmektedir.

Resmi olarak 1993 yılında oluşturulan VXO endeksinin cari seviyesi ile geçmiş seviyesinin 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, s.4).

3.1.1.2. VIX Volatilite Endeksi

VIX endeksi 2003 yılının Eylül ayında oluşturulmuştur, ancak CBOE, VXO endeksi ile bire bir karşılaştırma imkânı sağlamak amacıyla 1986 yılı başına kadar yeni VIX endeksinin geçmiş kayıtlarını da oluşturmuştur.

Yapısı bakımından VXO endeksi ile karşılaştırıldığında, VIX endeksinin VXO endeksinden iki önemli farkı bulunmaktadır (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s. 4). İlki her iki endeks farklı dayanak varlıklar kullanmaktadır. VIX endeksi S&P 500 endeksine dayalı Avrupa tipi opsiyonları, VXO endeksi S&P 100 endeksine dayalı Amerika tipi opsiyonları dayanak varlık olarak kullanılmaktadır (Zhang, Shu ve Brenner, 2010, s.811). Bu değişikliğin ana sebebi; S&P 100 endeksi ile S&P 500 endeksi arasındaki yüksek “güçlü” korelasyona rağmen, S&P 500 endeksinin ABD pay piyasalarındaki getiriler için daha iyi bir karşılaştırma ölçütü niteliğinde olması ve söz konusu piyasaların birincil göstergesi olarak kabul edilmesidir. İkinci farklılık ise, her iki endeksin örtülü volatilite için farklı hesaplama metodolojisine sahip olmalarıdır. VIX endeksi herhangi bir opsiyon fiyatlama modeline dayanmamakta olup, modelden bağımsız olarak yapılandırılmıştır. VIX endeksine ilişkin hesaplamanın matematiksel dayanağı örtülü volatilite 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 endeksinde beklenen volatilite VXO endeksindeki gibi sadece başabaşa yakın opsiyonların kullanım fiyatlarından değil geniş bir yelpazedeki opsiyonların kullanım fiyatlarından yararlanılarak hesaplanmaktadır.

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 atılırken, sonraları ise 1998 yılında Peter Carr ve Dilip Madan, 1999 yılında Kresimir ve diğerleri, 2000 yılında Mark Britten-Jones ve Anthony Neuberger, 2003 yılında Gurdip ve diğerleri, 2005 yılında Carr ve Wu ile Jiang ve Tian adlı çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s.4). VIX endeksinin hesaplanması Demeterfi vd. (1999) çalışmasına dayanmakla beraber, Jiang (2005, s.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.

$$VIX = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2} \quad (4)$$

$$T = \frac{(M_{t0} + M_{tex} + M_{trm})}{\text{yıldaki toplam dakika sayısı}} \quad (5)$$

Burada; Mto: Bugün gece yarısına kadar olan dakikaların toplamını, Mtex: Gece yarısından, anlaşma günü saat 1400'a kadar olan dakikaların toplamını, Mtrm: Bugün ve anlaşma günü arasındaki dakikaları, F: Opsiyon fiyatlarından hesaplanan vadeli endeks fiyatını = Kullanım fiyatı + eRT x (Alım-Satım), Ki: Zarardaki i'nci opsiyonun kullanım fiyatını (Ki>F ise alım, Ki<F ise satım opsiyonu), ΔKi: Kullanım fiyatları arasındaki farkı¹ (başta baştaki kullanım fiyatından (Ki) aşağıdaki ve yukarıdaki kullanım fiyatları arasındaki farkın yarısı), K0: Vadeli F fiyatı için yuvarlanmış en yakın kullanım fiyatını, R: Risksiz faiz oranını ve Q(Ki): Kullanım fiyatı Ki olan her opsiyon için uzlaşma fiyatını ifade eder.

3.1.1.3. 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 Volatilite Endeksi ve CBOE Russell 2000 Volatilite Endeksi gibi ABD'nin başlıca pay 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 VXO (eski VIX) endeksinin yanı sıra, S&P 500 endeksinin 3 aylık örtülü volatilitelerini yansıtan S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksini de (S&P 500 3-Month Volatility Index) hesaplamaktadır. VIX endeksi ile S&P 500 Endeksinin bir aylık örtülü volatilitesi ölçülüyorken, aynı metodoloji kullanılarak hesaplanan S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksi ile üç

¹ 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.

aylık örtülü volatilite hesaplanmaktadır. S&P 500 3 Aylık Volatilite Endeksi üçüncü ve dördüncü vade aylarındaki opsiyonlara dayanmaktadır.

2007 yılının sonunda CBOE tarafından, hisse senedi getirileri ve volatilite arasındaki negatif ilişki nedeniyle, doğal olarak, volatilitede açık pozisyonda olan 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, s.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 Index'dir (VTY). 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 üç yeni volatilite endeksinden oluşan yeni endeks serileri CBOE, tarafından piyasaya sürülmüştür. VIX metodolojisi kullanılarak hesaplanan bu üç 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. ETF 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 volatilite endeksi yayınlanmaya başlamıştır.

3.1.2. İngiltere'deki Volatilite Endeksleri

Areal ve Pinho (2008) tarafından 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-alternative interpolation scheme), ikincisi, yalnızca zarardaki opsiyonları kullanan metodoloji ve sonuncusu ise yeni VIX endeksinde kullanılan modelden bağımsız metodolojidir (Areal ve Pinho, 2008, s.8).

3.1.2.1. FTSE 100 Volatilite Endeksi

NYSE Euronext tarafından, İngiltere volatilite endeksi olan FTSE 100 Volatilite Endeksi (FTSE 100 Volatility Index -VFTSE) 2008 yılı Haziran ayının ikinci yarısından itibaren yayınlanmaya başlanmıştır. VFTSE endeksi, LIFFE’de işlem gören Birleşik Krallık gösterge pay endeksi olan FTSE 100 Endeksine dayalı zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatlarının içerdiği 30 günlük örtülü volatiliteyi göstermektedir. FTSE 100 Endeksi piyasa kapitalizasyon değerleri açısından en büyük 100 başarılı şirketten oluşmakta olup, yaklaşık olarak Birleşik Krallık pay piyasasının %80’ini temsil etmektedir. FTSE 100 Volatilite Endeksi, söz konusu borsada işlem gören diğer örtülü volatilite endekslerinde olduğu gibi yeni VIX endeksi metodolojisi kullanılarak hesaplanmaktadır. Gerçek zamanlı olarak 23 Haziran 2008 tarihinden itibaren yayınlanmaya başlanan VFTSE endeksinin gün sonu değerleri endeks opsiyonu fiyatları kullanılarak geçmişe yönelik olarak 2000 yılı Ocak ayına kadar hesaplanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2008b, 2008b).

3.1.2.2. 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) yıllıklandırılmış örtülü volatilitesini interpolasyon yoluyla ölçen volatilite endeksidir. Bu volatilite endeksinin oluşturulmasında 2 farklı vadeye kalan güne sahip zararda alım ve satım opsiyonlarının fiyatları kullanılmaktadır. Bu endeks için hesaplanmalar 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 hesaplanmıştır (Financial Times Stock Exchange [FTSE], 2017a).

3.1.3. Almanya’daki Volatilite Endeksleri

Almanya’daki volatilite endekslerinin geçmişi çeyrek asır öncesine kadar gitmektedir. Almanya’da ilk volatilite endeksi VDAX, DAX endeki üzerine oluşturulmuş ve daha sonra 2005 yılında modelden bağımsız metodoloji ile yenilenerek VDAX-New adıyla yayımlanmaya başlanmıştır. Almanya’daki volatilite endekslerine ilişkin özet bilgilere izleyen alt bölümlerde yer verilmiştir.

3.1.3.1. VDAX Volatilite Endeksi

Deutsche Börse, 1994 yılında DAX-30 Endeksi opsiyonlarına dayalı örtülü volatilite endeksini yayınlamaya başlamıştır. Özellikle, 8 adet volatilite alt endeksi oluşturulmuştur. Bu alt endeksler vadelerine 2 ila 24 ay kalmış çeşitli DAX opsiyonlarına ilişkin olarak, her vade ayına denk gelen 2 çift opsiyon kullanılarak hesaplanmaktadır. Almanya’daki, başlıca örtülü volatilite endeksi olan VDAX, vadeye kalan zamanı 45 güne en yakın olan, 2 alt endeksin doğrusal interpolasyonu aracılığıyla hesaplanmaktadır. Alt endeksleri kullanmanın arkasında yatan neden şudur (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s. 6): her bir vade için sadece 4 adet başabaş opsiyon

kullanmak, her bir endeksin takip edilmesini kolaylaştırmakta, böylece, bu endekslerin türev araçlarda dayanak varlık olarak kullanılmasını sağlamaktadır. VDAX endeksinin hesaplaması, VXO endeksinin hesaplanma yönteminden iki şekilde ayrılır. Bunlar: VDAX hesaplamasında; sabit 45 gün vadeli teorik bir kârda opsiyonun örtülü volatilitesinin yakınsanarak kullanılması (VXO için 30 gündür) ve baz alınan endeksin VXO endeksinde olduğu gibi spot fiyatının değil de vadeli fiyatının kullanılmasıdır.

3.1.3.2. VDAX-New Volatilite Endeksi ve Diğer Volatilite Endeksleri

2005 yılında, VDAX endeksi VDAX-New, Endeksi ile yenilenmiştir. VIX Endeksine 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, s.7).

Diğer taraftan, VDAX-New endeksinin yanı sıra, 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 Endeksine dayalı VSTOXX ve SMI Endeksine dayalı VSMI volatilite endeksleridir (López ve Navarro, 2012, s. 11911). Bu üç volatilite endeksinde de yeni VIX endeksinde olduğu gibi, modelden bağımsız metodoloji kullanılmaktadır. Modelden bağımsız olan bu endekslerin hesaplanmasında 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, s. 7).

3.1.4. Fransa’daki Volatilite Endeksleri

MONEP (Marche des Options Negociables de Paris, NYSE Euronext bünyesinde), 8 Ekim 1997 tarihinde VX1 ve VX6 olmak üzere 2 tane volatilite endeksi yayınlamaya başlamıştır. Bu volatilite endeksleri, CAC 40 Endeksi üzerine yazılı başabaşa yakın (around at-the-money) alım opsiyonlarının örtülü volatilitelerine dayanılarak VXO Endeksine benzer yöntemle hesaplanmaktadır (Morau, Navatte ve Villa, 1999, s. 304). VXO endeksi ile VX1 ve VX6 volatilite endekslerini birbirinden ayıran en önemli fark; VXO endeksinin aksine, VX1 ve VX6 volatilite endekslerinde, alım ve satım yerine, sadece alım opsiyonlarının ağırlıklı ortalamasının kullanılmasıdır (Morau vd., 1999, s. 304). Bu alım opsiyonları VX1 ve VX6 için sırasıyla vadesine 31 ve 185 gün kalan başa baş opsiyonun teorik fiyatını hesaplamak için kullanılmakta olup, sonrasında ise günlük temettü ödemelerine göre düzeltilmiş binom modeli kullanılarak örtülü volatilite hesaplanmaktadır. Son aşamada ise her volatilite endeksi için hesaplama günü, işlem gününe dönüştürülmektedir.

2007 yılında, VX1 ve VX6 volatilite endekslerinin yayımını durduran NYSE Euronext2 (Paris Euronext), CAC40 Volatilite Endeksi adında, LIFFE’de işlem gören CAC Endeksi alım ve

² 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.

satım opsiyonları ve VIX endeksi metodolojisi kullanılarak hesaplanan yeni bir endeks yayımlamaya başlamıştır.

3.1.5. Diğer Bazı Ülkelerdeki Volatilite Endeksleri

NYSE Euronext, 3 Eylül 2007 tarihinde AEX Hollanda (Amsterdam Euronext) ve BEL 20 (Brussels Euronext) pay endekslerine dayalı opsiyonları kullanarak Hollanda için VAEX Volatilite Endeksi'ni (Muzzioli, 2013, s.9), Belçika için BEL 20 Volatilite Endeksi'ni (VBEL) yayımlamaya başlamıştır. Avrupa piyasalarına uyarlanmış VIX endeksi metodolojisi ile oluşturulan söz konusu volatilite endeksleri, LIFFE'de işlem gören alım ve satım opsiyonlarının örtülü varyansları kullanılarak hesaplanmıştır (Telçeken, 2014).

Kanada için ilk volatilite endeksi Montreal Borsası tarafından, CDN S&P/TSX 60 Fonu'na³ (XIU) dayalı opsiyonların fiyatlarından VXO metodolojisi kullanılarak hesaplanan MVX Volatilite Endeksi'dir (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s.8). Ekim 2010 itibariyle MVX volatilite endeksinin hesaplanması durdurulmuş ve yeni metodoloji ile Montreal Borsası'nın sahibi TMX Group tarafından Montreal Borsası pay piyasası endeksi olan S&P/TSX 60 Endeksi'ne (SXO) dayalı opsiyon fiyatları kullanılarak S&P/TSX 60 VIX Volatilite Endeksi (VIXC) hesaplanmaya başlanmıştır (A VIX for Canada, 2010; López ve Navarro, 2012, s.11911).

2007 yılında Güney Afrika Vadeli İşlemler Borsası (SAFEX), Black-Scholes fiyatlama modeline dayanılarak FTSE/JSE Top 40 Endeksi'ne dayalı opsiyonlar kullanılarak SAVI (South African Volatility Index) adlı volatilite endeksini hesaplamaya başlamıştır. VXO metodolojisi kullanılarak yapılan bu hesaplamada SAFEX'deki likidite kısıtı nedeniyle, sadece başabaş opsiyonların fiyatları ve üç aylık (91 gün) sabit vade kullanılmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s. 9). 2009 yılında Johannesburg Borsası (Johannesburg Stock Exchange -JSE) SAVI endeksinin hesaplanmasını teorik çerçeveye uyumlu ve risk yönetimine uygun hale getirme gibi amaçlarla yeniden hesaplamıştır (Kotzé, Joseph ve Oosthuizen, 2009, s. 1). New SAVI olarak adlandırılan yeni endeks yine 3 aylık örtülü volatilitiyi ölçmekte olup hesaplamasında daha geniş bir yelpazedeki alım ve satım opsiyonlarının fiyatları kullanılmıştır (López ve Navarro, 2012, s. 11911).

Avusturalya'daki ilk volatilite endeksi, Dowling ve Muthuswamy (2005) tarafından önerilen AVIX (Australian Market Volatility Index) adlı akademik volatilite endeksidir. Avustralya pay piyasası endeksi olan S&P/ASX 200 Endeksi opsiyonları ve Whaley (1993) metodolojisi kullanılarak oluşturulmuştur. Avusturalya'nın ilk resmi volatilite endeksi ise Avustralya Borsası (Australian Securities Exchange) tarafından 21 Eylül 2010 tarihinden itibaren hesaplanan ve S&P/ASX 200 Endeks opsiyonları kullanılarak VIX metodolojisi ile oluşturulan S&P/ASX 200 VIX Volatilite Endeksi adlı endekstir (Telçeken, 2014). Her bir vadedeki risksiz getiri oranının

³ Kanada'nın Benchmark pay endeksi üzerine oluşturulmuş borsa yatırım fonudur.

enterpolasyonu için gecelik RBA oranları ve 1, 2 ve 3 aylık BBSW oranları⁴ kullanılmaktadır (S&P/ASX 200 VIX Methodology, 2017).

Güney Kore için, hem Maghrebi, Kim, ve Nishina'nın (2007) ve hem de Ting (2007) tarafından KOSPI 200 pay endeksi opsiyonlarını kullanarak modelden bağımsız yöntemle akademik volatilite endeksi oluşturmuşlardır (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s. 10). Kore Borsası (KRX) 13 Nisan 2009 tarihinde KOSPI 200 Endeksi opsiyonlarını kullanarak KOSPI 200 Volatilite Endeksi'ni (VKOSPI) yayınlamaya başlamıştır (Padhi, 2011, s. 28).

Hang Seng Indexes Company Limited, Hong Kong pay piyasası için Hang Seng Endeksi (HSI) opsiyonlarını kullanarak 2011 yılı Ocak ayından itibaren HIS Volatilite Endeksi (HIS Volatility Index - VHSI) hesaplamaya başlamıştır (Index Methodolgy for Managing HSI Volatility Index, 2012).

İsviçre'deki ilk volatilite endeksi, Bank Clariden Leu5, tarafından 1996 yılında yayınlanan, İsviçre'nin en büyük 24 pay senedine dayalı altı başa baş alım opsiyonunun fiyatından hesaplanan Real Time Volatility Index (VCL) isimli örtülü volatilite endeksidir. Öncelikle opsiyon fiyatlarından Black-Scholes formülü kullanılarak her bir pay senedi için bir alt endeks oluşturulmuş, daha sonra ise alt endeksler kullanılmak suretiyle VCL hesaplanmıştır (Siriopoulos ve Fassas, 2009, s.10). Diğer taraftan 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 VDAX-New endeksi metodolojisi kullanılarak SMI Volatilite Endeksi (VSMI) oluşturulmuştur (Telçeken, 2014).

2008 yılında Hindistan Ulusal Borsası, (NSE) S&P CNX NIFTY Endeksi opsiyonlarına dayalı olarak Hindistan Volatilite Endeksini (India VIX) hesaplamaya başlamıştır (Palaniswamy, Lakshminarayanan ve Venkatesh, 2013, s. 47; White Paper India VIX). Bu endeksin hesaplanmasında VIX metodolojisi NIFTY opsiyon sözleşmelerinin işlem defterlerinde kübik spline vb. düzeltmeler yapılmak suretiyle kullanılmıştır (White Paper India VIX).

Japonya için, Nishina, Maghrebi ve Kim 2006 yılında NIKKEI 200 Endeksi opsiyonlarına, VXJ Resaeach Group ile Osaka Üniversitesi Finans ve Sigorta Çalışmaları Merkezi (CSFI) ise Osaka Borsası'nda (Osaka Securities Exchange) işlem gören Nikkei 225 opsiyonlarına dayalı olarak akademik volatilite endeksleri oluşturmuştur (López ve Navarro, 2012, s.11912). Diğer taraftan, Nikkei Inc. tarafından 2012 yılında Osaka Borsası'nda işlem gören Nikkei 225 türev araçları kullanılarak Nikkei Stock Average Volatility Index adlı resmi volatilite endeksi oluşturulmuştur (“Nikkei Stock Average”, 2014).

İtalya piyasası için volatilite endeksi FTSE tarafından oluşturulmuştur. FTSE İtalya Örtülü Volatilite Endeksi (FTSE MIB Implied Volatility Index - FTSE MIB IVI), FTSE MIB Pay Endeksi opsiyonlarının fiyatlarını kullanarak söz konusu endeksin 5 ayı vadedeki (30, 60, 90, 180 ve 360 günlük) yıllıklandırılmış örtülü volatilitelerini enterpolasyon yoluyla ölçen volatilite endeksidir (FTSE, 2017b).

⁴ RBA:The Reserve Bank of Australia gecelik faiz oranları; BBSW Banka Bonosu svap referans oranları (Bank Bill Swap Reference Rate).

⁵ 2012 yılında Credit Suisse tarafından aktif ve pasifiyle birlikte devralınmıştır.

Rusya için, ilk olarak Open Joint Stock Company (OJSC) tarafından 7 Aralık 2010 tarihinde Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeline dayanılarak Rusya Borsası RTS endeksi vadeli işlem sözleşmeleri opsiyonlarına dayalı olarak Rusya Volatilite Endeksi (Russian Volatility Index-RTSVX) oluşturulmuştur. Daha sonra, OJSC tarafından işletilen Moskova Borsası tarafından 16 Nisan 2014 tarihinde RTS endeks opsiyonlarına dayalı olarak VIX Endeksi metodolojisi kullanılarak yeni bir volatilite endeksi (RVI – Russian Market Volatility Index) oluşturulmuştur (Moscow Exchange, 2017).

Yukarıda anlatılanlar dışında, Yunanistan için Skiadopoulos (2004) tarafından GVIIX, Siroopoulos ve Fassas (2008a) tarafından GRIV; İspanya için Giner ve Morini (2004) tarafından VIBEX, Gonzalez-Perez ve Novales (2011) tarafından VIBEX-NEW adlı volatilite endeksleri oluşturulmuştur (Telçeken, 2014).

4. Türkiye Volatilite Endeksi Önerisi

Bilindiği üzere Türkiye’de henüz opsiyon fiyatları kullanılarak oluşturulmuş bir volatilite endeksi bulunmamaktadır. Kaldı ki, Türkiye’de hisse senedi piyasası endeksine dayalı opsiyonların organize borsada işlem görmeye başlamış olmasının üzerinden çok süre geçmemiştir. Opsiyon sözleşmeleri düzenleme yetkisi Sermaye Piyasası Kurulu’nun 2012 yılının Kasım ayında verdiği karar ile Borsa İstanbul A.Ş.’ye (Borsa İstanbul) verilmiştir. 2012 yılının Aralık ayında Borsa İstanbul nezdinde Vadeli işlemler ve Opsiyon Piyasası (VİOP) açılmıştır. 21 Aralık 2012 tarihinde 10 tane pay senedi üzerine düzenlenmiş pay opsiyonları, ardından da 5 Nisan 2013 tarihinde Borsa İstanbul Pay Piyasası BIST30 Endeksine dayalı Avrupa tipi endeks opsiyonlar VİOP’ta işlem görmeye başlamıştır. Dolayısıyla Türkiye için volatilite endeksi oluşturulmaya yönelik araştırmalar ve akademik çalışmalar için uygun koşulların daha yeni yeni oluşmaya başlamış olduğu söylenebilir. Çalışmanın bu bölümünde gelecek çalışmalara ışık tutması temennisiyle VİOP’da işlem gören opsiyon sözleşmelerinin ve piyasanın yapısı incelenerek Türkiye Volatilite Endeksi (TRVIX) önerisi geliştirilmiştir.

Hesaplanmalarının daha basit ve kullanışlı olmaları (volatilite endeksi türevlerinin fiyatlanmasına imkan verirler) nedeniyle son dönemde hesaplanan volatilite endekslerinin modelden bağımsız olarak oluşturulmaları, ayrıca modele dayalı volatilite endeksi hesaplamasının likit bir opsiyon piyasası ile aynı anda işlem gören çok sayıda opsiyon gerektirmesi ve Türkiye’deki opsiyon piyasasının likit olmaması TRVIX endeksinin modelden bağımsız olarak hesaplanmasının daha uygun olacağını göstermektedir. Türkiye için modelden bağımsız volatilite endeksi hesaplanırken kullanılacak en uygun modelin CBOE tarafından VIX endeksi hesaplaması sırasında kullanılan metodoloji olduğu düşünülmektedir. Ancak piyasalar arasındaki fark dolayısıyla kullanılan değişkenlerin getirdiği kısıtlamalar nedeniyle, söz konusu metodolojide, kullanılan değişkenlerin gerektirdiği bazı uyarlamaların yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede TRVIX Endeksinin hesaplamasında kullanılacak parametreler ve hesaplamada kullanılma şekillerine ilişkin öneriler aşağıda yer almaktadır.

Türkiye’de henüz borsa yatırım fonları ya da futures sözleşmelerine dayalı opsiyonlar işlem görmediğinden, sadece paya ve pay endeksine dayalı opsiyon sözleşmeleri işlem gördüklerinden

pay endeksine dayalı opsiyonların dayanak varlık olarak kullanılması mümkün olmaktadır. Ayrıca piyasanın yeterince derin ve likit olmaması nedeniyle hesaplamada, BİST 30 Endeksi üzerine yazılmış, her bir vade için 12 adetten fazla olmamak üzere, başabaş ve zararda tüm opsiyon sözleşmelerinin fiyat bilgilerinin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

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 piyasasında vade döngü ayları Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık ayları olarak belirlenmiştir. 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 kapsamda Türkiye için hesaplanan volatilite endeksi hesaplanırken ilk iki vadeye ait opsiyon sözleşmelerin hesaplamaya dahil edilmesi, üçüncü vade döngüsüne ait opsiyonların fiyatlarının oluşmaması riski nedeniyle Siripoulos ve Fassas'a (2008a) benzer şekilde ilk vade ayına ait opsiyon sözleşmelerin vadeden bir önceki güne kadar (bu tarihten itibaren ikinci ve üçüncü vade döngüsüne sahip opsiyonlar kullanılmaya başlanmalı) hesaplamada kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

TRVIX endeks hesaplamasında kullanılmak üzere, BİST 30 endeks opsiyonlarının fiyatlarına yönelik yapılan incelemede, yeterince işlem olmaması nedeniyle her bir kullanım fiyatında yeteri kadar gün içi fiyat bilgisinin oluşmadığı, bu durumun yeterli referans noktası seçimine imkan vermemesi nedeniyle Hindistan volatilite endeksi hesaplamasına paralel olarak kübik spline metodunun kullanılmasının da mümkün olmadığı anlaşılmış olup, bu nedenle TRVIX endeksinin hesaplanmasında gün içi fiyatlar yerine Borsa İstanbul tarafından belirli bir algoritma kullanılarak hesaplanan günlük uzlaşma fiyatlarının, hesaplama gününde uzlaşma fiyatı hesaplanmayan opsiyon sözleşmeleri için önceki işlem gününe ait uzlaşma fiyatlarının kullanılması uygun olacaktır.

Uygulamada çoğu örtülü volatilite endeksi için ve son dönem oluşturulan modelden bağımsız volatilite endekslerinde 30 günlük vadenin kullanılması, başlangıçta volatilite endeksi hesaplanırken içinde bulunulan ay ve sonraki aya ilişkin opsiyonların işlemde olması, TRVIX endeksi hesaplamasında endeksin içerdiği volatilitenin vadesinin 30 gün olarak belirlenmesini makul kılmaktadır. TRVIX endeksinin oluşturulmasında risksiz faiz oranı olarak aylık TRLIBOR faiz oranının kullanılabilceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan, TRVIX endeksinin hesaplamasında vadeli endeks seviyesi, VIX endeksi hesaplamasına paralel olarak her bir vade ayı için alım ve satım opsiyon fiyatları arasındaki farkın minimum olduğu kullanım fiyatı kullanılarak belirlenebileceği gibi, 2013 yılı Ağustos ayından itibaren VİOP bünyesinde opsiyon sözleşmeleri ile futures sözleşmelerinin aynı vadede işlem görmeleri nedeniyle, VDAX New ve diğer bazı volatilite endekslerinin hesaplamasında olduğu gibi aynı vadeli futures sözleşmelerinin fiyatlarının orta noktası kullanılarak da hesaplanabilir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında TRVIX endeksinin, CBOE White Paper'da (CBOE, 2009)⁶ yer alan formül kullanılarak hesaplanan VIX Endeksinin hesaplanmasına benzer şekilde söz konusu metodoloji uyarınca aşağıdaki şekilde hesaplanması mümkündür.

$$TRVIX = 100 * \sqrt{\frac{2}{T} \sum \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2} \quad (6)$$

T = Opsiyonun vadesine kalan süre katsayısı

F = Endeks opsiyon fiyatlarından türetilen veya futures sözleşmelerinin fiyatlarından hesaplanan 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

TRVIX Endeksinin hesaplanmasında vadeye kalan zaman katsayısı (T) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Hesaplama zaman dakika olarak dikkate alınmaktadır.

$$T = \frac{(M_{bugün} + M_{uzlaşma\ günü} + M_{kalan\ (diğer)\ günler})}{yıldaki\ toplam\ dakika\ sayısı} \quad (7)$$

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

$M_{uzlaşma\ günü}$: Uzlaşma günü gece yarısından, seansın kapanışına kadar (18:15'e kadar) olan dakikaların sayısı

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

5. Sonuç

İlk olarak akademik çalışmalarla oluşturulan volatilité endeksleri, opsiyonların organize piyasalarda işlem görmeye başlamasından hemen sonra ortaya çıkmış ve kısa sürede gelişmiş piyasalarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle en tanınmış volatilité endeksi olan VIX'in hesaplanma metodolojisinin değiştirilmesi sonrasında daha kolay bir şekilde hesaplanabilir hale gelmeleri nedeniyle gelişmekte olan ülkelere de volatilité endeksleri oluşturulmaya başlanmıştır. Volatilité endekslerinin öncü gösterge olabilme özellikleri sayesinde, 1998 yılındaki LTCM ve 2002'deki WorldCom iflasında ve düşük kalitedeki konut kredilerinden (Subprime mortgage)

⁶ Bu doküman CBOE tarafından 2019 yılında yenilenmiş olup, yeni dokümana <http://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf> adresinden ulaşılabilir.

kaynaklanan 2007 yılında yaşanmaya başlanan dünya çapındaki finansal çöküş sırasında kendilerini kanıtlamış olmaları, volatilite endekslerine olan ilgiyi ve bu endekslerin önemini daha da artırmıştır.

Finansal piyasalarda gelecekle ilgili belirsizliğe karşı bağışıklık kazanma ve fiyatlardaki belirsizliğin azaltılması amacıyla gelişmiş finansal piyasalarda uygulama alanı bulan volatilite endeksleri organize opsiyon piyasasının da daha yeni olması nedeniyle ülkemizde henüz uygulama alanı bulamamıştır. Çalışmamızda volatilite endekslerinin tanımı, gelişimi ve uygulama örnekleri tanıtılmıştır. Ayrıca, çoğu volatilite endeksinin hesaplanmasına referans olmuş VIX endeksinin hesaplanmasına değinilmiştir. Bu çalışmanın amacı, dünyada yaygınlaşan ve gün geçtikçe kullanım alanı artan volatilite endeksleri konusunda kapsamlı bir araştırma ile volatilite endekslerinin oluşturulması ve özellikleri konusunda Türkiye finans literatürüne ve volatilite endeksi oluşturulması konusunda atılacak adımlara ve bu konuda yapılacak sonraki çalışmalara ilk katkıyı sağlamaktır.

Ayrıca dünyadaki örnekler ve Türkiye’deki opsiyon piyasası incelenerek Türkiye için bir volatilite endeksi oluşturulması durumunda kullanılacak uygun metodoloji ve değişkenlere yer verilerek Türkiye için volatilite endeksi önerisinde bulunulmuştur.

Gelişmekte olan piyasalar kategorisindeki ülkemizde uluslararası krizlerden veya kendi iç dinamiklerimizden kaynaklanan finansal krizlerin yaşandığı dikkate alındığında volatilite endekslerinin ülkemizde de uygulamaya konulması sonrasında, bu endekslerin sağlayacağı bilgi ve finansal piyasalarda kullanımları yerli ve yabancı yatırımcılar ile piyasaların gelişmesi açısından faydalı olacaktır.

Kaynakça

- A VIX for Canada (2010), Montreal Exchange-Canadian Derivatives Exchange. Retrieved from https://www.m-x.ca/f_publications_en/vixc_presentation_en.pdf.
- Areal, B. C., & Pinho, N. M. (2008). FTSE-100 implied volatility index. *SSRN Electronic Journal*, 1-64. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1102135>
- Bo Zhang, V. (2010). *Daily value-at-risk models at financial crisis period: Evidence in Australia* (Master's thesis, Auckland Technology University). Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/1bd1/b13122b820fe171b5a0ce7da919301ace097.pdf?_ga=2.253130432.839631439.1566860833-1495184010.1540767630
- Brenner, M., & Galai, D. (1989). New financial instruments for hedging changes in volatility. *Financial Analysts Journal*, 45(4), 61-65. Retrieved from <https://www.jstor.org>
- Chicago Board Options Exchange [CBOE] (2009). The CBOE Volatility Index [VIX Wixwhite paper]. Retrieved from <https://www.optionseducation.org/referencelibrary/white-papers/page-assets/vixwhite.aspx>.
- Cox, J. C., & Rubinstein, M. (1985). *Options markets*. New Jersey: Prentice Hall.
- Demeterfi, K., Derman, E., Kamal, M., & Zhou, J. (1999). *More than you ever wanted to know about volatility swaps* (Goldman Sachs Quantitative Strategies Research Notes March 1999). Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/3d9c/fbe5ff32fd805f79c85b1e48fa9ac84e9128.pdf?_ga=2.150419199.839631439.1566860833-1495184010.1540767630
- Derman, E., Kamal, M., Kani, I., McClure, J., Pirasteh, C., & Zou, J. Z. (1998). Investing in volatility. *Futures and Options World*, 147, 1-10. Retrieved from [http://stockoptions.org.il/Admin/App_Upload/Investing%20in%20Volatility\(1\).pdf](http://stockoptions.org.il/Admin/App_Upload/Investing%20in%20Volatility(1).pdf)
- Dowling, S., & Muthuswamy, J. (2005). The implied volatility of Australian index options. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.500165>
- Financial Times Stock Exchange [FTSE]. (2017a). FTSE implied volatility index [FTSE Russell factsheet]. Retrieved from <https://research.ftserussell.com/Analytics/FactSheets/temp/1ccf7d3c-c771-4add-b8f0-44f403f1c215.pdf>
- Financial Times Stock Exchange [FTSE]. (2017b). FTSE MIB implied volatility index [FTSE Russell factsheet]. Retrieved from <https://research.ftserussell.com/Analytics/FactSheets/temp/5b407242-0555-400d-ad89-36e194b7035a.pdf>
- Fleming, J., Ostdiek, B., & Whaley, R. E. (1995). Predicting stock market volatility: A new measure. *Journal of Futures Markets*, 15(3), 265-302. doi:10.1002/fut.3990150303
- Galai, D. (1979). A proposal for indexes for traded call options. *The Journal of Finance*, 34(5), 1157-1172. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1979.tb00062.x>
- Gastineau, G. L. (1977). An index of listed option premiums. *Financial Analysts Journal*, 33(3), 70-75. Retrieved from <https://doi.org/10.2469/faj.v33.n3.70>
- Giner, J., & Morini, S. (2004). *El índice vix para la predicción de volatilidad: Un estudio internacional* (Universidad de La Laguna Departamento de Economía Financiera y Contabilidad, Documento de Trabajo, 2004-10). Retrieved from <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/916/1/688.pdf>
- Gonzalez-Perez, M. T., & Novales, A. (2011). The information content in a volatility index for Spain. *SERIEs-Journal of Spanish Economic Association*, 2(2), 185-216. doi:10.1007/s13209-010-0031-6
- Index Methodology for Managing HSI Volatility Index. (2012). Retrieved from http://www.hsi.com.hk/HSI-Net/static/revamp/contents/en/dl_centre/methodologies/IM_VHSIe.pdf

- Jiang, G. J. (2005). The model-free implied volatility and its information content. *The Review of Financial Studies*, 18(4), 1305-1342. doi:10.1093/rfs/hhi027
- Kotzé, A., Joseph, A., & Oosthuizen, R. (2009). The new South-African volatility index: New SAVI. *SSRN Electronic Journal*, 1-6. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2198359>
- Latane, H. A., & Rendleman, R. J. (1976). Standard deviations of stock price ratios implied in option prices. *The Journal of Finance*, 31(2), 369-381. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1976.tb01892.x>
- López, R., & Navarro, E. (2012). Implied volatility indices in the equity market: A review. *African Journal of Business Management*, 6(December), 11909-11915. doi:10.5897/AJBM12.272
- Maghrebi, N., Kim, M.-S., & Nishina, K. (2007). The KOSPI200 implied volatility index: Evidence of regime switches in volatility expectations. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 36(2), 163-187. Retrieved from <http://www.apjfs.org>
- Moraux, F., Navatte, P., & Villa, C. (1999). The predictive power of the French market volatility index: A multi horizons study. *Review of Finance*, 2(3), 303-320. doi:10.1023/A:1009873516217
- Moscow Exchange. (2017). The new Russian market volatility index-RIV. Retrieved from <http://www.moex.com/s381>
- Muzzioli, S. (2013). The information content of option-based forecasts of volatility: Evidence from the Italian stock market. *Quarterly Journal of Finance*, 3(1), 1-46. <https://doi.org/10.1142/S2010139213500055>
- Nikkei Stock Average Volatility Index Real-Time Version Index Guidebook. (2014). Retrieved from https://indexes.nikkei.co.jp/nkave/archives/file/nikkei_stock_average_volatility_index_guidebook_en.pdf
- Nishina, K., Maghrebi, N., & Kim, M.-S. (2006). *Stock market volatility and the forecasting accuracy of implied volatility indices* (Discussion Papers in Economics and Business, Discussion Paper No. 06-09). Retrieved from <http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/library/global/dp/0609.pdf>
- Padhi, P. (2011). *On the linkages among selected Asian, European and the US implied volatility indices* (NSE Working Paper No. WP/3/2011). Retrieved from https://www.nseindia.com/education/content/NSEWP_3.pdf
- Palaniswamy, R., Lakshminarayanan, K., & Venkatesh, V. (2013). Volatility index-a new tool for risk management. *Journal of Contemporary Research in Management*, 4(3). Retrieved from <https://psgim.ac.in/2018/03/journal/>
- Poon, S. H., & Granger, C. W. J. (2003). Forecasting volatility in financial markets: A review. *Journal of Economic Literature*, 41(2), 478-539. doi: 10.1257/002205103765762743
- S&P/ASX 200 VIX Methodology. (2017). S&P/ASX 200 VIX Methodology. Retrieved from <http://us.spindices.com/indices/strategy/sp-asx-200-vix>
- Siriopoulos, C., & Fassas, A. (2008a). An investor sentiment barometer - Greek implied volatility index. *Global Finance Journal*, 23(2), 77-93. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2012.03.001>
- Siriopoulos, C., & Fassas, A. (2008b). The information content of VFTSE. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1307702>
- Siriopoulos, C., & Fassas, A. (2009). Implied volatility indices – A review. *SSRN Electronic Journal*, 1-39. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1421202>
- Skiadopoulos, G. (2004). The Greek implied volatility index: Construction and properties. *Applied Financial Economics*, 14(16), 1187-1196. doi:10.1080/0960310042000280438
- Telçeken, N. (2014). *Volatilite endeksleri, önemi ve Türkiye volatilite endeksi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Ting, H. A. (2007). Fear in the Korea market. *Review of Futures Markets*, 16(1), 106-140. Retrieved from https://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research/634/
- Whaley, R. E. (1993). Derivatives on market volatility: Hedging tools long overdue. *The Journal of Derivatives*, 1(1), 71-84. <https://doi.org/10.3905/jod.1993.407868>
- Whaley, R. E. (2000). The investor fear gauge. *The Journal of Portfolio Management*, 26(3), 12-17. doi:10.3905/jpm.2000.319728
- Whaley, R. E. (2008). Understanding VIX. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1296743>
- White Paper India VIX. (t.y.). Retrieved from https://www.nseindia.com/content/indices/white_paper_IndiaVIX.pdf
- Yang, M. J., & Liu, M. Y. (2012). The forecasting power of the volatility index in emerging markets: Evidence from the Taiwan stock market. *International Journal of Economics and Finance*, 4(2), 217-231. doi:10.5539/ijef.v4n2p217
- Zhang, J. E., Shu, J., & Brenner, M. (2010). The new market for volatility trading. *Journal of Futures Markets*, 30(9), 809-833. doi:10.1002/fut.20448