

## BIST 30 SPOT VE FUTURES PİYASALARINDA GÜNCİ FİYAT KEŞFİ VE VOLATİLİTE YAYILIMI\*

### INTRADAY PRICE DISCOVERY AND VOLATILITY SPILLOVER IN BIST 30 SPOT AND FUTURES MARKETS

Yrd. Doç. Dr. İbrahim Yaşar GÖK<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Şeref KALAYCI<sup>2</sup>

#### ÖZET

*Bu çalışmada, BIST 30 spot ve futures piyasalarında fiyat keşfi ve granger nedensellik ilişkisi ile ayrıca bu piyasalar arasındaki volatilité yayılımı, 2 Ocak 2010-18 Mayıs 2012 dönemi için gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılarak incelenmiştir. Johansen eşbütünleşme testi sonucuna göre endeks futures ve spot piyasalar arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna erişilmiş, VECM modeli sonucuna göre ise endeks futures piyasanın fiyat keşfine daha büyük bir katkı sağladığı ve futures fiyatların spot fiyatları öncüllediği bulgusuna ulaşılmış, ayrıca VEC granger nedensellik-blok dışsallık testi sonucuna göre ise piyasalar arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi olmasına rağmen endeks futures piyasadaki spot piyasaya doğru olan nedenselliğin çok daha güçlü olduğu kanıtlanmıştır. Endeks futures ve spot piyasalar arasındaki volatilité yayılımı bağlamında ise VECM-GARCH(1,1)-BEKK modeli uygulanmış ve endeks futures ve spot piyasa volatiliteleri arasında iki yönlü bir yayılım olmasına rağmen endeks futures piyasa şokları ve volatilitésinin spot piyasa volatilitésine üzerine yayılımının çok daha belirgin olduğu bulgusuna erişilmiştir. Dolayısıyla, hem fiyat keşfi hem de volatilité yayılımına dair elde edilen bulgular neticesi, bilginin öncelikle futures piyasaya yansıdığı ve endeks futures piyasanın bilgisel olarak spot piyasadaki daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Fiyat Keşfi, Volatilité Yayılımı, Eşbütünleşme, Vektör Hata Düzeltme Modeli, Çok Değişkenli GARCH.

**Jel Kodları:** G130, G140, C580.

#### ABSTRACT

*In this study, price discovery and granger causality relationship in BIST 30 spot and futures markets and also volatility spillover between these markets are examined using intraday 1 minute data for January 2, 2010 – May18, 2012 period. According to Johansen cointegration test result it is concluded that there is a long-term relationship between index futures and spot markets and according to VECM model result the evidence is found that index futures market contributes more to price discovery and futures prices lead spot prices, and also according to VEC granger causality-block exogeneity test result although there is a two way causality between markets, the causality is much more stronger from index futures to spot market is evidenced. In the context of volatility spillover between index futures and spot markets, VECM-GARCH(1,1)-BEKK model is applied, and the evidence is found that although there is a bi-directional volatility spillover between index futures and spot markets, the spillover of index futures market shocks and volatility to spot market volatility is much more pronounced. Hence, the findings for both price discovery and volatility spillover indicate that the information is primarily reflected in the futures market and index futures market is more informationally efficient than spot market.*

\* Bu çalışma, İbrahim Yaşar GÖK'ün "Endeks Futures ve Spot Piyasalarda Fiyat Keşfi, Volatilité Yayılımı ve Uluslararası Etkileşimler" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, ibrahimgok@sdu.edu.tr

<sup>2</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, serefkalayci@ktu.edu.tr

**Key Words:** *Price Discovery, Volatility Spillover, Cointegration, Vector Error Correction Model, Multivariate GARCH.*

**Jel Codes:** *G130, G140, C580.*

## 1. GİRİŞ

Endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfi (price discovery) araştırmaları ile birbirleri ile çok yakın ilişkide olan bu piyasalardan hangi piyasanın bilgiyi ilk olarak işlediği incelenirken, bilginin öncelikle yansıdığı piyasanın fiyat keşfini gerçekleştirmesi veya fiyat keşfine en büyük katkısı sağlaması beklenir. Etkin piyasalar hipotezi gereği piyasaların bilgiyi işlemelerinde bir farklılık beklenmezken, realitede piyasaların bu etkinlikten saptığı ve bir piyasanın diğer piyasa ya da piyasaları takip ettiği gözlenmekte, bu durum ise arbitraj gibi bir takım imkanları beraberinde getirebilmektedir. Dolayısıyla piyasaların fiyat keşfi fonksiyonlarının tespiti, başta yatırımcılar, politika yapıcılar, portföy yöneticileri olmak üzere birçok kişi ya da kurumun ilgi odağı haline gelmiştir.

Endeks futures piyasalar ile spot piyasalar arasındaki önemli diğer bir etkileşim ise piyasalar arasındaki volatilitate yayılımıdır. Piyasalar arasında volatilitate yayılımının araştırılması aynı zamanda piyasaların bilgisel etkinliğinin de araştırılması süreci olup, volatilitenin kaynağı olan piyasa aynı zamanda bilgi etkin bir piyasadır. Dolayısıyla, piyasaların fiyat keşfi fonksiyonlarının araştırılması yanında piyasalar arasındaki volatilitate yayılımının da araştırılması piyasaların bilgisel etkinliklerini araştırmanın bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Yüksek volatilitateyi yüksek risk bağlamında ele alıp bir piyasa volatilitatesinin diğer bir piyasaya yayılımını finansal riskin yayılımına indirmek, piyasalar arasındaki volatilitate dinamiğinin bilgiye dönük yüzünü ve aslında bilginin yayılımını ihmal etmek anlamına gelecektir.

Fiyatın bilgiyi yansıttığı göz önünde bulundurulup, spot endeks ve endeks futures fiyatlardan hangisinin bilgiyi daha hızlı yansıttığına dair fiyat ve getiri perspektifinde çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Öte taraftan, volatilitate de bilginin bir kaynağı olmasına rağmen piyasalar arasındaki karşılıklı volatilitate etkileşiminin getiri ve fiyat bazlı etkileşimlere dair incelemelerden daha sonraları ve daha az sayıda araştırma ile ele alındığı görülmektedir. Nitekim, endeks futures ve spot piyasalar arasındaki öncül-ardıl etkileşimi, fiyat ve getiri perspektifinde 1983'ten itibaren çok sayıda çalışmada ele alınmışken, volatilitate bağlamında ise Kawaller vd. (1990) ile Cheung ve Ng (1990)'nin öncü çalışmalarından itibaren ele alınmaya başlanmıştır.

Endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfine dair incelemelerde daha çok futures piyasaların spot piyasayı öncüllediğine dair bir takım bulgulara erişilmiş ve sonuçların homojen bir görünüm arz ettiği ifade edilebilirken, bu etkinin ortaya çıkmasında ise futures piyasaların maliyet avantajı, spot endeks bileşeni payların senkronize olmayan işlem problemi yaşayabilmesi vb. faktörlere değinilmiştir. Piyasalar arasındaki volatilitate yayılımına dair incelemelerde ise sonuçlar homojen olmayan bir görünüm arz etmektedir. Bazı çalışma bulguları, pek çok getiri bazlı çalışmanın bulguları ile paralel şekilde futures piyasadan spot piyasaya tek yönlü bir volatilitate yayılımı olduğu ve futures piyasa şokları ve volatilitatesinin spot piyasa volatilitatesini etkilediği şeklinde iken, bazı bulgular ise spot ve futures piyasaların volatiliteleri arasında karşılıklı bir bağımlılık olduğu noktasında elde edilmiştir. Diğer taraftan bir takım bulgular ise spot ve futures piyasaların volatilitelerinin birbirini sistematik olarak öncülleyemediği ve piyasalar arasında bir geri beslemenin var olmadığı şeklinde iken, diğer bir takım bulgular ise spot ve futures piyasa volatiliteleri

arasında bir geri besleme ilişkisi olmakla beraber futures piyasanın etkisinin daha fazla olduğu yönünde elde edilmiştir.

Çalışmada, Borsa İstanbul (BIST) 30 endeksi spot ve futures<sup>3</sup> piyasalarında öncül-ardıl ilişkisi, fiyat keşfine sağlanan katkı ve granger nedensellik ilişkisi ile bu piyasalar arasındaki volatilité yayılımının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde ilk aşamada, BIST 30 spot ve futures piyasalarında uzun dönem ilişkinin varlığı, öncül-ardıl ilişkisi ve piyasaların fiyat keşfine sağladıkları katkı ile piyasalar arasındaki granger nedensellik ilişkisi gün içi eşanlı 1 dakika zaman aralıklı veriler kullanılarak Johansen eşbütünleşme testi, vektör hata düzeltme modeli (VECM) ile vektör hata düzeltme (VEC) granger nedensellik/blok dışsallık wald testinin uygulanması ile araştırılmıştır. İkinci aşamada ise, BIST 30 endeksi spot ve futures piyasaları arasındaki volatilité yayılımı, 1 dakika frekanslı verilerle tahmin edilen VECM modeli sonrası iki değişkenli genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans (GARCH) Baba-Engle-Kraft-Kroner (BEKK) modeli ile tahmin edilerek araştırılmıştır. Çalışma ile BIST 30 spot ve futures piyasalarına dair ilk kez gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılmış, bu sayede endeks futures ve spot piyasalar arasındaki gün içi eşanlı etkileşimler incelenme imkanı bulmuştur.

Dört bölümden oluşan çalışmanın ikinci bölümünde literatür araştırması, üçüncü bölümde araştırma dizaynı çerçevesinde veri seti, metodoloji ve araştırma bulguları ile dördüncü bölümde ise sonuç yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfine dair öncü çalışmalar Zeckhauser ve Niederhoffer (1983), Ng (1987), Kawaller vd. (1987), Laatsch ve Schwarz (1988) ile Stoll ve Whaley (1990) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sonraki dönem gerçekleştirilen çalışmalar arasında ise Hasbrouck (1995), Antoniou ve Holmes (1996), Brooks vd. (2001), Ateş ve Wang (2005), Tse vd. (2006), Lien ve Shrestha (2009), Li (2009), Tse ve Chan (2010) ile Taylor (2011)'a değinilebilir. Bu çalışmaların çoğunda endeks futures piyasaların spot piyasayı öncüllediği ve fiyat keşfinde futures piyasaların katkısının daha büyük olduğuna dair bulgulara erişilmiştir.<sup>4</sup>

Endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfine dair, Türkiye piyasalarına yönelik olarak ise, BIST 30 endeks futures ve spot piyasaları üzerine; Kasman ve Kasman (2008) gün sonu verilerle yaptıkları çalışmalarında, Engle ve Granger ile Johansen eşbütünleşme testlerini ve hata düzeltme terimini içeren granger nedensellik testini uygulamış, kısa dönemde spot piyasadaki futures piyasaya tek yönlü bir nedenselliğin var olduğu bulgusuna erişmişlerdir. Abuk (2011) ise 2005 ve 2010 yılları arası gün içi 5 dakika frekanslı verilerle yaptığı çalışmada, Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme testleri, hata düzeltme modeli ile lineer ve non-lineer granger nedensellik testlerini uygulamış, buna göre 2006, 2007 ve 2009 yılları için piyasalar arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, 2008 ve 2010 yılları için ise endeks futures piyasanın spot piyasayı öncüllediği bulgularına erişmiştir. Kayalı ve Çelik (2010) ise BIST 30 spot, futures ve borsa yatırım fonu (ETF) piyasaları üzerine gün sonu verilerle yaptıkları çalışmada, Johansen eşbütünleşme testi,

<sup>3</sup> BIST 30 endeksi futures sözleşmeleri, Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası'nda (VİOP) en çok işlem gören sözleşmedir. Örneğin, BIST 30 endeks futures sözleşmelerinin 02/06/2014 tarihindeki günlük işlem hacmi yaklaşık 1,38 milyar TL olarak gerçekleşmiş, bu aynı zamanda VİOP günlük toplam işlem hacminin yaklaşık %95'ini oluşturmuştur (Borsa İstanbul, 2014).

<sup>4</sup> Endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfine dair detaylı bir literatür araştırması için Kalaycı ve Gök (2013)'ün çalışmaları incelenebilir.

vektör hata düzeltme modeli ve varyans ayrıştırması testlerini uygulamış, piyasalar arasında uzun dönem bir ilişkinin varlığı yanı sıra kısa dönem ilişki bağlamında ise futures piyasadan spot ve ETF piyasalarına doğru tek yönlü bir nedenselliğin var olduğu bulgularına erişmişlerdir.

Endeks futures ve spot piyasalarda volatilité yayılımı ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülke piyasaları üzerine yapılan çalışmalar bağlamında iki bölümde incelenebilir.

### **2.1. Gelişmiş Ülkelerin Endeks Futures ve Spot Piyasaları Arasında Volatilité Yayılımı**

Spot ve futures piyasalar arasındaki volatilité etkileşimi noktasında ABD piyasaları başta olmak üzere Japonya, Birleşik Krallık, Almanya vb. birçok gelişmiş ülke piyasası üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

ABD piyasalarına yönelik bazı çalışmalarda, spot ve futures piyasaların volatiliteleri arasında iki yönlü bir yayılım olduğuna dair bulgulara erişilmiştir. Cheung ve Ng (1990) Standart & Poor's (S&P) 500 endeks futures ve spot piyasaları üzerine gün içi verilerle yaptıkları çalışmada, GARCH modeli ve varyansta nedensellik testini uygulamış, futures piyasanın spot piyasadan daha volatil olduğu, diğer taraftan spot ve futures piyasalar arasında volatiliteleri açısından bir geri beslemenin görülebildiği bulgularına erişmişlerdir. Chan vd. (1991) S&P 500 ve Major Piyasa Endeksi (Major Market Index, MMI) endeksleri futures ve spot piyasaları üzerine yaptıkları çalışmada gün içi verileri kullanmış ve iki değişkenli GARCH modelini uygulamış, S&P 500 endeksi için endeks bileşeni paylar arasında senkronize olmayan işlem problemi görülebileceğinden bileşeninde daha az pay bulunduran MMI endeksi piyasalarını da baz almış, buna göre spot ve futures piyasalar arasında güçlü bir karşılıklı bağımlılığın bulunduğu, spot piyasa bazlı inovasyonların futures piyasa volatilitesi üzerinde ve futures piyasa bazlı inovasyonların da spot piyasa volatilitesi üzerinde bir etkisi olduğu, dolayısıyla yeni bilginin her iki piyasaya da yansıdığı bulgularına erişmişlerdir. Ergün (2009) ise S&P 500 endeks futures ve spot piyasalarının getiri etkileşimi yanında volatilité etkileşimini de gün içi verilerle araştırmış, regresyon modeli yardımıyla spot ve futures piyasa volatiliteleri arasında güçlü iki yönlü bir yayılımın olduğu, ayrıca endeks arbitraj işlemlerine dair getirilen bazı kısıtlamaların bu ilişki üzerine bir etkisi olmadığı bulgularına erişmiştir.

ABD piyasalarına yönelik bazı araştırma bulguları ise endeks futures ve spot piyasa volatiliteleri arasında bir geri besleme ilişkisinin olmadığı veya piyasaların volatilitelerinin birbirinden bağımsız olduğu şeklindedir. S&P 500 endeks futures ve spot piyasaları üzerine; Kawaller vd. (1990) gün içi ve gün sonu verilerle yaptıkları çalışmada, granger nedensellik testini uygulamış, buna göre her iki piyasa volatilitelerinin de birbirini sistematik olarak öncülleyemediği ve bazı periyotlarda futures piyasanın spot piyasayı bazı periyotlar da ise spot piyasanın futures piyasayı volatilité açısından öncüllediği, ayrıca futures piyasanın spot piyasadan daha yüksek bir volatilité sergilediği, bununla beraber hem spot hem de futures piyasa volatilitelerinin futures piyasa işlem hacminden etkilendiği bulgularına ulaşmışlardır. Arshanapalli ve Doukas (1994) ise gün içi verilerle yaptıkları çalışmada, genel otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) etkisi test prosedürünü<sup>5</sup> uygulamış, buna göre spot ve futures piyasa volatilitelerinin aynı volatilité sürecini paylaşmadığı, dolayısıyla spot ve futures piyasa volatilitelerinin birbirinden bağımsız olduğu bulgularına erişmişlerdir.

<sup>5</sup> Bu test prosedürü Engle ve Kozicki (1993) tarafından geliştirilmiştir. Bu test prosedürüne göre, eğer iki zaman serisi ARCH etkisi sergiliyor ve bunların arasındaki lineer kombinasyon ARCH etkilerini elimine ediyorsa, o zaman bu seriler genel bir özelliğe sahiptirler.

ABD piyasalarına dair bir takım bulgular ise futures piyasa volatilitesinin spot piyasa volatilitesini öncüllediği noktasında elde edilmiştir. S&P 500 endeks futures ve spot piyasaları üzerine; Koutmos ve Tucker (1996) gün sonu verileriyle yaptıkları çalışmada, iki değişkenli hata düzeltme üssel GARCH (EGARCH) modelini uygulamış, spot piyasa volatilitesinin kendi negatif şoklarına karşı tepkisinin pozitif şoklardan daha fazla olduğu bu durumun ise spot piyasada kaldıraç etkisi ile açıklanabileceği, aynı zamanda benzer bir durumun daha fazla olarak futures piyasada da görüldüğü, spot ve futures piyasa arasındaki volatilite yayılımı noktasında ise futures piyasa inovasyonlarının spot piyasa volatilitesini artırdığı ve bu etkinin asimetrik bir davranış sergileyerek futures piyasa bazlı kötü haberlerin spot piyasa volatilitesi üzerinde daha fazla bir etki oluşturduğu, diğer taraftan spot piyasa inovasyonlarının ise futures piyasa volatilitesi üzerinde bir etkisinin olmadığı bulgularına erişmişlerdir. Lafuente-Luengo (2009) ise gün içi verileriyle yaptığı çalışmada, vektör otoregresyon (VAR) modelini ve bu bağlamda granger nedensellik testini, ayrıca etki-tepki analizlerini uygulamış, volatilite ölçümü için ise Andersen vd. (2003) tarafından önerilen gerçekleşen volatiliteyi (realised volatility) baz almış, futures piyasa volatilitesinden spot piyasa volatilitesine doğru tek yönlü nedensel bir ilişkinin var olduğu bu durumun ise yeni bilginin öncelikle futures piyasa tarafından absorbe edilmesi ile ilişkili olduğu bulgularına erişmiştir.

Bununla beraber ABD piyasalarına dair bazı bulgular ise piyasalar arasında bir geri besleme ilişkisi görülse de futures piyasa volatilitesinin daha güçlü bir etkisi olduğu yönündedir. Tse (1999) Dow Jones Sanayi Endeksi futures ve spot piyasalarının fiyat keşfi fonksiyonları yanında, gün içi verileriyle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını da araştırdığı çalışmada, iki değişkenli EGARCH modelini uygulamış, piyasalar arasında iki yönlü bir volatilite yayılımı olmakla beraber futures piyasadan spot piyasaya olan yayılımın daha fazla olduğu, ayrıca piyasalar üzerinde asimetrik volatilite etkisinin var olduğu ve kötü haberlerin volatilite üzerinde iyi haberlerden daha fazla etki oluşturduğu bulgularına erişmiştir. Chatrath vd. (2002) ise S&P 500 endeks futures ve spot piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisi yanında, gün içi verileriyle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını iki değişkenli Glosten, Jagannathan ve Runkle (GJR) GARCH modeli ile araştırmış, piyasalar arasındaki bir karşılıklı volatilite yayılımı olduğu, ancak futures piyasa bazlı şokların spot piyasada daha büyük bir etki oluşturduğu, bununla beraber piyasaların düşüşte olduğu periyotlarda ise spot piyasa bazlı şokların futures piyasa volatilitesi üzerinde tek yönlü bir yayılıma yol açtığı bulgularına erişmişlerdir.

Diğer gelişmiş ülke piyasaları üzerine, spot ve futures piyasalar arasındaki volatilite etkileşimine dair yapılan çalışmaların bulguları da, ABD piyasaları üzerine elde edilen bulgulara benzer şekilde heterojenlik arz etmektedir. Bazı çalışmalarda, futures piyasadan spot piyasaya doğru tek yönlü bir volatilite yayılımı olduğu veya futures ve spot piyasalar arasında açık bir öncül-ardıl ilişkisinin var olmadığına dair bulgulara ulaşılmıştır.

Japonya piyasalarına yönelik, Iihara vd. (1996) Nikkei endeks futures ve spot piyasaları arasındaki öncül-ardıl ilişkisi yanında, gün içi verileriyle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını iki değişkenli GARCH modeli ile araştırmış, spot piyasayı stabil hale getirmek için alınan kararların spot ve futures piyasa volatilite ilişkisi üzerine incelemiş, kararlardan önce futures piyasa bazlı şokların spot piyasa volatilitesi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu, kararlardan sonra ise bu etkinin azaldığı dolayısıyla alınan kararların istenilen sonucu doğurduğu, diğer taraftan spot piyasa şoklarının ise futures piyasa volatilitesi üzerinde bir etkisi olmadığı bulgularına erişmişlerdir.

Birleşik Krallık piyasalarına yönelik, Abhyankar (1995) FTSE 100 endeks futures ve spot piyasaları üzerine gün içi verileriyle yaptığı çalışmada, önce spot ve futures piyasa

getirilerinin ayrı ayrı EGARCH modellemesini yapmış, sonrasında elde edilen koşullu varyans tahminlerini piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisinin incelenmesi amacıyla regresyon analizinde kullanmış, buna göre spot ve futures piyasa volatiliteleri arasında açık bir öncül-ardıl ilişkisinin var olmadığı, bazı periyotlarda futures piyasa volatilitelerinin bazı periyotlarda ise spot piyasa volatilitelerinin diğer piyasa volatilitelerini öncüllediği bulgularına erişmiştir.

Gelişmiş ülke piyasaları üzerine bazı çalışmalarda ise endeks futures ve spot piyasa volatiliteleri arasında bir karşılıklı bağımlılık olduğu bulgusuna erişilmiştir. Avustralya piyasalarına yönelik, Bhar (2001) Avustralya Tüm Pay Piyasası Fiyat endeksi spot ve futures piyasaları üzerine gün sonu verileriyle yaptığı çalışmada, volatiliteler yayılımına dair iki değişkenli EGARCH-X modelini uygulamış, piyasalar arasında iki yönlü bir volatiliteler yayılımı olduğu ve volatilitelerin asimetrik bir davranış sergilediği, diğer taraftan futures kontratlara dair yeniden düzenlemeden sonra futures piyasadaki spot piyasaya olan yayılımın biraz azalma gösterdiği ancak her iki piyasanın da volatiliteler kalıcılığının artış gösterdiği bulgularına erişmiştir.

İspanya piyasalarına yönelik, Lafuente (2002) Ibex 35 endeks futures ve spot piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında, gün içi verilerle piyasalar arasındaki volatiliteler etkileşimini iki değişkenli hata düzeltme GARCH modeli ile araştırmış, volatiliteler açısından spot ve futures piyasa volatiliteleri arasında pozitif iki yönlü bir nedenselliğin var olduğu, yüksek fiyat akımlarının olduğu periyotlarda futures piyasanın spot piyasa istikrarına katkısı olmayacağı, bununla beraber spot ve futures piyasaların açılış ve kapanış zamanlarının en yüksek volatiliteler dönemleri olduğu bulgularına erişmiştir.

Almanya piyasalarına yönelik, Booth ve So (2003) Alman Pay Endeksi (DAX) spot, futures ve opsiyon piyasaları üzerine gün içi verilerle yaptıkları çalışmada, aşırı değer VAR (extreme value VAR) modelini ve beraberinde etki-tepki analizini uygulamış, her üç piyasa arasında da bir volatiliteler yayılımı olduğu ve piyasalar arasında bilgisel bir bağın bulunduğu, dolayısıyla DAX spot ve türev piyasalarının bir bütün olarak bilgiyi işlediği bulgularına erişmişlerdir.

## **2.2. Gelişmekte Olan Ülkelerin Endeks Futures ve Spot Piyasaları Arasında Volatiliteler Yayılımı**

Gelişmekte olan ülkelerden Hindistan, Güney Kore, Tayvan, Meksika, Türkiye vb. piyasalar üzerinde de endeks futures ve spot piyasalar arasındaki volatiliteler yayılımı araştırılmıştır. Gelişmekte olan ülke piyasalarına dair bu araştırmalarda da gelişmiş ülke piyasalarına dair elde edilen bulgulara benzer şekilde homojen olmayan bulgular elde edilmiştir.

Bazı gelişmekte olan ülke piyasalarına yönelik çalışmalarda, endeks futures ve spot piyasalar arasında iki yönlü bir volatiliteler yayılımı olduğuna dair bulgulara erişilmiştir. Güney Kore piyasalarına yönelik, Min ve Najand (1999) Kore Birleşik Pay Fiyat Endeksi (KOSPI) 200 spot ve futures piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında gün içi verilerle piyasalar arasındaki volatiliteler yayılımını VAR modeli bağlamında granger nedensellik testi ile araştırmış, buna göre spot ve futures piyasa volatiliteleri arasında iki yönlü bir nedenselliğin var olduğu, ayrıca futures piyasa işlem hacminin spot piyasa volatiliteleri üzerinde bir etkisinin olduğu, spot piyasa işlem hacminin ise futures piyasa volatiliteleri üzerinde daha sınırlı bir etkide bulunduğu bulgularına ulaşmışlardır.

Meksika piyasalarına yönelik, Zhong vd. (2004) Meksika Fiyat ve Kotasyonlar Endeksi (IPC) spot ve futures piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında, gün sonu verilerle piyasalar arasındaki volatiliteler yayılımını iki değişkenli hata düzeltme EGARCH modeli ile

araştırmış, koşullu varyans denklemine göre endeks futures işlemlerin başlamasının spot piyasa volatilitesini artırdığı, spot ve futures piyasalar arasında volatilite yayılımına dair olarak ise, piyasaların kısa dönem inovasyonlarının birbirlerinin volatilitesini etkilediği, ancak spot piyasanın futures piyasa bazlı kötü haberlere ve futures piyasanın da spot piyasa bazlı iyi haberlere karşı tepkisinin daha fazla olduğu, diğer taraftan piyasaların uzun dönem fiyat dengesinden sapmasının her iki piyasada da yüksek volatiliteyi doğurduğu bulgularına erişmişlerdir.

Hindistan piyasalarına yönelik, Bose (2007) S&P CNX Nifty endeks futures ve spot piyasaları üzerine gün sonu verilerle yaptığı çalışmada, asimetrik eşik ARCH (TARCH) modelini uygulamış, her iki piyasa arasında da güçlü iki yönlü bir volatilite yayılımı olduğu, diğer taraftan volatilite etkileşimi kapanıştan kapanışa getirilerle (günler arası) açılıştan kapanışa getiriler (gün içi) açısından incelendiğinde günler arasında futures piyasadan spot piyasaya daha yüksek bir yayılım olduğu, gün içinde ise spot piyasa volatilitesinin futures piyasa volatilitesi üzerinde daha büyük bir etkisi olduğu, ayrıca futures piyasanın spot piyasaya göre haberlere daha az asimetrik bir tepki verdiği bulgularına erişmiştir.

Tayvan piyasalarına yönelik, Lin vd. (2002) Tayvan Kapitalizasyon Ağırlıklı Pay Endeksi (TAIEX) futures ve spot piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında gün içi verilerle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını iki değişkenli EGARCH modeli ile araştırmış, spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir volatilite yayılımı olduğu ancak spot piyasa kaynaklı inovasyonların futures piyasa üzerinde biraz daha fazla etkisi olduğu, ayrıca her iki piyasanın da haberlere karşı asimetrik bir tepki verdiği bulgularına erişmişlerdir. Wang ve Chen (2007) ise TAIEX endeksi spot, futures ve opsiyon piyasaları üzerine gün içi verilerle yaptıkları çalışmada, çok değişkenli GARCH-M modelini uygulamış, spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir volatilite yayılımı olduğu, futures piyasadan opsiyon piyasasına doğru ise tek yönlü bir volatilite yayılımının var olduğu, dolayısıyla spot ve futures piyasalar arasında karşılıklı bir bilgi akışı söz konusu iken futures piyasadan opsiyon piyasasına doğru ise tek yönlü bir bilgi akışı olduğu bulgularına erişmişlerdir.

Türkiye piyasalarına yönelik, Tokat ve Tokat (2010) BIST 30 endeks futures ve spot piyasaları ile dolar/tl ve euro/tl döviz kuru spot ve futures piyasaları üzerine gün sonu verilerle yaptıkları çalışmada, iki değişkenli GARCH-BEKK modelini uygulamış, endeks futures ve spot piyasalar arasında iki yönlü bir volatilite yayılımı olduğu, ancak spot piyasa volatilitesinin futures piyasa volatilitesi üzerinde etkisinin biraz daha fazla olduğu, bununla beraber volatilitenin asimetrik bir davranış sergilediği bulgularına erişmişlerdir.

Çin piyasalarına yönelik, Yang vd. (2012) Çin Menkul Kıymetler Endeks Limited Şirketi (CSI) 300 endeks futures ve spot piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında, gün içi verilerle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını iki değişkenli asimetrik hata düzeltme-GARCH-BEKK modeli ile araştırmış, spot ve futures piyasalar arasında güçlü iki yönlü bir volatilite yayılımı olduğu, ayrıca pozitif gecikmeli bazın spot ve futures piyasa volatiliteyi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu ve bu etkinin spot piyasa volatilitesi üzerinde daha fazla görüldüğü bulgularına erişmişlerdir.

Gelişmekte olan ülke piyasalarına dair bazı çalışmalarda ise futures piyasalardan spot piyasalara doğru tek yönlü bir volatilite yayılımı olduğu bulgusuna erişilmiştir. Hindistan piyasalarına yönelik, Karmakar (2009) S&P CNX Nifty endeks futures ve spot piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında gün sonu verilerle piyasalar arasındaki volatilite yayılımını iki değişkenli GARCH-BEKK modeli ile araştırmış, futures piyasa gecikmeli inovasyonlarından spot piyasa üzerine tek yönlü bir yayılımın olduğu bulgusuna erişmiştir.

Tayvan piyasalarına yönelik, Wang ve Ho (2010) TAIEX spot ve futures piyasaları üzerine gün sonu verilerle yaptıkları çalışmada, volatilité davranışı ve yayılımına dair GARCH modeli, Johansen eşbütünleşme testi ve hata düzeltme modeli konseptinde granger nedensellik testini uygulamış, spot ve futures piyasaların yüksek seviyede bir volatilité kalıcılığı sergilediği, futures piyasadan spot piyasaya doğru tek yönlü bir volatilité yayılımı olduğu, ayrıca futures piyasa işlem hacminin artmasının spot piyasa volatilitésini de artırdığı bulgularına erişmişlerdir.

Polonya piyasalarına yönelik, Bohl vd. (2011) Varşova Menkul Kıymetler Borsası Endeksi (WIG) 20 spot ve futures piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında, gün sonu verilerle piyasalar arasındaki volatilité yayılımını VECM-dinamik koşullu korelasyon-GARCH modeli ile araştırmış, kurumsal yatırımcıların işlem hacimlerinin artış gösterdiği 2005'ten sonraki periyotta futures piyasadan spot piyasaya tek yönlü bir volatilité yayılımı olduğu bulgusuna erişmiş, bu durumun kurumsal yatırımcıların futures piyasanın bilgisel etkinliğini artırdığı ve futures piyasadan spot piyasaya bir bilgi akışının oluştuğunu belirtmişlerdir.

Gelişmekte olan ülke piyasalarına dair bazı çalışmalarda ise spot ve futures piyasalar arasındaki iki yönlü bir volatilité yayılımı olmakla beraber futures piyasadan spot piyasaya doğru daha güçlü bir volatilité yayılımı olduğu bulgularına erişilmiştir.

Hong Kong piyasalarına yönelik, So ve Tse (2004) Hang Seng endeksi spot, futures ve ETF piyasaları arasındaki getiri etkileşimi yanında, gün içi verilerle piyasalar arasındaki volatilité yayılımını çok değişkenli GARCH (MGARCH) modeli ile araştırmış, spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir volatilité yayılımı olduğu ancak futures piyasadan spot piyasaya olan yayılımın daha güçlü olduğu, ayrıca hem spot hem de futures piyasadan ETF piyasasına doğru tek yönlü bir volatilité yayılımının olduğu bulgularına erişmişlerdir.

Tayvan piyasalarına yönelik, Kuo vd. (2008) TAIEX endeks futures ve spot piyasaları üzerine gün sonu verilerle yaptıkları çalışmada, standart iki değişkenli EGARCH modeli ile değişimli (switching) iki değişkenli EGARCH modellerini uygulamış, Tayvan futures piyasanın yabancı yatırımcılara açılmasının spot-futures piyasalar üzerine etkisini incelemiş, buna göre spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir volatilité yayılımı olduğu ancak liberalleşme politikaları ile beraber futures piyasadan spot piyasaya olan yayılımın güçlü bir hale geldiği bu durumun ise yabancı yatırımcılarla beraber futures piyasanın yeni bilgiyi daha hızlı absorbe etmesi ile açıklanabileceği bulgularına erişmişlerdir.

Hindistan piyasalarına yönelik, Pati ve Rajib (2011) S&P CNX Nifty endeks futures ve spot piyasaları üzerine gün içi verilerle yaptıkları çalışmada, volatilité yayılımına dair iki değişkenli GARCH-BEKK modelini uygulamış, spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü anlamlı bir volatilité yayılımı olduğu, ancak bununla beraber spot piyasa volatilitésinin futures piyasa gecikmeli şoklarına daha fazla tepki verdiği bulgularına erişmişlerdir.

### **3. ARAŞTIRMA DİZAYNI**

#### **3.1. Veri Seti**

Araştırmada endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfi ile endeks futures ve spot piyasalar arasında volatilité yayılımına dair olarak kullanılan veri seti, BİST 30 endeksi ve



BİST 30 endeks futures kontratları bağlamında, 02 Ocak 2010 ila 18 Mayıs 2012 periyodu<sup>6</sup> dahilindeki, saat 10.00-12.30 ila 14.30-17.00 arası gün içi 1 dakika frekanslı verilerden oluşmaktadır. Borsa İstanbul'da gün içi 2 seans uygulaması söz konusu olduğu için saat 10.00-12.30 arası ile 14.30-17.00 arası işlem saatleri baz alınmıştır.

Bu bağlamda futures piyasalara dair veriler, anlık işlem verileri (trade data) olarak, Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'ndan (VOB)<sup>7</sup> temin edilmiştir. Aynı şekilde, spot endekse dair veriler de, gün içerisindeki hesaplanan tüm endeks değerleri bazında Borsa İstanbul'dan temin edilmiştir.

Endeks futures kontratların VOB'da işlem gördüğü dönemlerde, içinde bulunulan aya en yakın vadeli üç farklı kontrat aynı anda işlem görmüştür. Eğer bu üç kontrattan biri Aralık ayı kontratı değilse, ayrıca Aralık kontratı da işleme açılmıştır (VOB, 2013). Örneğin, Mart ayı için Mart'a en yakın vadeye sahip Nisan, Haziran ve Ağustos kontratları ile ayrıca Aralık kontratı da işlem görmüştür. Kontratların birbirine bağlanarak bir zaman serisi elde etme adına (continuous time series) öncelikle herhangi bir gün için aynı anda işlem gören farklı vadeli kontratlardan hangisinin daha fazla işlem gördüğü araştırılmıştır. Bu inceleme sonucunda vade günü hariç olmak üzere<sup>8</sup>, en yakın vadeli kontratın (nearby contract) en büyük işlem hacmine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bundan ötürü, vade günü hariç olmak üzere, en yakın vadeli kontratın verileri baz alınmış, vade gününden itibaren ise diğer en yakın vadeli kontratın (next nearby contract) verileri ile kontratlar bağlanmıştır.

Borsa İstanbul'da ve endeks futures kontratların VOB'da işlem gördüğü dönemlerde iki borsa farklı işlem saatlerine sahip olmuştur. VOB'da işlemler 16 Ekim 2009'a kadar 09.15-17.15 arasında tek bir seansta gerçekleşmişken, işlemler bu tarihten 16.07.2012 tarihine kadar 09.15-17.35 arasında yine tek bir seansta gerçekleştirilmiş, 16.07.2012 tarihinden itibaren ise işlem saatleri 09.15-17.45 olarak değiştirilmiştir. Borsa İstanbul'da işlemler ise sabah ve öğleden sonra olmak üzere iki ayrı seansta gerçekleştirilmektedir. 19.10.2009'dan itibaren işlem saatleri 1.seans: 09.30-12.30 ve 2. Seans: 14.00-17.30 olarak değiştirilirken, 16.07.2012 tarihinden itibaren ise işlem saatleri 1. Seans: 09.30-12.30 ve 2. Seans: 14.00-17.40 olarak değiştirilmiştir. Spot endeks ve endeks futures piyasa verilerinin senkronizasyonu açısından ve ayrıca açılış-kapanış zamanı etkilerini minimize etme adına, spot ve futures veri setleri 10.00-12.30 ve 14.30-17.00 zaman dilimleri bağlamında ele alınmıştır.

Spot ve futures verilerin eşleştirilmesi adına verilerin bir zaman aralığına (time interval) indirgenmesinin gerekliliği söz konusudur. Bu bağlamda veriler 1 dakikalık zaman aralığına indirgenmiştir. Hem spot hem de futures veriler için ilgili dakikadaki en son fiyat (last price) o dakika fiyatını yansıtmak üzere, Microsoft SQL veri tabanı yardımıyla veriler

<sup>6</sup> VOB'da işlemler Şubat 2005 itibarı ile başlamasına rağmen ilk yıllarda işlem hacminin düşük olması, ayrıca sonrasında global krizin piyasalar bağlamında etkileri de (özellikle volatilite anlamında) göz önünde bulundurulduğundan 2 Ocak 2010 ila 18 Mayıs 2012 arası dönem dahilinde araştırmalar gerçekleştirilmiştir. 2010 yılı için 3'ü yarım iş günü olmak üzere 250 işlem günü söz konusu iken, 2011 yılı için 2'si yarım iş günü olmak üzere 253 işlem günü, 2012 yılı için ise 18 Mayıs dahil olmak üzere 98 işlem günü söz konusudur.

<sup>7</sup> VOB ile VİOP 5 Ağustos 2013 tarihi ile birleşip işlemler VİOP çatısı altında toplanmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği dönemde endeks futures işlemler VOB'da işlem görmekte olduğundan veri setleri VOB'dan temin edilmiştir. VOB tarafından temin edilen anlık işlem verileri, 2005 yılı Şubat ayından itibaren işlem gören tüm kontratların zaman sıralı olarak listelendiği bir formattadır. Bu format; işlem günü, işlem zamanı (saat;dakika;sanayi formatında), kontrat tipi, kontrat kısa adı, fiyat, kontrat miktarı, kontrat değeri gibi bilgilerden oluşmaktadır.

<sup>8</sup> Bu duruma tek istisna Ağustos 2011 kontratı olmuştur. Ağustos 2011 kontratı için vade günü olan 26 Ağustos 2011'de, en yakın vadeli kontrat olan Ağustos kontratı diğer en yakın vadeli kontrat olan Ekim kontratından daha fazla işlem görmüştür. Dolayısıyla, Ağustos 2011 kontratı için kontrat bağlanması, vade gününden sonraki ilk iş gününde Ekim 2011 kontratının baz alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

dakikalık frekansa dönüştürülmüştür. 10.00-12.30 arası 151 veri ve 14.30-17.00 arası 151 veri olmak üzere bir işlem günü içerisinde 302 adet 1 dakikalık veri söz konusudur. Ancak özellikle VOB için işlem gerçekleşmeyen dakikalar söz konusu olmuştur. VOB endeks 30 kontratları için; 2010 ve 2011 yıllarında işlem gerçekleşmeyen dakikaların oranı yaklaşık binde 4 iken, 2012 yılı için bu oran yaklaşık binde 2 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla ortalama olarak, her bir iş gününün bir dakikasında (yani 302 dakikada bir dakika) işlem gerçekleşmemiştir. İşlem gerçekleşmeyen dakikaların fiyatı için, bir önceki dakikanın fiyatı (last price) baz alınmıştır.

2010 yılında, Borsa İstanbul'da teknik bir arızadan ötürü 22 Temmuz günü 12.00 ila 12.30 arası, VOB'da ise 2 Aralık günü sabahtan 12.10'a kadar, ayrıca 1 Nisan günü 11.10'dan 12.30'a kadar teknik problemlerden ötürü işlem gerçekleşmemiştir. 2011 yılında ise, Borsa İstanbul'da teknik bir problemten ötürü 14 Nisan günü saat 11.16'dan itibaren 12.30'a kadar işlem gerçekleşmemiştir. 2012 yılında ise yine Borsa İstanbul'da 2 Mart günü borsadaki teknik arızadan dolayı sabah seansı durdurulup iptal edilmiştir. Veri senkronizasyonu adına bir borsadaki teknik problemin gerçekleştiği zaman dilimi diğer borsada da dikkate alınmamıştır.

Tüm bu kapsam ve kısıtlar göz önünde bulundurulduğunda, 2010 yılı için 74805 adet spot ve futures veri, 2011 yılı için 76029 adet spot ve futures veri, 2012 yılında ise 29445 adet spot ve futures veri söz konusudur. Toplamda ise analiz edilecek 180279 adet hem spot hem de futures veri söz konusudur.

### 3.2. Metodoloji

#### 3.2.1. Johansen Eşbütünleşme Yaklaşımı ve Vektör Hata Düzeltme Modeli

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin incelenmesine dair eşbütünleşme konsepti ilk olarak Granger (1981) tarafından öne sürülmekle beraber, konseptte dair test prosedürü Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilmiştir. Engle-Granger eşbütünleşme testi hata terimi bazlı bir testtir. Engle-Granger eşbütünleşme testi prosedürüne göre,  $x_t$  ve  $y_t$  iki seri olmak üzere eğer bu iki seri eşbütünleşik ise bu serilerin lineer kombinasyonları da ( $u_t$ ) durağan olmalıdır. Engle-Granger'ın eşbütünleşmeye dair iki aşamalı prosedürü aslında, her iki seri de  $I(1)$  olmak üzere, serilere dair en küçük kareler (OLS) tahmininden elde edilen hata terimlerine birim kök testi uygulamaktan ibaret basit bir prosedürdür. Test edilen sıfır hipotezi ise serilerin eşbütünleşik olmadığı şeklindedir. Buna göre, eğer hata terimleri durağan değilse sıfır hipotezi kabul edilir ve seriler arasında uzun dönem bir ilişki olmadığı varsayılır, eğer hata terimleri durağan ise sıfır hipotezi reddedilir ve seriler arasında uzun dönem bir ilişki olduğu varsayılır. Engle-Granger'ın eşbütünleşmeye dair iki aşamalı sunumu seriler arasındaki uzun dönem ilişkiye dair iken, uzun dönem ilişkinin varlığı tespit edilirse seriler arasındaki kısa dönem ilişkinin incelenmesi için hata düzeltme modelini tahmin etmişlerdir. Serilerin lineer kombinasyonları olan  $u_t$ , hata düzeltme terimi  $Z_t$ 'ye eşit olmak üzere,

$$Y_t = \alpha + BX_t + u_t \quad 1.$$

denklem 1.'den elde edilir.  $x_t$  ve  $y_t$  değişkenleri  $I(1)$ 'de entegre oldukları için değişkenlerin birinci farkları alınarak seriler durağanlaştırılır ve sonrasında hata düzeltme teriminin gecikmeli değerleri de bağımsız değişken olarak dahil edilmek üzere aşağıdaki denklem OLS ile tahmin edilirse hata düzeltme modeli kurulmuş olur.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 \Delta X_{t-1} + \beta_2 Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad 2.$$

Burada,  $\Delta Y_t$ 'nin  $\Delta X_{t-1}$ 'deki şoklar karşısında uzun dönem dengeden sapmasının zaman içerisinde düzeltilmesinin derecesi ve anlamlılığı hata düzeltme terimi ( $Z_{t-1}$ ) ile tespit edilir.  $\beta_1$  ise  $X_{t-1}$ 'in  $\Delta Y_t$  üzerindeki kısa dönem etkisini açıklar.

Engle-Granger eşbütünlüşme testinin en büyük dezavantajı ise değişkenler arasında en çok bir eşbütünlüşme vektörünün varlığını sınımasıdır. Johansen (1988,1991) ile Johansen-Juselius (1990) eşbütünlüşme yaklaşımı ise VAR modeli bazlı bir test olup, Engle-Granger test prosedüründeki en çok bir eşbütünlüşme vektörünün varlığının sınımasına dair sınırı kaldırarak,  $k$  değişken sayısı ve  $r$  eşbütünlüşme vektörü sayısı olmak üzere  $0 \leq r < k$  sayıda eşbütünlüşme vektörünün varlığını sınıyabilme imkanı tanımaktadır.

Eğer,  $k = 2$  olduğu varsayılırsa ve bu 2 değişken arasındaki lineer ilişkiler 2 gecikmeli vektör otoregresif süreç ile modellenirse, denklem 3. elde edilir.

$$y_t = \mu + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \varepsilon_t \quad 3.$$

Ancak bu iki değişken  $I(0)$  değilse VAR modeli çerçevesinde ele alınamazlar. Değişkenler  $I(1)$  ise ve birinci farkları alınarak VAR modelinde doğrudan kullanılırlarsa da değişkenler arasındaki uzun dönem ilişki tespit edilemeyecektir. Her iki değişkenin de  $I(1)$  olduğu varsayımı ile durağan olmayan (non-stationary) değişkenlerin VAR ile modellenmesi ise ancak VAR modelinin vektör hata düzeltme formunda ifadesi ile gerçekleştirilebilir. Bunun için denklem 3.'ün sağ tarafına  $A_2 y_{t-1}$  hem eklenir hem de çıkarılırsa,

$$y_t = \mu + A_1 y_{t-1} + (A_2 - A_2) y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \varepsilon_t \quad 4.$$

denklem 4. elde edilir. Bu ise aynı zamanda aşağıdaki formda ifade edilebilir.

$$y_t = \mu + (A_1 + A_2) y_{t-1} - A_2 \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad 5.$$

Denklem 5.'in ise hem sağ hem de sol tarafından  $y_{t-1}$  çıkarılırsa,

$$y_t = \mu - (1 - A_1 - A_2) y_{t-1} - A_2 \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad 6.$$

denklem 6. elde edilir. Diğer taraftan,  $\Pi = \sum_{i=1}^2 A_i - I$  ve  $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^2 A_j$  olmak üzere denklem 6. aşağıdaki formda ifade edilebilir.

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad 7.$$

Elde edilen bu denklem ise VAR modelinin vektör hata düzeltme formunda yeniden parametrize edilmiş halidir.

Benzer şekilde, eğer  $k$  değişken arasındaki lineer ilişkiler  $p$  gecikmeli vektör otoregresif süreç ile modellenirse, denklem 8. elde edilir.

$$y_t = \mu + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad 8.$$

Burada,  $\varepsilon_t$  hata terimlerinin  $k$  boyutlu vektörünü,  $y_t$   $I(1)$ 'de entegre olduğu varsayılan değişkenlerin  $k$  boyutlu vektörünü,  $A_i$  ise  $i = 1, \dots, p$  olmak üzere katsayı matrisini göstermektedir.

Johansen ve Juselius (1990) ise  $k$  değişkenli ve  $p$  gecikmeli VAR modelini vektör hata düzeltme modeli formunda denklem 9. ile ifade etmişlerdir.

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad 9.$$

Burada, denklem 7.'ye benzer şekilde  $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$  ve  $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$ 'dir.  $\Pi$ 'ın rankı değişkenler arasındaki eşbütünleşme vektörü sayısını yansıtmaktadır. Eşbütünleşme vektörü sayısı  $r$ 'a eşit olmak üzere  $\Pi$  matrisi rankı  $r < k$  ise bu durumda  $\alpha$  VECM'de uyarlanma parametreleri ve  $\beta$  eşbütünleşme vektörleri olmak üzere  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin  $k \times r$  matrisleri için  $\Pi = \alpha\beta'$  eşitliği söz konudur ve  $\beta'y_t$  durağandır, öte taraftan  $r = 0$  ise  $\Pi$  matrisi sıfır ranka sahiptir ve bu durumda denklem 9. geleneksel farklılaştırılmış vektör zaman serisi modeline karşılık gelirken,  $r = k$  ise  $\Pi$  matrisi tam ranka sahiptir ve  $y_t$  vektör süreci durağandır (Johansen ve Juselius, 1990). Johansen eşbütünleşme yaklaşımında  $\Pi$ 'ın rankının hesaplanması  $\Pi$  matrisi özdeğerleri (eigenvalue) ile gerçekleşirken değişkenler arasındaki eşbütünleşme vektörü sayısını tespit etmek için iz testi ve maksimum özdeğer testi kullanılır.

Heij vd. (2004:674)'nin de belirttiği üzere, serilere dair VAR ya da VECM modellemesi yapılmasına, eşbütünleşme testi sonucu karar verilir. Eğer seriler arasında eşbütünleşme olmadığına dair sıfır hipotezi reddedilirse, seriler arasındaki eşbütünleşme vektörü sayısı olan  $r$  belirlenir ve uygun sabit ve trend terimlerinin de dahil edilmesiyle seriler için VECM modeli tahmin edilir. Eğer seriler arasında eşbütünleşme olmadığına dair sıfır hipotezi kabul edilirse, serilerin birinci farkı alınmak suretiyle durağanlaştırılmış serilere VAR modeli uygulanır.

Johansen eşbütünleşme yaklaşımı çerçevesinde seriler arasında uzun dönem bir ilişki tespit edilmesinden sonra, tahmin edilecek vektör hata düzeltme modeli denklem 10. ve 11. ile ifade edilebilir.

$$\Delta S_t = \alpha_1 + \alpha_s Z_{t-1} + \sum_{i=1}^p a_{11} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{12} \Delta F_{t-i} + \varepsilon_{s,t} \quad 10.$$

$$\Delta F_t = \alpha_1 + \alpha_f Z_{t-1} + \sum_{i=1}^p a_{21} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{22} \Delta F_{t-i} + \varepsilon_{f,t} \quad 11.$$

Denklem 10. ve 11.'de iki değişkenli ve  $p$  gecikmeli VECM modeli yer almaktadır. Vektör hata düzeltme modeli çerçevesinde futures ve spot piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisinin incelenmesi mümkün olmaktadır. Spot denklemi için futures gecikmeli fark değerleri ile futures denklemi için spot gecikmeli fark değerleri piyasalar arasındaki kısa dönem ilişkiyi yansıtır ve öncül-ardıl ilişkisinin tahlilinde kullanılabilir.

Modeldeki hata düzeltme terimleri ( $Z_{t-1}$ ) ise, ilgili denklemdeki açıklayıcı değişken(ler)de bir önceki periyotta gerçekleşen değişimler karşısında oluşan uzun dönem dengeden sapmadan ötürü, açıklanan değişkenin dengeye ulaşma hızını (speed of adjustment) yansıtmaktadır. Dolayısıyla, futures denklemdeki hata düzeltme terimi, spot piyasada bir önceki periyotta oluşan değişimler karşısında oluşan dengesizlikten (disequilibrium) ötürü, futures piyasanın dengeye ulaşma adına verdiği tepkinin hızını yansıtmaktadır. Spot denklemdeki hata düzeltme terimi ise, futures piyasadaki bir önceki periyotta oluşan değişimler karşısında beliren dengesizlikten ötürü, spot piyasanın dengeye ulaşma adına verdiği tepkinin hızını yansıtmaktadır. Endeks futures ve spot endeks fiyatlara dair tahmin edilecek VEC modelindeki hata düzeltme terimlerinin yorumlanması ise, hata düzeltme teriminin istatistiksel olarak anlamsız olduğu veya anlamlı olsa bile katsayının küçük olduğu denklemdeki açıklanan değişkenin fiyat keşfini gerçekleştirdiği veya fiyat keşfine daha büyük bir katkı sağladığı şeklinde yapılabilir.

Vektör hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra, hata düzeltme terimi aracılığıyla piyasaların fiyat keşfine yaptıkları katkının oranını ölçmek amacıyla Schwarz ve Szakmary (1994) tarafından önerilen genel faktör ağırlıkları (common factor weights, kısaca CFW) kullanılmıştır. Genel faktör ağırlıkları ölçümü basit bir hesaplama olmasına rağmen hata düzeltme terimleri katsayılarının daha iyi yorumlanması açısından kullanışlıdır. Schwarz and Szakmary'nin spot ve futures piyasalar arasında fiyat liderliği bağlamında ele aldıkları formülasyon denklem 12. ve 13.'te yer almaktadır.

$$CFW^s = \frac{|Z^f|}{|Z^f| + |Z^s|} \quad 12.$$

$$CFW^f = \frac{|Z^s|}{|Z^f| + |Z^s|} \quad 13.$$

Burada,  $|Z^f|$  ve  $|Z^s|$  sırasıyla futures ve spot denklemlerdeki hata düzeltme terimlerinin mutlak değer içerisindeki katsayılarına eşittir. Mutlak değer içerisindeki gösterim, spot ve futures denklemlerdeki hata düzeltme terimlerinin katsayılarının farklı işaretli olmasından ötürüdür. CFW değerleri 0 ile 1 arasında değerler olup, değer 0'a eşit olması ilgili piyasanın fiyat keşfine katkısı olmadığı, 1'e eşit olması ise fiyat keşfinin ilgili piyasada gerçekleştiği anlamına gelmektedir.

Vektör hata düzeltme modelinin tahmin edilmesiyle spot denklemleri için futures piyasa gecikmeli fark değerleri ve futures denklemleri için spot piyasa gecikmeli fark değerleri ile piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisi incelenmekle beraber, spot ve futures piyasalar arasındaki granger nedensellik ilişkisi de ele alınmıştır. Nedensellik ilişkilerinin incelenmesi açısından Granger'ın 1969'daki çalışması bir dönüm noktasıdır. Granger nedensellik ilişkilerinin analizi ile X ve Y iki değişken olmak üzere X'in varlığı olmaksızın Y'nin bundan nasıl etkileneceği ve Y'nin varlığı olmaksızın X'in bundan nasıl etkileneceği sorularına cevap aranır. Vektör hata düzeltme modeli tahmin edildikten sonra granger nedensellik ilişkisi, gecikmeli fark terimlerine uygulanan<sup>9</sup> wald dışlama testleri (wald exclusion tests) ile incelenmiştir. VECM granger nedensellik/blok dışsallık wald testleri bağlamında wald  $\chi^2$  testi ile spot denklemleri için sınanan sıfır hipotezi tüm gecikmeli futures fark terimlerinin denklemden dışlanabileceğidir ki bu durumda futures piyasa spot piyasanın granger nedeni değildir. Benzer şekilde futures denklemleri için sınanan sıfır hipotezi ise tüm gecikmeli spot fark terimlerinin denklemden dışlanabileceğidir ki bu durumda spot piyasa futures piyasanın granger nedeni değildir. Eğer iki hipotezde kabul edilirse değişkenler arasında bir granger nedensellik ilişkisi olmadığı, aksine her iki hipotezin de reddedilmesi değişkenler arasında bir geri besleme ilişkisi olduğu anlamına gelmektedir.

### 3.2.2. Çok Değişkenli GARCH Modelleri

Finansal volatilitelerin zaman içerisindeki varlıklar ve piyasalar arasındaki birlikte hareketi geniş bir kabul görmekle beraber bunun çok değişkenli bir model çerçevesinde ele alınışı ayrı ayrı tek değişkenli modellemelere göre daha uygun bir ampirik yaklaşım sunmakta ve özellikle bu çerçevede çok değişkenli GARCH modellerinin en bilinen uygulamaları piyasalar arasındaki volatiliteler ilişkilerinin araştırılması bağlamında gerçekleşirken, bu modeller ile (i) bir piyasa volatilitelerinin diğer bir piyasa volatilitelerini öncüllemesi, (ii) bir varlığın volatilitelerinin diğer bir varlığa koşullu varyans üzerinden doğrudan veya koşullu kovaryans üzerinden dolaylı yayılımı, (iii) bir piyasa şokunun diğer bir piyasa

<sup>9</sup> Sadece gecikmeli fark terimlerine uygulanır. Gecikmeli düzeyde bir terim olan hata düzeltme terimi test edilmez.

volatilitesindeki artışa etkisi, (iv) pozitif ve negatif şokların farklı etki düzeylerinin tespiti, (v) getirilerin zaman içerisindeki korelasyonunun yüksek volatilité dönemlerindeki durumu gibi sorulara yanıtlar aranabilmekte olup, çok değişkenli GARCH modellerine dair ilk çalışmalar 1980 sonları ve 1990 başlarında gerçekleşmiştir (Bauwens vd., 2006).

İlk kez Bollerslev vd. (1988) tarafından genel VEC modeli çerçevesinde önerilen çok değişkenli GARCH modellemesinde,  $vech(.)$  ( $N \times N$ ) simetrik matrisin sütunlarının alt üçgensel bölgesini  $\frac{1}{2}N(N+1) \times 1$  boyutlu bir vektöre dönüştüren bir operatördür.

$$vech(H_t) = C + \sum_{i=1}^q A_i vech(\varepsilon_{t-i} \varepsilon'_{t-i}) + \sum_{j=1}^p B_j vech(H_{t-j}) \quad 14.$$

VEC modelinde,  $H_t$ 'nin her bir elementi hata karelerin gecikmeli değerleri, hataların çapraz ürünleri ve  $H_t$ 'nin elementlerinin gecikmeli değerlerinin bir lineer fonksiyonudur (Bauwens vd., 2006). Ancak bu genel VEC modeli çerçevesinde çok sayıda parametre tahmini gerektiğinden, Bollerslev vd. (1988) yine aynı çalışmalarında denklem 15.'te yer aldığı üzere diyagonal VEC modelini önermişlerdir.

$$h_{ijt} = \gamma_{ij} + a_{ij} \varepsilon_{it-1} \varepsilon_{jt-1} + \beta_{ij} h_{ijt-1}, \quad i, j = 1, \dots, N \quad 15.$$

Ancak VEC modelinde  $H_t$ 'nin pozitif tanımlılığının sağlanması zor olabilmekte ve yine de çok sayıda parametre tahmini gerekmektedir. Engle ve Kroner (1995) tarafından önerilen BEKK modeli ise modele girecek tüm parametrelerin ikinci dereceden denklem formunda olmasıyla koşullu varyansların pozitif tanımlılığını sağlamaktadır. Engle ve Kroner (1995)'in GARCH(1,1) için önerdikleri BEKK modeli denklem 16.'da yer almakta iken, iki değişkenli GARCH(1,1) BEKK modelini ise denklem 17.'de göstermişlerdir.

$$H_t = C_0' C_0 + A_{11}' \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} A_{11} + B_{11}' H_{t-1} B_{11} \quad 16.$$

$$H_t = C_0' C_0 + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1} \varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix}' H_{t-1} \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix} \quad 17.$$

BEKK modelinde  $A$  ve  $B$  matrislerinin diyagonal elementleri sırasıyla değişkenlerin kendi geçmiş şokları ile kendi geçmiş volatilitésinin kendi koşullu varyansı üzerine etkisini ölçmekte iken,  $A$  ve  $B$  matrislerinin diyagonal dışı elementleri ( $a_{12}$ ,  $a_{21}$ ,  $\beta_{12}$  ve  $\beta_{21}$ ) ise değişkenlerin geçmiş şokları ile volatilitelerinin diğer değişkenlerin koşullu varyansı üzerine yayılımının incelenmesine izin vermektedir.

Endeks futures ve spot piyasalar arasındaki volatilité yayılımının incelenmesi amacıyla, öncelikle VECM modellemesi gerçekleştirilmiş, sonrasında VECM modelinden elde edilen hatalar kullanılarak GARCH(1,1)-BEKK modeli tahmin edilmiştir. Tse (1999) bu şekilde iki aşamalı bir modellemenin, modellerin birlikte tahminine asimptotik olarak eşit olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, VECM modelinin (birinci moment) tahmini ile değişkenlerin fiyat keşfi fonksiyonları incelenme imkanı bulunmuş, sonrasında VECM modelinin devamı olarak tahmin edilen GARCH(1,1)-BEKK modeli (ikinci moment) ile de değişkenler arasındaki volatilité yayılımı incelenmiştir.

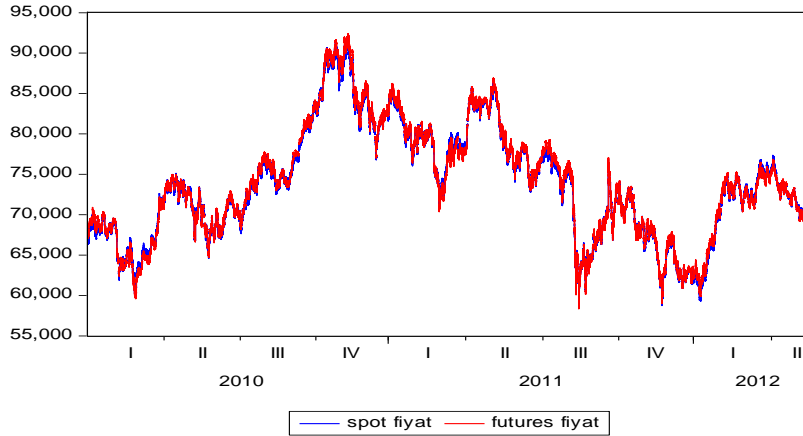
### 3.3. Araştırma Bulguları

Araştırma bulguları iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada BIST 30 endeks futures ve spot piyasaları arasındaki uzun dönem ilişkinin varlığı ve sonrasında piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisinin tespiti ve piyasaların fiyat keşfine sağladıkları katkı araştırılmıştır. Bu amaçla öncelikle Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) testi yardımıyla serilerin durağanlığı incelenmiş, sonrasında Johansen eşbütünleşme testinin uygulanmasıyla seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ele alınmış, akabinde vektör hata düzeltme modeli yardımıyla hem piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisine ışık tutulmuş hem de hata düzeltme teriminin baz alınmasıyla piyasaların fiyat keşfine sağladıkları katkı irdelenmiştir. Vektör hata düzeltme modelinin tahmin edilmesinden sonra VEC Granger nedensellik testi yardımıyla seriler arasındaki nedensellik ilişkisi de ortaya konulmuştur.

Araştırmada BIST 30 endeksi ve endeks futures kontratlara dair 4 Ocak 2010 ile 18 Mayıs 2012 dönemi dahilindeki gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılmıştır. Araştırmada bu dönemin tümüne dair bulgular yer almaktadır.<sup>10</sup>

Şekil 1.'de 2010-2012 dönemine dair fiyat serilerinin grafiği yer almaktadır. Tüm dönem içerisinde spot ve futures fiyatların ayırt edilemeyecek kadar senkronize hareket ettiği görülmektedir. Fiyatların seviyesi incelendiğinde, 2010 yılı ilk çeyreğin başındaki fiyatlar ile 2012 yılı ikinci çeyreğinin ortalarındaki fiyatların aynı seviyede olduğu görülmektedir.

Şekil 1: Spot ve Futures Fiyat Serileri Grafiği



Ayrıca, 2010 yılında fiyatların genel olarak bir artış trendi içerisinde olduğu görülmektedir. 2011 yılında ise 2010 yılının aksine genel olarak bir düşüş trendinin varlığından söz edilebilir. 2012 yılının başı ile 2012 yılı Mayıs 18'e kadar olan fiyat değişimleri incelendiğinde ise fiyatların ilk ay bir artış trendi içerisine girdiği dördüncü aydan sonra ise düşüş trendinin başladığı dikkati çekmektedir.

Çalışmada, logaritmik fiyat serileri kullanılmıştır. Logaritmik serilere dair tanımlayıcı istatistikler ve ADF birim kök testi sonuçları Tablo 1.'de yer almaktadır. Tablonun A panelinde tanımlayıcı istatistikler yer almakta iken, B panelinde ise serilerin birim kök testi sonuçları yer almaktadır. Verilerin çarpıklık ve basıklığı incelendiğinde, verilerin normal dağılıma göre daha basık dağıldığı (platykurtic) ve sağa çarpık (right skewed) bir dağılım

<sup>10</sup> Araştırma bulguları içerisinde, çalışmadaki sayfa sınırından ötürü sadece tüm döneme ait bulgulara yer verilmiştir. Alt dönemlere ait yıllar bazında bulgular da yazarlardan talep edilebilir.

sergilediği, Jarque-Bera testi sonuçları da serilerin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir.

ADF birim kök testi sonuçlarına göre ise düzeyde logaritmik serilerin birim kök içerdiğine dair sıfır hipotezi hem spot hem de futures fiyat serileri için kabul edilmektedir. Serilerin birinci farklarının birim kök içerdiğine dair sıfır hipotezi ise reddedilmektedir. Dolayısıyla futures ve spot fiyat serilerinin  $I(1)$ 'de entegre olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1: Logaritmik Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	Logspot	Logfutures
<b>Panel A: Tanımlayıcı İstatistikler</b>		
Ortalama	4,866014	4,866802
Medyan	4,865703	4,866140
Maksimum	4,960713	4,965789
Minimum	4,767574	4,766041
Std. Sap.	0,040523	0,040944
Çarpıklık	0,074837	0,109645
Basıklık	2,397285	2,410410
Jarque-Bera Testi	2896,992*	2972,382*
Gözlem	180279	180279
<b>Panel B: ADF Birim Kök Testi Sonuçları</b>		
ADF Testi	-2,180769	-2,168086
ADF Testi (Birinci Fark)	-269,2462*	-426,2089*

(ADF testi -sabit ve trend- için verilen değerler t- istatistiği değerleridir. ADF testi kritik değerleri 0,01 önem seviyesinde -3,958084 olup, \* sonuçların 0,01 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmektedir.)

Logaritmik fiyat serilerinin birim kök testi sonuçları değerlendirildiğinde futures ve spot fiyatların aynı seviyede entegre olduğu görülmektedir. Dolayısıyla spot ve futures fiyatlar arasındaki uzun dönem ilişkiye dair Johansen eşbütünleşme testinin uygulanması için gerekli koşul sağlanmaktadır.

Serilerin uzun dönem ilişkisinin test edilmesine dair, Tablo 2.'de Johansen eşbütünleşme yaklaşımı çerçevesinde hem iz testi hem de maksimum özdeğer testi sonuçları yer almaktadır. İz testi sonucuna göre endeks futures ve spot seriler arasında eşbütünleşme vektörü olmadığına ( $r = 0$ ) dair sıfır hipotezi reddedilirken, 1 veya daha az eşbütünleşme vektörü olduğuna ( $r \leq 1$ ) dair sıfır hipotezi ise kabul edilmektedir. Maksimum özdeğer testi sonucuna göre ise seriler arasında eşbütünleşme vektörü olmadığına ( $r = 0$ ) dair sıfır hipotezi reddedilirken, seriler arasında 1 eşbütünleşme vektörü olduğuna ( $r = 1$ ) dair sıfır hipotezi ise kabul edilmektedir. Dolayısıyla, her iki test sonucuna göre de endeks futures ve spot seriler arasında uzun dönem bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 2: Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

İz Testi	İz İstatistiği	0,05 Kritik Değer	p değeri
$H_0: r = 0$	142,2144	12,32090	0,0001
$H_0: r \leq 1$	3,28E-07	4,129906	0,9990
Maksimum Özdeğer Testi	Maks. Özdeğer İstatistiği	0,05 Kritik Değer	p değeri
$H_0: r = 0$	142,2144	11,22480	0,0001
$H_0: r = 1$	3,28E-07	4,129906	0,9990



Endeks futures ve spot piyasalar arasında uzun dönem bir ilişkinin var olduğu sonucuna erişilmekle beraber kısa dönemde bu ilişkiden sapmalar söz konusu olabilir. Bu yüzden fiyat serileri arasındaki kısa dönem ilişki vektör hata düzeltme modeli ile incelenmiştir. Vektör hata düzeltme modellemesine geçilmeden önce seriler için en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre Schwarz bilgi kriteri baz alınarak seriler için en uygun gecikme uzunluğu tespit edilmiştir. Elde edilen gecikme uzunlukları Tablo 3.'te listelenmiştir. Buna göre en uygun gecikme uzunluğu 19 olarak belirlenmiştir.<sup>11</sup>

Tablo 3: VECM Modeli Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Gecikme Uzunluğu	Schwarz Bilgi Kriteri	Gecikme Uzunluğu	Schwarz Bilgi Kriteri
0	-13,00094	13	-25,68574
1	-25,46850	14	-25,68609
2	-25,59823	15	-25,68680
3	-25,63975	16	-25,68716
4	-25,65760	17	-25,68728
5	-25,66809	18	-25,68736
6	-25,67283	19	-25,68738*
7	-25,67663	20	-25,68744
8	-25,67978	21	-25,68730
9	-25,68240	22	-25,68721
10	-25,68390	23	-25,68709
11	-25,68479	24	-25,68710
12	-25,68524	25	-25,68695

Vektör hata düzeltme modelinin sonuçları Tablo 4.'te yer almaktadır. Buna göre üzere spot endeks ve endeks futures denklemlerde yer alan hata düzeltme terimlerinden her ikisi de 0,01 düzeyinde anlamlıdır ve her ikisi de beklenen işaretlere sahiptir (spot denklemdaki işaret negatif, futures denklemdaki işaret ise pozitiftir). Dolayısıyla, hem futures hem de spot piyasa fiyat keşfine katkı sağlamaktadır. Ancak, hata düzeltme terimlerinin katsayı büyüklükleri piyasaların uzun dönem dengeye doğru uyarlanma hızlarını yansıtmak üzere, spot ve futures denklemlerdeki hata düzeltme terimlerinin katsayıları yorumlandığında, spot denklemdaki terimin daha büyük bir katsayıya sahip olduğu, yani futures piyasanın fiyat keşfinde spot piyasayı öncüllediği anlaşılmaktadır. Hata düzeltme terimi katsayılarından yola çıkılarak hesaplanan CFW değerlerine göre ise spot piyasanın fiyat keşfine katkısının %29, futures piyasanın ise %71 düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır.

Granger nedensellik/blok dışsallık wald testleri sonuçlarına göre ise spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğuna dair bulgulara erişilmiştir. Ancak  $\chi^2$  test istatistiği değerleri karşılaştırıldığında, futures piyasadan spot piyasaya olan nedenselliğin, spot piyasadan futures piyasaya olan nedenselliğe göre daha güçlü olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca öncül-ardıl ilişkisi bağlamında da, spot denklemda yer alan futures gecikmeli fark değerleri ile futures denklemda yer alan spot gecikmeli fark değerleri karşılaştırıldığında, futures piyasanın spot piyasa üzerinde daha güçlü bir öncül etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Vektör hata düzeltme modeli sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, endeks futures ve spot piyasalarda fiyat keşfine dair her iki piyasada fiyat keşfine katkı sağlamakla beraber futures piyasanın fiyat keşfi payının çok daha büyük olduğu anlaşılmaktadır. Diğer

<sup>11</sup> Bu gecikme uzunlukları, düzeyde logaritmik serilerden elde edilen gecikme uzunluklarının bir eksik gecikmelerinden oluşmaktadır ki bu durağanlaştırılmış serilerden elde edilebilecek gecikme uzunluklarına da eşittir.

tarafından, endeks futures ve spot piyasalar arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu ancak futures piyasadan spot piyasaya olan nedenselliğin daha güçlü olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca piyasalar arasındaki öncül-ardıl ilişkisi açısından da futures piyasaların spot piyasalar üzerinde daha büyük bir öncül etkiye sahip olduğu sonucuna erişilmiştir.

Tablo 4: Vektör Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

$\Delta s$				$\Delta f$			
HTD	-0,003788 *	$\Delta f_{t-1}$	0,422043 *	HTD	0,001542 *	$\Delta f_{t-1}$	-0,033946 *
	[-7,41252]		[ 125,504]		[ 3,52525]		[-11,7962]
$\Delta s_{t-1}$	-0,444409 *	$\Delta f_{t-2}$	0,302913 *	$\Delta s_{t-1}$	0,045334 *	$\Delta f_{t-2}$	-0,023649 *
	[-154,017]		[ 84,2705]		[ 18,3596]		[-7,68813]
$\Delta s_{t-2}$	-0,291265 *	$\Delta f_{t-3}$	0,225951 *	$\Delta s_{t-2}$	0,032233 *	$\Delta f_{t-3}$	-0,019451 *
	[-91,3444]		[ 60,9549]		[ 11,8124]		[-6,13169]
$\Delta s_{t-3}$	-0,217899 *	$\Delta f_{t-4}$	0,179011 *	$\Delta s_{t-3}$	0,019998 *	$\Delta f_{t-4}$	-0,020566 *
	[-65,8145]		[ 47,5083]		[ 7,05849]		[-6,37815]
$\Delta s_{t-4}$	-0,172192 *	$\Delta f_{t-5}$	0,149635 *	$\Delta s_{t-4}$	0,018440 *	$\Delta f_{t-5}$	-0,007692 **
	[-51,0313]		[ 39,3150]		[ 6,38592]		[-2,36174]
$\Delta s_{t-5}$	-0,139253 *	$\Delta f_{t-6}$	0,127476 *	$\Delta s_{t-5}$	0,008452 *	$\Delta f_{t-6}$	-0,015239 *
	[-40,8081]		[ 33,2983]		[ 2,89432]		[-4,65156]
$\Delta s_{t-6}$	-0,124184 *	$\Delta f_{t-7}$	0,103411 *	$\Delta s_{t-6}$	0,009869 *	$\Delta f_{t-7}$	-0,026478 *
	[-36,1767]		[ 26,8929]		[ 3,35946]		[-8,04639]
$\Delta s_{t-7}$	-0,106798 *	$\Delta f_{t-8}$	0,101921 *	$\Delta s_{t-7}$	0,013780 *	$\Delta f_{t-8}$	-0,011228 *
	[-30,9727]		[ 26,4243]		[ 4,67005]		[-3,40169]
$\Delta s_{t-8}$	-0,098399 *	$\Delta f_{t-9}$	0,090870 *	$\Delta s_{t-8}$	0,005960 **	$\Delta f_{t-9}$	0,002471
	[-28,4502]		[ 23,5051]		[ 2,01382]		[ 0,74695]
$\Delta s_{t-9}$	-0,086314 *	$\Delta f_{t-10}$	0,080536 *	$\Delta s_{t-9}$	-0,001947	$\Delta f_{t-10}$	0,002119
	[-24,9111]		[ 20,8134]		[-0,65671]		[ 0,63994]
$\Delta s_{t-10}$	-0,068370 *	$\Delta f_{t-11}$	0,067013 *	$\Delta s_{t-10}$	0,000728	$\Delta f_{t-11}$	0,001884
	[-19,7282]		[ 17,3184]		[ 0,24534]		[ 0,56902]
$\Delta s_{t-11}$	-0,062875 *	$\Delta f_{t-12}$	0,053522 *	$\Delta s_{t-11}$	0,002255	$\Delta f_{t-12}$	-0,012108 *
	[-18,1693]		[ 13,8577]		[ 0,76141]		[-3,66330]
$\Delta s_{t-12}$	-0,059204 *	$\Delta f_{t-13}$	0,052040 *	$\Delta s_{t-12}$	0,003273	$\Delta f_{t-13}$	-0,003789
	[-17,1603]		[ 13,5176]		[ 1,10855]		[-1,15018]
$\Delta s_{t-13}$	-0,055552 *	$\Delta f_{t-14}$	0,050589 *	$\Delta s_{t-13}$	0,004882	$\Delta f_{t-14}$	-0,008931 *
	[-16,1708]		[ 13,1882]		[ 1,66069]		[-2,72065]
$\Delta s_{t-14}$	-0,050032 *	$\Delta f_{t-15}$	0,044340 *	$\Delta s_{t-14}$	0,006662 **	$\Delta f_{t-15}$	-0,005354
	[-14,6516]		[ 11,6100]		[ 2,27962]		[-1,63827]
$\Delta s_{t-15}$	-0,033783 *	$\Delta f_{t-16}$	0,033724 *	$\Delta s_{t-15}$	0,008668 *	$\Delta f_{t-16}$	-0,001873
	[-9,97261]		[ 8,90596]		[ 2,99002]		[-0,57812]
$\Delta s_{t-16}$	-0,030444 *	$\Delta f_{t-17}$	0,024758 *	$\Delta s_{t-16}$	0,006627 **	$\Delta f_{t-17}$	-0,006530 **
	[-9,11158]		[ 6,62332]		[ 2,31788]		[-2,04127]
$\Delta s_{t-17}$	-0,021982 *	$\Delta f_{t-18}$	0,023594 *	$\Delta s_{t-17}$	0,009260 *	$\Delta f_{t-18}$	0,001066
	[-6,72850]		[ 6,46672]		[ 3,31216]		[ 0,34149]
$\Delta s_{t-18}$	-0,020759 *	$\Delta f_{t-19}$	0,021446 *	$\Delta s_{t-18}$	0,003360	$\Delta f_{t-19}$	0,006644 **
	[-6,63535]		[ 6,20598]		[ 1,25485]		[ 2,24671]
$\Delta s_{t-19}$	-0,013563 *			$\Delta s_{t-19}$	0,001672		
	[-4,83382]				[ 0,69632]		
CFW: 0,29				CFW: 0,71			
VEC Granger Nedensellik / Blok Dışsallık Wald Testi				VEC Granger Nedensellik / Blok Dışsallık Wald Testi			
$H_0$	Test İstatistiği	s.d.	-P değeri	$H_0$	Test İstatistiği	s.d.	-P değeri
F, S'nin nedeni değildir	20033,43	19	0,0000	S, F'nin nedeni değildir	391,2088	19	0,0000

(\* sonuçların 0,01 önem seviyesinde, \*\* ise sonuçların 0,05 önem seviyesinde olduğunu belirtmektedir. Parantez içerisindeki değerler t- istatistiği değerleridir. HTD, hata düzeltme teriminin kısaltmasıdır.)

Elde edilen bu bulgular, Kayalı ve Çelik (2010)'in gün sonu verileriyle Türkiye piyasalarına dair yaptıkları çalışmalarından elde ettikleri bulgular ile örtüşmektedir. Ayrıca Abuk (2011)'un yine Türkiye piyasaları üzerine 2010 yılına dair 5 dakika frekanslı verilerle elde ettiği bulgular ile bu çalışmadaki 2010-2012 dönemine dair 1 dakika frekanslı verilerle elde edilen bulgular da örtüşmektedir. Diğer taraftan, Kasman ve Kasman (2008)'in ülkemiz piyasalarına yönelik spot piyasanın futures piyasayı öncüllediğine dair elde ettikleri bulgular ise, çalışmada kullandıkları veri setinin futures piyasanın ilk kuruluş yıllarına ait olmasından ötürü, futures piyasanın ilk yıllarında spot piyasanın fiyat keşfini öncüllediği şeklinde yorumlanabilir.

Endeks futures ve spot piyasalar arasında volatilité yayılımının incelenmesine yönelik olan araştırmanın ikinci aşamasında, araştırmanın birinci aşamasının devamı niteliğinde olarak, endeks futures ve spot piyasalar arasındaki uzun dönem ilişkinin tespit edilmesinin ardından gerçekleştirilen vektör hata düzeltme modeli kullanılarak iki değişkenli GARCH(1,1)-BEKK modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme ile 2010-2012 dönemi bazında, spot endeks ve endeks futures piyasalar arasındaki gün içi volatilité yayılımı incelenmiştir. Modele dair elde edilen sonuçlar Tablo 5.'te yer almaktadır.

Tablo 5: VECM-GARCH(1,1)-BEKK Modeli Sonuçları

Parametre	Katsayı	
Ortalama(1)	-0,000000554	(-0,69011)
Ortalama(2)	-0,000000416	(-0,59961)
C(1,1)	0,000115524*	(102,18343)
C(2,1)	0,000184323*	(115,60804)
C(2,2)	-0,000003737*	(-3,43353)
A(1,1)	0,010043889*	(3,90536)
A(1,2)	-0,086900508*	(-24,28122)
A(2,1)	0,349793626*	(67,74436)
A(2,2)	0,647354955*	(126,21)
B(1,1)	1,011728515*	(2054,23079)
B(1,2)	0,022264258*	(28,86418)
B(2,1)	-0,159483214*	(-56,20902)
B(2,2)	0,741756383*	(195,16652)
Log Olabilirlik	2344076,0541	
Spot Denklemi		
LB-Q (12)	20,199	
LB-Q <sup>2</sup> (12)	7,170	
ARCH LM (12)	7,314666	
Futures Denklemi		
LB-Q (12)	29,906 *	
LB-Q <sup>2</sup> (12)	6,591	
ARCH LM (12)	6,724450	

(Parantez içerisindeki değerler t- istatistiği değerleridir. \* sonuçların 0,01 önem seviyesinde olduğunu, \*\* ise sonuçların 0,05 önem seviyesinde olduğunu belirtmektedir. C ortalama denklemini, A gecikmeli ve çapraz piyasa ARCH etkilerini, B ise gecikmeli ve çapraz piyasa GARCH etkilerini temsil etmektedir. BIST 30 endeks futures piyasası üzerine çapraz piyasa etkisi (1,2) ile BIST 30 endeks futures piyasasından etki ise (2,1) ile gösterilmektedir.)

Tablo 5.'e göre, endeks futures ve spot piyasalar arasındaki çok yayılımı incelendiğinde (cross market ARCH effect), spot ve futures piyasalar arasında iki yönlü bir çok yayılımı olmasına rağmen futures piyasa şoklarının spot piyasa volatilitesi üzerinde daha büyük bir etkide bulunduğu görülmektedir. Piyasalar arasındaki volatilité yayılımı (cross market

GARCH effect) noktasında ise, yine iki yönlü anlamlı bir yayılım olmasına rağmen futures piyasa volatilitesinin spot piyasa volatilitesi üzerinde daha büyük bir etkide bulunduğu görülmektedir. Dolayısıyla hem şok hem de volatilité yayılımı noktasında piyasalar arasında iki yönlü bir yayılım olsa da futures piyasanın spot piyasa üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Piyasaların volatilité kalıcılığı (volatility persistence) incelendiğinde ise spot piyasanın volatilité kalıcılığının futures piyasadaki daha fazla olduğu, ayrıca piyasaların volatiliteleri üzerinde çapraz piyasa volatilité yayılımından daha fazla olarak piyasaların kendi gecikmeli volatilitelerinin (own GARCH effect) etkili olduğu görülmektedir. Piyasaların kendi şoklarının yayılımına (own ARCH effect) dair olarak ise endeks futures piyasa daha çok kendi gecikmeli şoklarının etkisinde kalırken, spot piyasanın ise kendi gecikmeli şoklarından daha çok çapraz piyasa şok yayılımının etkisinde kaldığı anlaşılmaktadır.

Endeks futures ve spot piyasalar arasındaki volatilité yayılımının tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen VECM- iki değişkenli GARCH(1,1)-BEKK modellemeleri sonrası elde edilen standartlaştırılmış hata terimleri ve korelasyonlarının serisel korelasyonu ile standartlaştırılmış hata terimlerinin korelasyonlarının değişen varyansa sahip olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Sadece futures denklemdeki LB-Q istatistiği 0,05 anlamlılık seviyesindedir. Ancak, araştırmada 180279 veri kullanılması nedeniyle, bu büyüklükteki veri setlerinin hem istatistiksel olarak anlamlı ve hem de ekonometrik olarak iyileştirilebilirliğin bir arada olmasını büyük oranda imkansız kılmasından ötürü, modelin doğru bir şekilde belirlendiğinden şüphe edilmemelidir.

Endeks futures ve spot piyasalar arasında volatilité yayılımına dair olarak elde edilen bulgularla, Tokat ve Tokat (2010)'ın 2005 ve 2009 yılları arasında kapsayan gün sonu verileriyle yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgular tam anlamıyla aynı doğrultuda değildir. Tokat ve Tokat (2010)'ın veri setinin endeks futures piyasa işlemlerinin daha çok başlangıç yıllarını içermesi nedeniyle, çalışmalarında piyasalar arasında iki yönlü bir volatilité yayılımı olmakla beraber spot piyasanın çapraz piyasa volatilité etkisinin daha büyük olduğuna dair elde ettikleri bulgular, endeks futures piyasanın başlangıç yıllarında futures piyasa volatilitesi üzerinde spot piyasanın daha büyük bir etki oluşturduğu şeklinde yorumlanabilir. Bununla beraber, bu çalışmada elde edilen bulgular ise 2010-2012 yılları arası veri setleri ile gerçekleştirilmiş, dolayısıyla endeks futures piyasa volatilitesinin spot piyasa volatilitesi üzerinde zamanla daha büyük bir etki oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmadan volatilité yayılımına dair elde edilen bulgular, So ve Tse (2004), Kuo vd. (2008) ile Pati ve Rajib (2011)'in sırasıyla Hong Kong, Tayvan ve Hindistan piyasaları ile Tse (1999) ve Chatrath vd. (2002)'nin ABD piyasalarına dair olarak endeks futures ve spot piyasalar arasında iki yönlü bir volatilité yayılımı olmakla beraber futures piyasanın volatilité etkisinin daha fazla olduğuna dair elde ettikleri bulgularla da örtüşmektedir.

Araştırmanın birinci ve ikinci aşamasında elde edilen bulgular bir arada ele alındığında ise, futures piyasanın fiyat keşfinde en büyük paya sahip olduğu ve futures piyasa şok ve volatilitesinin spot piyasa volatilitesi üzerinde daha büyük bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, BIST 30 endeks futures ve spot piyasalarında gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılarak **i)** bu piyasaların öncül-ardıl ilişkisi ve fiyat keşfine katkıları ile bu piyasalar arasındaki granger nedensellik ilişkisi ve **ii)** bu piyasalar arasındaki volatilité

yayımları incelenmiştir. BIST 30 endeks futures ve spot piyasaları bağlamında, 2 Ocak 2010-18 Mayıs 2012 döneminde gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılarak, Johansen eşbütünlük testi sonucuna göre endeks futures ve spot piyasalar arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu bulgusuna erişilmiş, piyasaların öncül-ardıl ilişkisi ile fiyat keşfine katkılarının belirlenmesi adına uygulanan VECM modeli sonuçlarına göre ise, endeks futures piyasaların fiyat keşfini büyük oranda gerçekleştirdiği ve spot fiyatları öncüllediği, ayrıca VEC granger nedensellik-blok dışsallık testi sonucuna göre ise piyasalar arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi olmasına rağmen, endeks futures piyasadan spot piyasaya doğru nedenselliğin çok daha güçlü olduğu bulgularına erişilmiştir.

BIST 30 endeks futures ve spot piyasaları arasındaki volatilite yayılımı ise yine gün içi 1 dakika frekanslı veriler kullanılarak VECM-GARCH(1,1)-BEKK modeli ile incelenmiş, buna göre endeks futures ve spot piyasa volatiliteleri arasında iki yönlü bir yayılım olsa da endeks futures piyasa şokları ve volatilitelerinin spot piyasa volatilitesi üzerine yayılımının daha büyük bir etkide olduğu bulgularına erişilmiştir. Dolayısıyla, hem fiyat keşfi hem de volatilite yayılımına dair elde edilen bulgulardan endeks futures piyasanın bilgilendirici olarak daha etkin bir seviyede olduğu ve bilginin öncelikle futures piyasaya yansıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu ve sonuçlar ise özellikle yatırımcılar ve riskten korunmak isteyenler ile ayrıca politika yapıcılar, akademisyenler ile piyasa pratisyen ve analistleri açısından önem arz etmektedir.

İleriki çalışmalara dair olarak piyasalar arasındaki getiri ve volatilite etkileşimi açısından asimetrik modellemeye izin veren ve iyi ya da kötü haberlere piyasaların nasıl tepkiler verdiğini inceleme imkanı sunan çok değişkenli EGARCH vb. modellerin uygulanması faydalı olacaktır. Ayrıca, ETF piyasaları ve endeks opsiyon kontratlarının da fiyat keşfine sağladıkları katkıların belirlenmesi adına araştırmalara dahil edilmeleri yararlı olacaktır.

#### KAYNAKÇA

- ABHYANKAR, A. H. (1995). Return and Volatility Dynamics in the FT-SE 100 Stock Index and Stock Index Futures Markets. *The Journal of Futures Markets*, 15(4): 457-488.
- ABUK, N. (2011). The Intraday Lead-Lag Relationship of Spot and Futures Markets in Turkey: Co-Integration and Causality Analyses (Yüksek Lisans Tezi). ODTÜ, Ankara.
- ANDERSEN, T. G., BOLLERSLEV, T., DIEBOLD, F. X. & Labys, P. (2003). Modelling and Forecasting Realized Volatility. *Econometrica*, 71(2): 579-625.
- ANTONIOU, A., & HOLMES, P. (1996). Futures Market Efficiency, The Unbiasedness Hypothesis and Variance-bound Tests: The Case of the FTSE-100 Futures Contract. *Bulletin of Economic Research*, 48(2): 115-128.
- ARSHANAPALLI, B., & DOUKAS, J. (1994). Common Volatility in S&P 500 Stock Index and S&P 500 Index Futures Prices during October 1987. *The Journal of Futures Markets*, 14(8): 915-925.
- ATEŞ, A., & WANG, G. H. (2005). Information Transmission in Electronic Versus Open-Outcry Trading Systems: An Analysis of U.S. Equity Index Futures Markets. *The Journal of Futures Markets*, 25(7): 679-715.
- BAUWENS, L., LAURENT, S., & ROMBOUTS, J. V. (2006). Multivariate GARCH Models: A Survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21(1): 79-109.

- BHAR, R. (2001). Return and Volatility Dynamics in the Spot and Futures Markets in Australia: An Intervention Analysis in a Bivariate EGARCH-X Framework. *Journal of Futures Markets*, 21(9): 833 - 850.
- BOHL, M. T., SALM, C. A., & WILFLING, B. (2011). Do Individual Index Futures Investors Destabilize the Underlying Spot Market? *Journal of Futures Markets*, 31(1): 81-101.
- BOLLERSLEV, T., ENGLE, R. F., & WOOLDRIDGE, J. M. (1988). A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. *Journal of Political Economy*, 96(1): 116-131.
- BOOTH, G. G., & SO, R. W. (2003). Intraday Volatility Spillovers in the German Equity Index Derivatives Markets. *Applied Financial Economics*, 13(7): 487-494.
- BORSA İSTANBUL. (2014). <http://www.borsaistanbul.com/veriler/verileralt/vadeli-islemve-opsiyon-piyasasi-verileri>, (Erişim: 28.08.2014).
- BOSE, S. (2007). Understanding the Volatility Characteristics and Transmission Effects in the Indian Stock Index and Index Futures Market. *ICRA Bulletin on Money & Finance*, September: 139-162.
- BROOKS, C., REW, A. G., & RITSON, S. (2001). A Trading Strategy Based on the Lead-Lag Relationship between the Spot Index and Futures Contract for the FTSE 100. *International Journal of Forecasting*, 17(1): 31-44.
- CHAN, K., CHAN, K. C., & KAROLYI, G. A. (1991). Intraday Volatility in the Stock Index and Stock Index Futures Markets. *The Review of Financial Studies*, 4(4): 657-684.
- CHATRATH, A., CHRISTIE-DAVID, R., DHANDA, K. K., & KOCH, T. W. (2002). Index Futures Leadership, Basis Behavior, and Trader Selectivity. *The Journal of Futures Markets*, 22(7): 649-677.
- CHEUNG, Y.-W., & NG, L. K. (1990). The Dynamics of S&P 500 Index and S&P 500 Futures Intraday Price Volatilities. *Review of Futures Markets*, 9(2): 458-486.
- ENGLE, R. F., & KRONER, K. F. (1995). Multivariate Simultaneous Generalized ARCH. *Econometric Theory*, 11(1): 122-150.
- ENGLE, R., & GRANGER, C. (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2): 251-276.
- ENGLE, R. F., & KOZICKI, S. (1993). Testing for Common Features. *Journal of Business & Economic Statistics*, 11(4): 369-380.
- ERGÜN, A. T. (2009). NYSE Rule 80A Restrictions on Index Arbitrage and Market Linkage. *Applied Financial Economics*, 19(20): 1675-1685.
- GRANGER, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3): 424-438.
- GRANGER, C. W. (1981). Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification. *Journal of Econometrics*, 16(1), 121-130.
- HASBROUCK, J. (1995). One Security, Many Markets: Determining the Contributions to Price Discovery. *Journal of Finance*, 50(4): 1175-1199.

- HEIJ, C., BOER, P. d., FRANSES, P. H., KLOEK, T., & DIJK, H. K. (2004). *Econometric Methods with Applications in Business and Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- IIHARA, Y., KATO, K., & TOKUNAGA, T. (1996). Intraday Return Dynamics between the Cash and the Futures Markets in Japan. *The Journal of Futures Markets*, 16(2): 147-162.
- JOHANSEN, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3): 231–254.
- JOHANSEN, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59(6): 1551 - 1580.
- JOHANSEN, S., & JUSELIUS, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration: With Application to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2): 169 - 210.
- KALAYCI, Ş., & GÖK, İ. Y. (2013). Endeks Futures ve Spot Piyasalarda Fiyat Keşfi: 1982'den Günümüze Bir Literatür Araştırması. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2): 37-50.
- KARMAKAR, M. (2009). Price Discoveries and Volatility Spillovers in S&P CNX Nifty Future and its Underlying Index CNX Nifty. *Vikalpa: The Journal for Decision Makers*, 34(2): 41-56.
- KASMAN, A., & KASMAN, S. (2008). The Impact of Futures Trading on Volatility of the Underlying Asset in the Turkish Stock Market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(12): 2837–2845.
- KAWALLER, I. G., KOCH, P. D., & KOCH, T. W. (1987). The Temporal Price Relationship between S&P 500 Futures and the S&P 500 Index. *The Journal of Finance*, 42(5): 1309-1329.
- KAWALLER, I. G., KOCH, P. D., & KOCH, T. W. (1990). Intraday Relationships between Volatility in S&P 500 Futures Prices and Volatility in the S&P 500 Index. *Journal of Banking & Finance*, 14(2-3): 373–397.
- KAYALI, M. M., & ÇELİK, S. (2010). Price Discovery in Turkish Index Markets: Empirical Evidence from ISE-30 Index. *International Research Journal of Finance and Economics*, (57): 226-237.
- KOUTMOS, G., & TUCKER, M. (1996). Temporal relationships and dynamic interactions between spot and futures stock markets. *The Journal of Futures Markets*, 16(1): 55-69.
- KUO, W.-H., HSU, H., & CHIANG, M.-H. (2008). Foreign Investment, Regulation, Volatility Spillovers between the Futures and Spot Markets: Evidence from Taiwan. *Applied Financial Economics*, 18(5): 421–430.
- LAATSCH, F. E., & SCHWARZ, T. V. (1988). Price Discovery and Risk Transfer in Stock Index Cash and Futures Markets. *Review of Futures Markets*, 7(2): 272-289.
- LAFUENTE, J. A. (2002). Intraday Return and Volatility Relationships between the Ibex 35 Spot and Futures Markets. *Spanish Economic Review*, 4(3): 201 - 220.

- LAFUENTE-LUENGO, J. A. (2009). Intraday Realised Volatility Relationships between the S&P 500 Spot and Futures Market. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, 15(2): 116–121.
- LI, M.-Y. L. (2009). The Dynamics of the Relationship between Spot and Futures Markets Under High and Low Variance Regimes. *Applied Stochastic Models In Business and Industry*, 25(6): 696–718.
- LIEN, D., & SHRESTHA, K. (2009). A New Information Share Measure. *The Journal of Futures Markets*, 29(4): 377–395.
- LIN, C.-C., CHEN, S.-Y., HWANG, D.-Y., & LIN, C.-F. (2002). Does Index Futures Dominate Index Spot? Evidence from Taiwan Market. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 5(2): 255-275.
- MIN, J. H., & NAJAND, M. (1999). A Further Investigation of the Lead–Lag Relationship between the Spot Market and Stock Index Futures: Early Evidence From Korea. *The Journal of Futures Markets*, 19(2): 217–232.
- NG, N. (1987). Detecting Spot Price Forecasts in Futures Prices Using Causality Tests. *Review of Futures Markets*, 6(2): 250-267.
- PATI, P. C., & RAJIB, P. (2011). Intraday Return Dynamics and Volatility Spillovers between NSE S&P CNX Nifty Stock Index and Stock Index Futures. *Applied Economics Letters*, 18(6): 567–574.
- SCHWARZ, T. V., & SZAKMARY, A. C. (1994). Price Discovery in Petroleum Markets: Arbitrage, Cointegration, and the Time Interval of Analysis. *The Journal of Futures Markets*, 14(2): 147-167.
- SO, R. W., & TSE, Y. (2004). Price Discovery in the Hang Seng Index Markets: Index, Futures, and the Tracker Fund. *The Journal of Futures Markets*, 24(9): 887–907.
- STOLL, H. R., & WHALEY, R. E. (1990). The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 25(4): 441-468.
- TAYLOR, N. (2011). Time-Varying Price Discovery in Fragmented Markets. *Applied Financial Economics*, 21(10): 717–734.
- TOKAT, E., & TOKAT, H. A. (2010). Shock and Volatility Transmission in the Futures and Spot Markets: Evidence from Turkish Markets. *Emerging Markets Finance & Trade*, 46(4): 92–104.
- TSE, Y. (1999). Price Discovery and Volatility Spillovers in The DJIA Index and Futures Markets. *The Journal of Futures Markets*, 19(8): 911–930.
- TSE, Y., BANDYOPADHYAY, P., & SHEN, Y.-P. (2006). Intraday Price Discovery in the DJIA Index Markets. *Journal of Business Finance & Accounting*, 33(9-10): 1572–1585.
- TSE, Y.-K., & CHAN, W.-S. (2010). The Lead–Lag Relation between the S&P 500 Spot and Futures Markets: An Intraday-Data Analysis Using a Threshold Regression Model. *The Japanese Economic Review*, 61(1): 133-144.
- VADELİ İŞLEM VE OPSİYON BORSASI (VOB). (2013). <http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/detailsPage.aspx?tabid=552>, (Erişim: 25/1/2013).



- WANG, K.-L., & CHEN, M.-L. (2007). The Dynamics in the Spot, Futures, and Call Options with Basis Asymmetries: An Intraday Analysis in a Generalized Multivariate GARCH-M MSKST Framework. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 29(4): 371–394.
- WANG, Y.-C., & HO, W.-R. (2010). The Relationship of Price Volatility between TSE and TAIEX Stock Indices Futures with Different Maturities. *African Journal of Business Management*, 4(17): 3785-3792.
- YANG, J., YANG, Z., & ZHOU, Y. (2012). Intraday Price Discovery and Volatility Transmission in Stock Index and Stock Index Futures Markets: Evidence from China. *The Journal of Futures Markets*, 32(2): 99–121.
- ZECKHAUSER, R., & NIEDERHOFFER, V. (1983). The Performance of Market Index Futures Contract. *Financial Analysts Journal*, 39(1): 59-65.
- ZHONG, M., DARRAT, A. F., & OTERO, R. (2004). Price Discovery and Volatility Spillovers in Index Futures Markets: Some Evidence from Mexico. *Journal of Banking & Finance*, 28(12): 3037-3054.