

Vadeli İşlem Piyasasında Optimal Hedge Rasyosunun Statik ve Dinamik Teknikler Yardımıyla Hesaplanması

Optimal Hedge Ratio Calculation in Derivative Markets Based on Static and Dynamic Techniques

İsmail ÇELİK

Yrd. Doç. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü,
(ismailcelik@mehmetakif.edu.tr)

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Türk vadeli işlem piyasalarındaki optimal hedge rasyosu modelini, ekonometrik modeller arasında kıyaslama yaparak tahmin etmektir. BIST30 endeksine ait Şubat/2005-Ağustos/2013 aralığındaki fiyat serileri üzerinden gerçekleştirilen analizlerde Hedge Rasyosu'nun tahmini Geleneksel EKK, Basit Hata Düzeltme Modeli (ECM), Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve ECM-GARCH modelleri gibi statik yöntemler ve çok değişkenli GARCH (M-GARCH) modelleri olan VEC-CCC-GARCH ve VEC-Diag-BEKK gibi dinamik modeller yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre dinamik modeller ile gerçekleştirilen HR tahmini statik modellere göre daha tutarlı ve güvenilirdir. Ayrıca statik modeller arasında ECM-GARCH modeli, varyansın zamana bağlı olarak değiştiğini dikkate aldığı için diğer geleneksel yöntemlere göre üstünlük sağlamaktadır. Bu sonuçlar HR literatüründeki benzer bulgularla aynı çizgidedir.

Anahtar Kelimeler:
Minimum Varyans
Hedge Rasyosu
(MVHR), VEC-CCC-
GARCH, VEC-Diag-
BEKK-GARCH

ABSTRACT

The aim of this paper is explaining the optimal hedge ratio model by comparing econometric models in Turkish Stock index futures markets. The analysis has been performed on the basis of prices between February 2005-August 2013 in BIST30 index. The static hedge ratios are estimated by various econometric techniques such as; the conventional OLS regression, simple error correction model (ECM) and vector error correction model (VECM), the ECM-GARCH models. Furthermore, time-varying hedge ratio has been estimated by employing a multivariate GARCH (M-GARCH) models such as; VEC-CCC-GARCH and VEC-Diag-BEKK. The empirical results show that the dynamic models provides best hedge ratios. Additionally, ECM-GARCH is superior to other conventional techniques because it takes into consideration that variance changes depending on time. These results are in the same line with similar findings in the HR literature.

Keywords: Minimum
Variance Hedge
Ratio (MVHR),
VEC-CCC-GARCH,
VEC-Diag-BEKK-
GARCH

1. GİRİŞ

Spot piyasalarda gerçekleştirilen yatırımların, varlık fiyatlarındaki dalgalanmalar sebebiyle risk taşıyor olması, potansiyel yatırımcıların portföy çeşitlendirmesinin de ötesinde söz konusu risk unsurlarını kontrol etmesini gerekli kılmaktadır.

Vadeli işlem piyasalarının kuruluş ve kullanım amaçları incelendiğinde gelecekte meydana gelebilecek fiyat dalgalanmalarının oluşturduğu riskleri kontrol altında tutabilme özelliğine sahip oldukları ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar modern portföy teorilerinin ışığında iyi çeşitlendirilmiş portföyler yardımıyla beklenen getiriye en uygun risk primi ile ulaşılması mümkün gibi görünse de çeşitlendirme yoluyla azaltılması mümkün olmayan pazar riskinin kontrol altında tutulması etkin bir vadeli işlem piyasası ile mümkün olabilmektedir.

Hisse senedi futures sözleşmelerinin sahip olduğu düşük işlem maliyeti, kaldıraç etkisi ve yüksek likidite, piyasadaki kullanışlı bilginin spot piyasalara nazaran vadeli işlem piyasalarına daha hızlı ulaşmasına imkân tanımakta, bu ise vadeli piyasalardaki bilgi etkinliğini artırmaktadır.

Teorik altyapısı Working (1953), Johnson (1960), Rutledge (1972) ve Ederington (1979) tarafından sunulan Hedging, spot piyasada rol alan alıcı ya da satıcının fiyat dalgalanmaları kaynaklı ortaya çıkacak risklerden varlıklarını korumak amacıyla ortaya koyduğu eylemi ifade etmektedir. Bilgi etkinliğine sahip bir vadeli işlem piyasası, spot piyasalardaki riski kontrol altında tutmak için en önemli enstrüman olma özelliği taşıyacaktır.

Vadeli işlem piyasaları ile spot piyasalar arasındaki ilişkilerin bu denli kuvvetli olmadığı varsayımı altında önemli soru "spot piyasalarda ortaya çıkacak riskleri kontrol altında tutmak için yatırım yapılacak vadeli işlem sözleşme sayısı nedir?" olmalıdır. Yatırımcıların ifade edilen soruya verecekleri cevap, optimal hedge rasyosunun ortaya konulmasıyla ilgilidir. Minimum Varyans Hedge Rasyosu (MVHR), spot piyasadaki riskleri kontrol ettirecek olan alım veya satım konu

ÇELİK

optimum vadeli işlem sözleşmesinin miktarını ifade etmektedir. Bu, yatırımcının portföyünü riskten korumak için ihtiyaç duyduğu sözleşme sayısının tanımlanması açısından önem arz etmektedir (Degiannakis ve Floros, 2010: 286). Riskten korunma stratejisinin temel amacı en iyi korunma oranını seçmektir. Minimum varyans korunma oranının tercih edilme sebebi anlaşılmasının kolay olması ve basit hesaplanabilmesidir (Chen vd, 2003: 449).

Türk vadeli işlem piyasalarındaki optimal hedge rasyosunun hesaplanmasında dikkate değer ekonometrik modelin tespit edilmesine katkı sağlaması arzu edilen bu çalışmada varyansın zamana bağlı olarak sabit kaldığını varsayan statik modeller ile hem varyansın hem de değişkenler arasındaki korelasyonun zaman içinde değiştiğini dikkate alan dinamik modellerin ortaya çıkardığı hedge rasyoları kıyaslanarak, dikkate değer tahmin modelinin tespiti edilecektir. Çalışmanın analiz aşamasında ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalardan farklı olarak söz konusu dinamik modeller yardımıyla hedge rasyosunun tahmini gerçekleştirilirken spot ve vadeli işlem fiyat serileri arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri de dikkate alan vektör hata düzeltme modeli CCC-GARCH ve Diag-BEKK-GARCH modellerinin ortalama denklemlerine dâhil edilecektir.

Çalışmanın 2. bölümünde konuya ilişkin literatür, 3. bölümde hedge rasyosunun tahmininde kullanılabilecek statik ve dinamik modeller, 4. bölümünde ülkemiz vadeli işlem piyasaları üzerinde hedge rasyosunun tahminine ilişkin araştırma bulguları ve 5. bölümde ise çalışmanın sonuçları yer almaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Vadeli işlem piyasaları üzerine literatüre sirayet etmiş birçok çalışma spot ve vadeli piyasalar arasındaki öncüllük-ardıllık ilişkileri, piyasalar arasındaki volatilité yayılımları ve fiyat keşfi konularını incelemektedir. (Kawaller vd. (1987), Herbst vd. (1987), Chan vd. (1991), Chan (1992), Arshanapalli ve Doukas (1997), De Jong ve Donders (1998), Gee ve Karim (2005), Floros ve Vougas (2007), Özen vd. (2009), Floros (2009), Çelik (2012)). Tüm bu çalışmaların en önemli ortak noktası ise vadeli işlem piyasalarının spot piyasaları öncüllediği, spot piyasalarda meydana gelen volatilité kalıcılığını azalttığı yani spot piyasalardaki riskleri yönetmekte kullanılabileceği yönündedir.

Vadeli işlem piyasalarında optimal Hedge Rasyo'sunun tahmini bir çok model yardımıyla yapılabilmektedir. Yeni kurulmuş vadeli piyasalarda hedge rasyosunun (HR) tahmini ilk olarak Ederington (1979) tarafından gerçekleştirilmiş ve Anderson ve Danthine (1980) tarafından da söz konusu çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların ortak noktası, analizlerin geleneksel en küçük kareler (EKK) yöntemiyle gerçekleştirilmesidir. EKK metodu yardımıyla gerçekleştirilen HR tahminlerinin bazı problemlerinin olduğu açıktır. İlk olarak, hem vadeli hem de spot piyasalarda ortaya çıkan risklerin sabit olduğunu varsaymak yanlış olacaktır. Çünkü varlık fiyatları zamanla değişen (time-varying) bir özelliğe sahiptir. İkinci olarak ise, EKK modeli spot ve vadeli fiyatlar arasındaki uzun dönemli birlikte hareket etme davranışını görmezden gelmektedir (Floros ve Vougas, 2004: 1127,1128).

EKK yardımıyla gerçekleştirilen hedge rasyosu tahminlerinin yetersiz olduğunun kanıtlanmasına odaklanan birçok çalışmada ortak nokta, fiyat serilerine ilişkin gecikmeli değerlerin ve seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin de dikkate alınmasının gerektiğidir. En doğru tahmin modelinin ortaya konabilmesi ve özellikle EKK'nın ortaya çıkardığı eksikliklerin giderilebilmesi gerekçesiyle, Ghosh (1993), Ghosh ve Clayton (1996), Lien ve Tse (1999), Yang (2001), Floros ve Vougas (2004), Kenourgios vd. (2008), Lee vd. (2009), Degiannakis ve Floros (2010) ve Kostika ve Markellos (2012), tarafından yapılan araştırmalarda basit hata düzeltme modeli (ECM) ile riskten korunma oranının tahmini gerçekleştirilmiştir. Floros ve Vougas (2004), Yan ve Allen (2004), Bhaduri ve Durai (2008), Degiannakis ve Floros (2010), Prashad (2011) vb. araştırmalarda ise değişkenler arasındaki uzun dönemli kointegre vektörü de dikkate alan vektör hata düzeltme modeli (VECM) yardımıyla hesaplamalar yapılmıştır.

Söz konusu modelleri (ECM ve VECM) dikkate alarak gerçekleştirilen çalışmalarda her ne kadar EKK'nın HR tahmininde yetersiz olduğunun kanıtlanmasına ilişkin bulgulara erişilse de söz konusu model artıklarına ait tanısal test sonuçları modellere ilişkin güvenilirliği azaltmaktadır. ECM ve VECM gibi model tahminlerinden elde edilen artıkların değişen varyans problemi taşıdığına ilişkin kanıtlara ulaşılmaktadır.

Cechetti vd. (1988), standart yaklaşımların riskten korunmayı hesaplarken sadece riski minimize etmeye odaklandıklarını ve beklenen getiriye etkilerini hesaba katmadıklarını, riskten korunmanın tahmininde fiyat ve nakit dağılımlarının zamanla değişiminin dikkate alınmadığını belirtmişlerdir. Baillie ve Myers (1991), Myers (1991), Park ve Switzer (1995), Bera vd. (1997), Yang (2001), Floros ve Vougas (2004), Yang ve Allen (2004), Hsu vd. (2008), Kenourgios vd. (2008), Choudhry (2009), Aksoy ve Olgun (2009), Degiannakis ve Floros (2010), Olgun ve Yetkiner (2011), Prashad (2011) vb. birçok çalışmada, varyansın zamana bağlı olarak değişen bir karaktere sahip olduğuna dikkat çekilmektedir. Söz konusu çalışmaların ortak noktası, varyansın zamana bağlı olarak değiştiğini dikkate alan GARCH, BGARCH, VEC-GARCH CCC-GARCH, DCC-GARCH gibi modeller yardımıyla hedge rasyosunun tahmin edilmesidir.

Her ne kadar GARCH, ECM-GARCH gibi modeller yardımıyla gerçekleştirilen HR tahminleri tutarlı sonuçlar sunsa da, değişkenler arasındaki korelasyonun zaman içinde sabit kaldığını varsaymaktadır. Oysa değişkenler arasındaki korelasyonun zamana bağlı olarak değişim sergiliyor olması HR'nin zaman içinde farklı değerlere sahip olması anlamı taşımaktadır. Bu sebeple tüm veri seti için statik (tek) bir hedge rasyosu tahmini yerine dinamik (zaman içinde değişkenlik gösteren) hedge rasyosunun tahmininin piyasa hakkında daha tutarlı bilgiler sunacağı açıktır.

Floros ve Vougas (2004), Degiannakis ve Floros (2010) gibi çalışmalarda ortaya çıkan ortak kanı, dinamik modeller yardımıyla hesaplanan HR'nin statik modellerle yapılan tahminlere nazaran daha tutarlı olduğu ve riski minimize etmekte dinamik modeller eliyle ortaya konan hedge rasyolarının dikkate değer olduğu şeklindedir. Finans literatürüne ilişkin son dönem güncel çalışmalarda değişkenlerin kısa ve uzun dönemli ilişkilerini ortalama denkleminde ilave ederek zamana bağlı şekilde dinamik HR tahminlerini gerçekleştiren VEC-CCC-GARCH, VEC-Diag-BEKK-GARCH gibi modellerin kullanıldığı görülmektedir.

3. VERİ SETİ ve METODOLOJİ

Granger (1986: 213) yayınladığı çalışmasında, bilgi etkinliğine sahip iki piyasadaki iki veya daha fazla değişken arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmaması gerektiğini vurgulamakta, eğer uzun dönemli bir ilişki (eşbütünlüşme) söz konusu ise, bu serilerden birinin, diğer serinin tahmininde kullanılabileceğini ifade etmektedir.

İki piyasadan herhangi birinin bilgi etkinliği diğeriyle karşılaştırıldığında daha üstün olduğu takdirde bilgi etkinliğine sahip piyasa diğer piyasanın öncüllemesinde kullanılabilecektir.

Spot piyasalarda ortaya çıkan risklerin kontrol altına alınmasında kullanılan hedge rasyosunun çeşitli ekonometrik yöntemlerle hesaplandığı bu çalışmada 04/02/2005-02/08/2013 tarih aralığındaki 2143 işlem gününe ait gün sonu verilerden yararlanılmıştır. Çalışma gerçekleştirilirken hem spot hem de vadeli işlem piyasasında en yoğun işleme sahip olan BIST30 endeksine ait veriler analize konu edilmiştir. Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası ile Borsa İstanbul arasındaki birleşme sonrasında vadeli endeks verilerine elektronik ortamda ulaşılamadığı için veri seti 2 ağustos 2013 tarihine kadar analize dâhil edilmiştir. Söz konusu veri seti Borsa İstanbul ve VOB'un web sitesinden elde edilmiştir.

Hedge rasyosunun tahmininde gerçekleştirilen çalışmaların kronolojik sıralamasına dikkat edildiğinde hata terimlerinin normal dağılımlı ve varyansı zaman içinde değişmeyen bir yapı sergilediğini varsayan Geleneksel En Küçük Kareler Yöntemine ilişkin ölçümlerin yapılmakta olduğu dikkati çekmektedir. Fakat özellikle zaman serilerine ait regresyon sonuçlarının hata terimlerinin varyansının zaman içinde değişkenlik göstermesi ve zaman serilerinin heteroskedastik bir yapıya sahip olması, son zamanlarda Hedge Rasyosunun değişen varyansı ve varyanslar arasındaki korelasyonları dikkate alan dinamik modellerle yapılması gerektiği ortaya çıkarmıştır.

Ederington (1979), vadeli sözleşmelerin, spot piyasalardaki riskten korunmada bir enstrüman olarak kullanılabileceğini EKK yöntemi ile tahmin etmiş, vadeli fiyatların bağımsız değişken olarak yer aldığı regresyon denkleminde bağımsız değişkenin eğiminin spot piyasa için hedge rasyosu olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir. Daha sonrasında ise, EKK yöntemi, Myers ve Thompson (1989), Ghosh (1993), Yang (2001), Lien vd. (2002), Miffre (2004), Floros ve Vougas (2004), Yang ve Allen (2004), Kenourgios vd. (2008), Lee vd. (2009), Aksoy ve Olgun (2009), Degiannakis ve Floros (2010), Olgun ve Yetkiner (2011), Prashad (2011), Kostika ve Markellos (2012) gibi araştırmacıların çalışmalarında diğer yöntemlerle bir karşılaştırma yapmak için kullanılmıştır.

Ghosh ve Clayton (1996), Lien ve Tse (1999), Butterworth ve Holmes (2000), Yang (2001), Floros ve Vougas (2004), Kenourgios vd. (2008), Men ve Men (2008), Lee vd. (2009), Degiannakis ve Floros (2010) ve Kostika ve Markellos (2012), Minimum Varyans Hedge Rasyosunun (MVHR) EKK yönetimine göre tahmini gerçekleştirirken 1 numaralı denklem formundan faydalanmışlardır.

$$\Delta S_t = c + b\Delta F_t + u_t \quad (1)$$

$$u_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Formülasyonda yer alan ΔS_t ve ΔF_t , logaritması alınmış spot ve vadeli fiyat endekslerinin getiri serileri ifade etmektedir.

$$\Delta S_t = \log S_t - \log S_{t-1}, \quad \Delta F_t = \log F_t - \log F_{t-1}$$

Bağımsız değişkenin katsayısı b ise Minimum Varyans Hedge Rasyosunu temsil etmektedir.

Geleneksel EKK yöntemine ilişkin HR taminleri hata terimlerinin otokorelasyon içermemesi ve değişen varyansa (heteroskedastisite) sahip olmaması varsayımı altında geçerlilik kazanmaktadır. Buna karşın finans literatürü incelendiğinde finansal zaman serilerinin otokorelasyonsuzluk ve sabit varyans şartlarını sağlayamadığına ilişkin sayısız kanıt söz konusudur.

Vadeli piyasalar ile spot piyasalar arasında uzun dönemli bir eşbütünlüşmenin varlığı HR'nin Basit Hata Düzeltme Modeli (ECM) ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ile de hesaplanabileceğine dair kanıtlar sunmaktadır. Geleneksel EKK yönteminden farklı olarak ECM ile hesaplanacak bir HR, 2 numaralı formül ışığında ortaya konulmaktadır. Otokorelasyon sorununun ortadan kaldırılabilmesi adına modele hem spot hem de vadeli getirilerin gecikmeli değerleri ile regresyon denkleminde elde edilen hata teriminin 1 gecikmeli değeri de ilave edilecektir.

$$\Delta S_t = c + a\varepsilon_{t-1} + b\Delta F_t + \theta_1\Delta F_{t-1} + \phi\Delta S_{t-1} + u_t \quad (2)$$

ÇELİK

$$u_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Chou vd. (1996), Yang ve Allen (2004), Floros ve Vougas (2004), Bhaduri ve Durai (2008), Degiannakis ve Floros (2010) ve Prashad (2011) tarafından da uygulanan modelde formülde yer alan $a\varepsilon_{t-1}$, spot ve vadeli piyasalar arasındaki regresyon denkleminde elde edilen hata teriminin 1 gecikmeli değerini ifade etmektedir. Söz konusu denklem sonrası vadeli fiyatlara ilişkin ΔF_t 'nin katsayısı b , MVHR olarak kabul edilmektedir.

Tarı (2008)'ya göre İçsel-dışsal ayrımı net olarak yapılamayan makroekonomik değişkenler arasında daha isabetli öngörü yapma imkânı sunan VAR modelleri, bütün değişkenleri içsel olarak kabul etmekte, analize katılan bütün değişkenlerin kendi ve diğer değişkenlerin gecikmeli değerleri üzerinden oluşturulan basit boyutlu bir zaman serisi modelidir. VAR modelinde değişkenlerin durağanlaşmış ilk farkları kullanıldığı için değişkenler arasındaki olası uzun dönemli ilişkilerin yok olabileceği dikkate alınarak Vektör Hata Düzeltme Modellerinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Lien (1996), gerçekleştirmiş olduğu çalışmada spot ve vadeli piyasalar üzerinden tahmin edilecek bir var modelinde uzun dönemli ilişkinin yok olabileceği endişesi ile HR'yi VECM yardımıyla tahmin etmiş ve her iki değişkenin de ayrı ayrı bağımlı değişken olarak ifade edildiği eşanlı denklem sistemleri üzerinden HR'nin formül 3'teki şekilde hesaplanabileceğini vurgulamıştır.

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{1i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{1i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ \Delta F_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{2i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{2i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \end{aligned} \quad (3)$$

Formülde yer alan $u_{s,t}$ ve $u_{f,t}$ VECM'den elde edilen hata terimlerini ifade etmektedir. VECM modeli doğrultusunda Hedge Rasyosu formül 4 yardımıyla hesaplanabilir.

$$HR_{VECM} = \frac{\text{cov}(s, f)}{\sigma_f^2} \quad (4)$$

$$\text{cov}(s, f) = \rho \sigma_s \sigma_f$$

4 numaralı denklemde yer alan ρ , $u_{s,t}$ ve $u_{f,t}$ arasındaki korelasyon katsayısını, σ_s ve σ_f ise $u_{s,t}$ ve $u_{f,t}$ 'nin standart sapmasını ifade etmektedir.

EKK, ECM ve VECM'ye göre hesaplanan Hedge Rasyolarında hata terimlerine ait varyansların zaman içinde sabit kaldığı varsayılmıştır. Fakat tanısal test sonuçları EKK, EC ve VEC modellerinden elde edilen varyansların zaman içinde değiştiğini göstermektedir. Bu sebeple Degiannakis ve Floros (2010) ECM'den elde edilen hata terimlerinin zaman içinde değişen varyansa sahip olduğundan hareketle ECM-GARCH modelini tahmin etmişlerdir. Kurulan ECM-GARCH modeli 5 numaralı denklem ile sunulmuştur.

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= c + a\varepsilon_{t-1} + b\Delta F_t + \theta_1 \Delta F_{t-1} + \phi \Delta S_{t-1} + u_t \\ u_t &= \sigma_t z_t \\ \sigma_t^2 &= a_0 + a_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\ z_t &\sim N(0,1) \end{aligned} \quad (5)$$

Denklem 5 incelendiğinde Hata Düzeltme Modeli (ECM)'nden elde edilen hata terimleri GARCH modelinin varyans denkleminde ilave edilmiştir.

Hem geleneksel yöntemlere göre hem de tek değişkenli ECM-GARCH modeli yardımıyla statik yapıya sahip tek bir optimum HR hesaplandıktan sonra, değişkenler arasındaki zamana bağlı korelasyon ilişkilerini de dikkate alan iki değişkenli GARCH modellerine ilişkin dinamik HR tahminlemesi yapılacaktır. İki değişkenli GARCH modellerinden Bollerslev (1990), tarafından geliştirilen CCC-ARCH modeli ve Baba vd. (1990) ve Engle ve Kroner (1995) tarafından geliştirilen Diagonal-BEKK-ARCH modellerinden yararlanılırken, değişkenler arasındaki hem kısa hem de uzun dönemli ilişkiler de dikkate alınacağından hem CCC-GARCH, hem de Diag-BEKK-GARCH tahminlerinde VEC modelinin ortalama denklemde yer alması sağlanacaktır.

Kurulacak VEC-CCC-GARCH modeline ilişkin tahmin gerçekleştirilirken aşağıdaki 6, 7 ve 8 numaralı denklem formlarından yararlanılacaktır.

$$\Delta S_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{1i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{1i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \quad (6)$$

$$\Delta F_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{2i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{2i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t}$$

$$\sigma_{s,t}^2 = a_{1,0} + \alpha_{1,1} u_{s,t-1}^2 + \beta_{1,1} \sigma_{s,t-1}^2 \quad (7)$$

$$\sigma_{f,t}^2 = a_{2,0} + \alpha_{2,1} u_{f,t-1}^2 + \beta_{2,1} \sigma_{f,t-1}^2$$

$$\sigma_{s,f,t} = \rho \sigma_{s,t} \sigma_{f,t} \quad (8)$$

6 numaralı denklem söz konusu değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri ortaya koyarken, 7 numaralı denklem ise VEC modelinden elde edilen her bir hata terimlerine ilişkin GARCH(1,1) tahminlerini, son olarak 8 numaralı denklem ise değişkenler arasındaki koşullu kovaryans denklemini ifade etmektedir.

VEC-CCC-GARCH model tahmini sonrasında ortaya çıkacak HR tahmini ise diğer modellerden farklı olarak, tüm veri seti için değil her veri için hesaplanmalıdır. Bunun sebebi değişkenler arasındaki korelasyonun zamana bağlı şekilde değişebiliyor olmasıdır.

VEC-Diag-BEKK-GARCH modelinin tahminin de 6 numaralı denklem yardımıyla değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiler modelin ortalama denklemine dâhil edilerek denklem 9 ve 10 yardımıyla VEC temelli Diag-BEKK-GARCH tahminleri ve dinamik HR hesaplanabilir.

$$\sigma_{s,t}^2 = \alpha_{0,1,1} + (\alpha_{1,1,1})^2 u_{s,t-1}^2 + (\beta_{1,1,1})^2 \sigma_{s,t-1}^2 \quad (9)$$

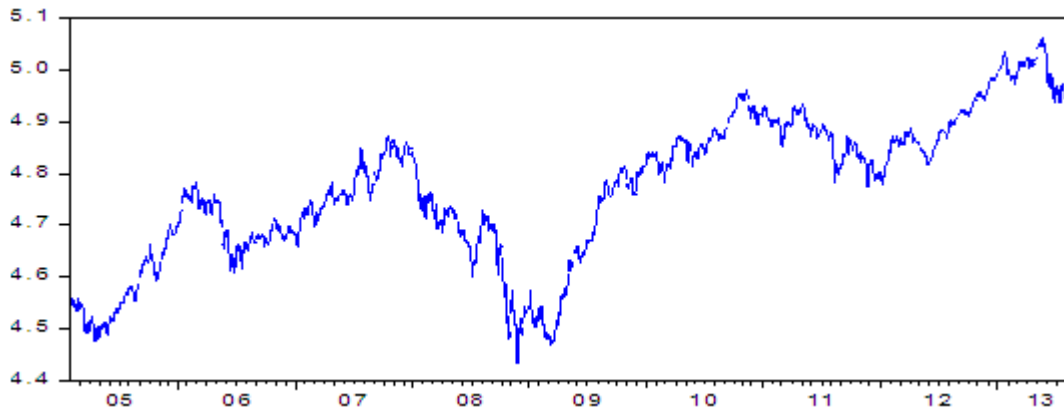
$$\sigma_{f,t}^2 = \alpha_{0,2,2} + (\alpha_{1,2,2})^2 u_{f,t-1}^2 + (\beta_{1,2,2})^2 \sigma_{f,t-1}^2$$

$$\sigma_{s,f,t} = \alpha_{0,1,2} + \alpha_{1,1,1} u_{s,t-1} u_{f,t-1} \alpha_{1,2,2} + \beta_{1,1,1} \sigma_{s,f,t-1} \beta_{1,2,2} \quad (10)$$

VEC-CCC-GARCH modeline benzer şekilde 9 numaralı denklemler VEC tahmininden elde edilen her bir hata terimine ait GARCH(1,1) denklemlerini, 10 numaralı denklem ise söz konusu hata terimleri arasındaki kovaryans denklemini ifade etmektedir.

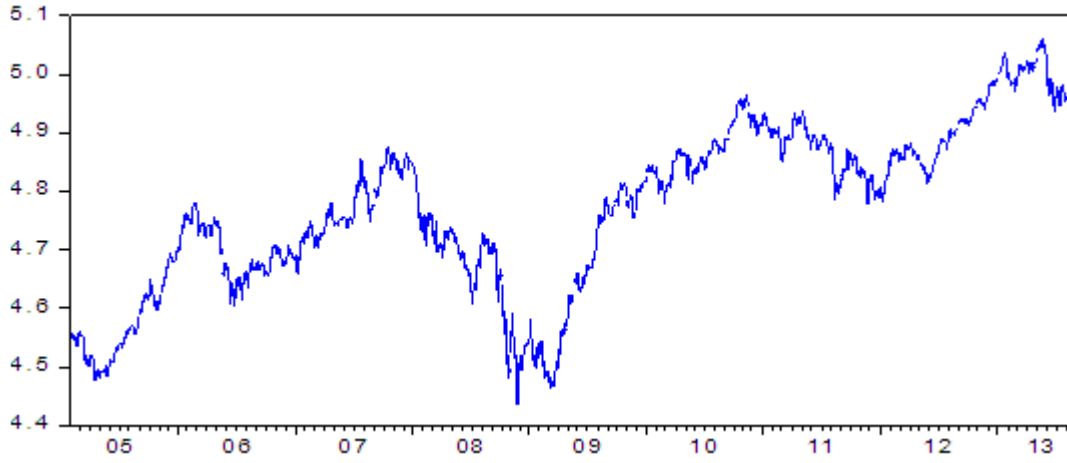
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Hedge rasyosunun tahminine ilişkin modellere geçilmeden önce logaritması alınmış spot ve vadeli fiyat serilerine ilişkin birim kök testlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Eviews yazılımından elde edilen 1 ve 2 numaralı grafikler incelendiğinde serilerin durağan bir yapıya sahip olmadıkları dikkati çekmektedir. Yapılan analizler sonrasında sahte regresyon sorunuyla karşılaşılması için söz konusu durağan olmayan logaritmik fiyat serilerinden getiri serileri hesaplanmış ve serilere ilişkin 3 ve 4 numaralı grafikler sunulmuştur.

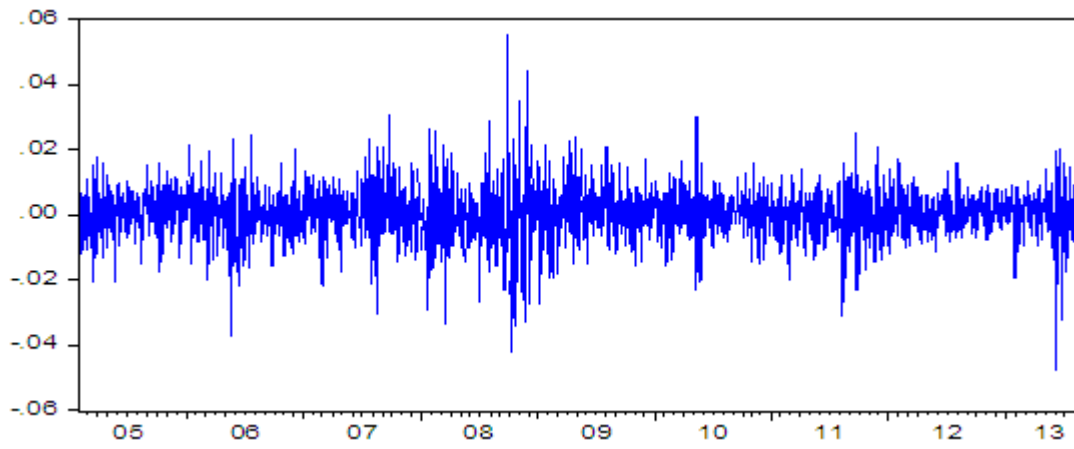


Grafik 1 Logaritmik Spot Endeks

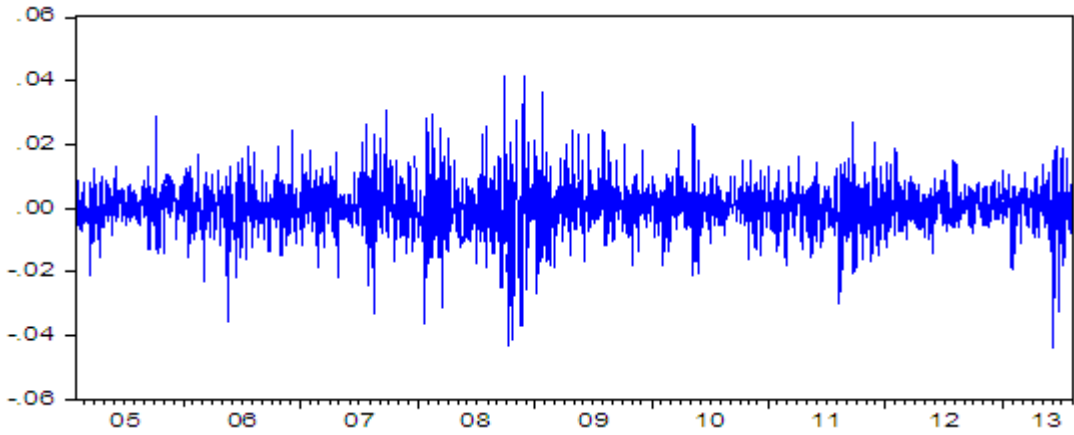
ÇELİK



Grafik 2 Logaritmik Vadeli Endeks



Grafik 3 Spot Endeks Logaritmik Getiri Serisi



Grafik 4 Vadeli Endeks Logaritmik Getiri Serisi

Söz konusu grafikler Tablo 1'de yer alan ADF birim kök test ve Tablo 2'de yer alan Johansen Eşbütünleşme test sonuçlarıyla kıyaslandığında spot ve vadeli fiyat serilerinin I[1] düzeyinde durağan oldukları ve uzun dönemde ilişki halinde oldukları görülmektedir.

Tablo 1. Logaritmik Fiyat ve Getiri Serilerine ADF Test Sonuçları

ADF t-istatistiği	Log_Spot		Log_Getiri_Spot
	-2,197455		-44,72059*
	Log_Vadeli		Log_Getiri_Vadeli
	-2,198300		-44,91807*
Kritik Değer	% 1	-3,962331	-3,433207
	% 5	-3,411907	-2,862688
	% 10	-3,127851	-2,567427

*, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 2 Fiyat Serilerine İlişkin Johansen Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Trace İstatistik	0,05 Kritik Değer
r=0	83,72325*	15,49471
r≥0	2,781726	3,841466
	Max. Özdeğer İstatistik	0,05 Kritik Değer
r=0	80,94153*	14,26460
r≥0	2,781726	3,841466

Optimal hedge rasyosunun tahmininde 1 numaralı denklem formundan yararlanılarak gerçekleştirilen Geleneksel EKK tahmin sonucuna göre oluşturulan Tablo 3 sonuçları EKK'dan elde edilen HR'nin 0,9291 olduğu görülmektedir.

Tablo 3 EKK Tahmin Sonuçları

$$\Delta S_t = c + b\Delta F_t = 0,00000853[0,13] + 0,9291[118,52]\Delta F_t + u$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin t-istatistik değerlerini ifade etmektedir.

Spot ve Vadeli fiyat serileri uzun dönemde birlikte hareket etme eğiliminde olduğunda HR hesaplaması 2 numaralı denklem formundan yararlanılarak basit EC modeli ve VEC modeli ile hesaplanabilir, ECM ve VECM tahmin sonuçları sırasıyla Tablo 4 ve 5'de sunulmuştur. Fiyat serileri için Schwarz Bilgi Kriterine (SCI) göre hesaplanan gecikme uzunluğu 3 olarak hesaplanmıştır. Basit EC model sonuçlarına göre HR'nin 0,9486 olduğu görülmektedir.

Tablo 4 Basit Hata Düzeltme Modeli (ECM) Tahmin Sonuçları

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= c + a\varepsilon_{t-1} + b\Delta F_t + \theta_1\Delta F_{t-1} + \phi\Delta S_{t-1} + u_t \\ &= 0,00000822[0,138] - 0,0000009[-7,725] + 0,9486[133,73]\Delta F_t + 0,3781[16,35]\Delta F_{t-1} + \\ &0,1808[7,64]\Delta F_{t-2} + 0,045[2,10]\Delta F_{t-3} - 0,372[-16,01]\Delta S_{t-1} - 0,179[-7,55]\Delta S_{t-2} - 0,060[-2,78]\Delta S_{t-3} + u_t \end{aligned}$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin t-istatistik değerlerini ifade etmektedir.

VECM model tahminine ilişkin HR hesaplamasında 3 numaralı denklemlerden elde edilen hem spot hem de vadeli fiyatlara ilişkin hata terimlerinin standart sapmaları (σ_s ve σ_f) ve aralarındaki korelasyon katsayısından (ρ) yararlanılmıştır.

$$HR = \frac{\rho \cdot \sigma_s \cdot \sigma_f}{\sigma_f^2}$$

Tablo 5 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Tahmin Sonuçları

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i}\Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{1i}\Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{1i}\varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ &= 0,00018[0,99]\alpha_1 - 0,15[-2,13]\Delta S_{t-1} - 0,04[-0,51]\Delta S_{t-2} + 0,016[0,24]\Delta S_{t-3} + \\ &0,20[2,76]\Delta F_{t-1} + 0,05[0,63]\Delta F_{t-2} - 0,02[-0,33]\Delta F_{t-3} + 0,023[0,52]\varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta F_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \theta_{2i}\Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{2i}\Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{2i}\varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \\ &= 0,00018[1,01]\alpha_2 + 0,22[3,04]\Delta S_{t-1} + 0,14[1,91]\Delta S_{t-2} + 0,07[1,12]\Delta S_{t-3} - \\ &0,179[-2,51]\Delta F_{t-1} - 0,13[-1,83]\Delta F_{t-2} - 0,07[-0,99]\Delta F_{t-3} + 0,15[3,44]\varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \end{aligned}$$

$$\sigma_{s,t}^2 = 0,0000703$$

$$\sigma_{f,t}^2 = 0,0000698$$

$$Cov(s,t) = \rho \cdot \sigma_{st} \cdot \sigma_{ft} = 0,0000663$$

$$HR = \frac{\rho \cdot \sigma_s \cdot \sigma_f}{\sigma_f^2} = \frac{0,0000663}{0,0000698} = 0,9498$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin t-istatistik değerlerini ifade etmektedir.

Geleneksel EKK, basit ECM ve VECM tahmin sonuçlarından farklı olarak modellerden elde edilen hata terimlerinin zaman içinde değişen varyans karakteri sergiliyor olması sebebiyle EC modelinden elde edilen hata terimleri 5 numaralı denklemden yararlanılarak GARCH modelinin varyans denklemine ilave edilerek HR tahmini ECM-GARCH(p,q) modeli yardımıyla tekrar hesaplanmıştır. Model sonuçları tablo 6'da ayrıntısıyla sunulmuştur. ECM-GARCH(2,1) modeli tanısal test sonuçları en uygun model olma özelliği göstermiştir. Tablo 6 sonuçları incelendiğinde koşullu varyansın zaman içinde değiştiğini dikkate alan ECM-GARCH(2,1) model sonuçlarında HR'nin 0,9578 olduğu görülmektedir.

Tablo 6 ECM-GARCH (2,1) Tahmin Sonuçları

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= c + a\varepsilon_{t-1} + b\Delta F_t + \theta_1\Delta F_{t-1} + \phi\Delta S_{t-1} + u_t \\ &= 0,00002[0,58] - 0,0000008[-7,81] + 0,9578[288,2]\Delta F_t + 0,45[18,1]\Delta F_{t-1} + \\ &0,19[8,31]\Delta F_{t-2} + 0,056[2,65]\Delta F_{t-2} - 0,45[-17,2]\Delta S_{t-1} - 0,19[-8,25]\Delta S_{t-2} - 0,06[-2,92]\Delta S_{t-3} + u_t \\ \sigma_t^2 &= a_0 + a_1u_{t-1}^2 + a_2u_{t-2}^2 + \beta_1\sigma_{t-1}^2 \\ &= 0,000000007[2,23] + 0,24[8,82]u_{t-1}^2 - 0,198[-7,47]u_{t-2}^2 + 0,96[210,1]\sigma_{t-1}^2 \end{aligned}$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin z-istatistik değerlerini ifade etmektedir. Tanısal test sonuçları: Ljung-Box Q(12)=16,23(0,18), koşullu varyans ARCH-LM testi F istatistiği= 0,0015(0,96), parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.

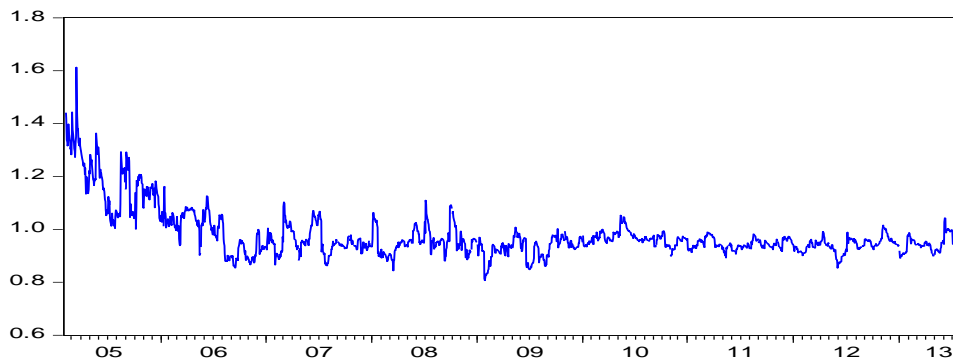
Hem geleneksel yöntemler (EKK, ECM, VECM) hem de varyansın zaman içinde değişim göstereceğini dikkate alarak oluşturulan ECM-GARCH modelleri sonrasında tek bir HR hesaplanabilmesine rağmen, tablo 7 ve tablo 8’de sırasıyla tahmin sonuçları sunulan VEC-CCC-GARCH ve VEC-Diag-BEKK-GARCH modelleri ile dinamik HR hesaplaması yapılabilmektedir.

Tablo 7 VEC-CCC-GARCH (1,1) Tahmin Sonuçları

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{1i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{1i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ &= 0,00018[0,99] \alpha_1 - 0,15[-2,13] \Delta S_{t-1} - 0,04[-0,51] \Delta S_{t-2} + 0,016[0,24] \Delta S_{t-3} + \\ &0,20[2,76] \Delta F_{t-1} + 0,05[0,63] \Delta F_{t-2} - 0,02[-0,33] \Delta F_{t-3} + 0,023[0,52] \varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ \Delta F_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{2i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{2i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \\ &= 0,00018[1,01] \alpha_2 + 0,22[3,04] \Delta S_{t-1} + 0,14[1,91] \Delta S_{t-2} + 0,07[1,12] \Delta S_{t-3} - \\ &0,179[-2,51] \Delta F_{t-1} - 0,13[-1,83] \Delta F_{t-2} - 0,07[-0,99] \Delta F_{t-3} + 0,15[3,44] \varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \\ \sigma_{s,t}^2 &= a_{1,0} + \alpha_{1,1} u_{s,t-1}^2 + \beta_{1,1} \sigma_{s,t-1}^2 \\ &= 0,000002[4,61] + 0,07[6,99] u_{s,t-1}^2 + 0,92[89,7] \sigma_{s,t-1}^2 \\ \sigma_{f,t}^2 &= a_{2,0} + \alpha_{2,1} u_{f,t-1}^2 + \beta_{2,1} \sigma_{f,t-1}^2 \\ &= 0,000002[5,40] + 0,06[7,05] u_{f,t-1}^2 + 0,93[99,15] \sigma_{f,t-1}^2 \\ \sigma_{s,f,t} &= \rho \sigma_{s,t} \sigma_{f,t} \\ &= 0,95[443,5] \sigma_{s,t} \sigma_{f,t} \end{aligned}$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin z-istatistik değerlerini ifade etmektedir. Tanısal test sonuçları: Otokorelasyon Portmanteau Q(2)=0,19(1,00), Q(4)=6,44(0,98), Q(6)=19,82(0,70) ve Q(8)=27,46(0,69). Parantez içindeki değerleri olasılıkları ifade etmektedir.

Hem VEC-CCC-GARCH(1,1) hem de VEC-Diag-BEKK-GARCH(1,1) tahmininden sonra elde edilen HR Grafikleri aşağıdaki gibidir. Modellerden elde edilen ortalama hedge rasyoları sırasıyla 0,9775 ve 0,9641 olarak hesaplanmıştır.

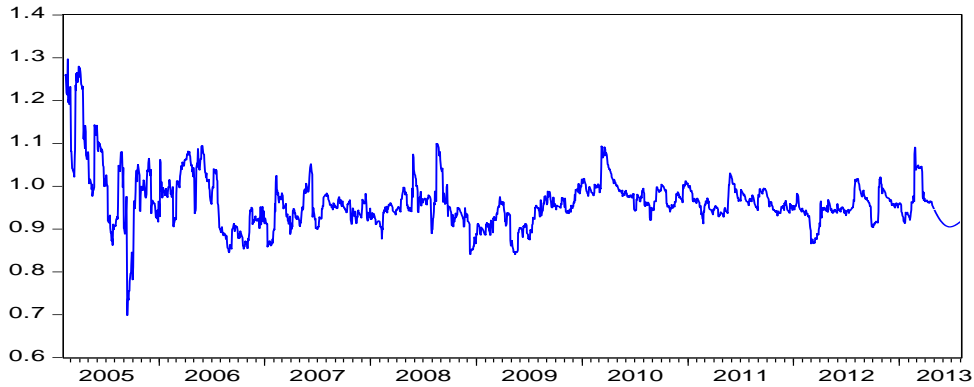


Grafik 5 VEC-CCC-GARCH Modelinden Tahmin Edilen Dinamik Hedge Rasyosu

Tablo 8 VEC-Diag-BEKK-GARCH (1,1) Tahmin Sonuçları

$$\begin{aligned} \Delta S_t &= \alpha_1 + \sum_{i=1}^m \theta_{1i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{1i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{1i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ &= 0,00018[0,99]\alpha_1 - 0,15[-2,13]\Delta S_{t-1} - 0,04[-0,51]\Delta S_{t-2} + 0,016[0,24]\Delta S_{t-3} + \\ &0,20[2,76]\Delta F_{t-1} + 0,05[0,63]\Delta F_{t-2} - 0,02[-0,33]\Delta F_{t-3} + 0,023[0,52]\varepsilon_{r,t-1} + u_{s,t} \\ \Delta F_t &= \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^n \phi_{2i} \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^r a_{2i} \varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \\ &= 0,00018[1,01]\alpha_2 + 0,22[3,04]\Delta S_{t-1} + 0,14[1,91]\Delta S_{t-2} + 0,07[1,12]\Delta S_{t-3} - \\ &0,179[-2,51]\Delta F_{t-1} - 0,13[-1,83]\Delta F_{t-2} - 0,07[-0,99]\Delta F_{t-3} + 0,15[3,44]\varepsilon_{r,t-1} + u_{f,t} \\ \sigma_{s,t}^2 &= \alpha_{0,1,1} + (\alpha_{1,1,1})^2 u_{s,t-1}^2 + (\beta_{1,1,1})^2 \sigma_{s,t-1}^2 \\ &= 0,00000055 + (0,21)^2 u_{s,t-1}^2 + (0,974)^2 \sigma_{s,t-1}^2 \\ &\quad [4,07] \quad [18,03] \quad [369,7] \\ \sigma_{f,t}^2 &= \alpha_{0,2,2} + (\alpha_{1,2,2})^2 u_{f,t-1}^2 + (\beta_{1,2,2})^2 \sigma_{f,t-1}^2 \\ &= 0,00000054 + (0,20)^2 u_{f,t-1}^2 + (0,976)^2 \sigma_{f,t-1}^2 \\ &\quad [4,26] \quad [17,79] \quad [407,8] \\ \sigma_{s,f,t} &= \alpha_{0,1,2} + \alpha_{1,1,1} u_{s,t-1} u_{f,t-1} \alpha_{1,2,2} + \beta_{1,1,1} \sigma_{s,f,t-1} \beta_{1,2,2} \\ &= 0,00000053 + 0,21 u_{s,t-1} u_{f,t-1} 0,20 + 0,974 \sigma_{s,f,t-1} 0,976 \\ &\quad [4,28] \quad [18,03] \quad [17,79] \quad [369,7] \quad [407,8] \end{aligned}$$

[], tahmin sonuçlarına ilişkin z-istatistik değerlerini ifade etmektedir. Tanısal test sonuçları: Otokorelasyon Portmanteau Q(2)=0,68(0,99), Q(4)=9,29(0,90), Q(6)=21,97(0,58) ve Q(8)=31,42(0,49)



Grafik 6 VEC-Diag-BEKK-GARCH Modelinden Tahmin Edilen Dinamik Hedge Rasyosu

Dinamik yöntemler yardımıyla tahmini yapılan optimal hedge rasyosu, spot ve vadeli fiyatlar arasındaki korelasyonun zamana bağlı olarak değiştiğini dikkate alan bir bakış açısı ortaya koyduğu için hem model sonuçları hem de tanısal testler sonucunda statik yöntemlere göre en uygun tahminlemeyi ortaya koymaktadır. Tablo 9 değerlendirildiğinde tahmini farklı modeller yardımıyla yapılan minimum varyans hedge rasyosuna ilişkin karşılaştırma yapılabilir.

Tablo 9 Hedge Rasyosu Tahmin Sonuçları

Model	Hedge Rasyosu
EKK	0,9291
ECM(3)	0,9486
VECM(3)	0,9498
ECM-GARCH(2,1)	0,9578
VEC-CCC-GARCH(1,1)	0,9775
VEC-Diag-BEKK-GARCH(1,1)	0,9641

5. SONUÇ

Spot piyasalarda gerçekleştirilen yatırımların ortaya çıkarmış olduğu risklerin hem ulusal hem de uluslararası finans piyasalarında sadece çeşitlendirme yoluyla en aza indirilememesi, yatırımcıların spot piyasalardaki pozisyonları sebebiyle ortaya çıkan riskleri kontrol altına alma çabalarını artırmaktadır.

Spot piyasalardaki fiyat dalgalanmalarından kaynaklanan riskleri kontrol altına almak ve söz konusu dalgalanmaları fırsata dönüştürmek amacıyla kurulmuş olan vadeli işlem piyasalarının, riskten korunma stratejilerinin üretilmesi için büyük bir fırsat olduğu gerçeği altında Türk vadeli işlem piyasalarındaki optimal hedge rasyosunu hisse senedi endeksleri üzerinden ortaya koymayı ve en uygun tahmin modelini tespit etmeyi amaçlayan bu çalışmada, farklı modeller üzerinden hedge rasyosu tahmin edilmiştir.

BIST 30 endeksi ve endeks üzerine düzenlenen vadeli işlem sözleşmelerinin 04/02/2005-02/08/2013 aralığındaki gün sonu fiyat serileri üzerinden gerçekleştirilen analizler yardımıyla hedge rasyosu tahmininde kullanılan statik ve dinamik modeller arasından Türk vadeli işlem piyasaları için en uygun HR tahmin modeli ortaya konulmaya çalışılmıştır.

EKK, ECM ve VECM gibi, model artıklarının otokorelasyon içermediğini ve sabit varyansa sahip olduğunu varsayan statik model tahmin sonuçlarına ilişkin tanısal testler, model sonuçlarının güvenilir olmadığını kanıtlamaktadır. Varyansın zaman içinde değişim sergilediğini dikkate alarak kurulan ECM-GARCH modeli sonucunda her ne kadar daha tutarlı ve güvenilir bir hedge rasyosu tahmin edilse de söz konusu statik modellerle tüm veri seti için tek bir HR tahmini gerçekleştirilebilmektedir. Bu sebeple spot ve vadeli fiyatlar arasındaki korelasyonun zaman içinde değiştiğini dikkate alan dinamik modeller yardımıyla gerçekleştirilen HR tahminlemesinde spot ve vadeli fiyat serileri arasındaki tüm korelasyon ilişkileri için ayrı ayrı HR tahmini gerçekleştirilerek söz konusu hedge rasyolarının ortalaması alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, spot ve vadeli fiyat serilerinin kısa ve uzun dönemli ilişkilerinin ortalama denklemine ilave edilmesiyle kurulan VEC-CCC-GARCH ve VEC-Diag-BEKK-GARCH gibi dinamik model tahminlerinin statik yöntemlere nazaran daha tutarlı ve güvenilir HR tahmini yaptığı kanıtlanmıştır. Dinamik modeller arasında CCC-GARCH modeli, statik modeller içinde ise varyansın zaman içindeki değişkenliğini dikkate alacak şekilde oluşturulan ECM-GARCH model tahminleri diğer modellere göre daha üstündür. Araştırma bulguları, Park ve Switzer (1995), Bera vd. (1997), Floros ve Vougas (2004), Yang ve Allen (2004), Olgun ve Yetkiner (2011) gibi çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Çalışma sonuçları, finans literatürüyle paralel şekilde geleneksel yöntemlerle uygun hedge rasyosunun tahmin edilemeyeceğini ayrıca kanıtlamaktadır.

İleride Spot ve vadeli fiyatlara ilişkin daha kısa (gün içi) zaman aralıklarını dikkate alan çalışmalar yardımıyla optimal HR tahminine ilişkin çalışmaların sayısının ülkemizde artış göstermesi, vadeli işlem piyasalarının riskten korunma mekanizmaları olduklarının anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Vadeli işlem piyasalarının riskten korunma stratejilerinin üretilmesine katkı sağlayan bir mekanizma haline gelmesi, beraberinde spot piyasalardaki bilgisel etkinliğin artmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- ANDERSON , R. W., DANTHINE, J.P. (1980). "Hedging and Joint Production: Theory and Illustrations". The Journal of Finance, (35), 487-498.ss.
- ARSHANAPALLI, B., DOUKAS, J. (1997). "The Linkages Of S&P 500 Stock Index and S&P 500 Stock Index Futures Prices During October 1987". Journal Of Economics and Business. (49), 253-266.ss.

ÇELİK

- AKSOY, G., OLGUN, O. (2009). “Optimal Hedge Oranı Tahminlemesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma: VOB Örneği”. İktisat İşletme ve Finans Dergisi. Cilt: 24, Sayı: 274, 33-53.ss.
- BABA, Y., ENGLE, R.F., KRAFT, D.F., KRONER, K.F. (1990). “Multivariate Simultaneous Generalized ARCH”, mimeo. Department of Economics. University of California, San Diego, CA.
- BOLLERSLEV, T. (1990). “Modelling The Coherence in Short-run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Model”. *Review of Economics and Statistics*. (72), 498-505.ss.
- BAILLIE, R.T., MYERS, R.J. (1991). “Bivariate GARCH Estimation of The Optimal Commodity Futures Hedge”. *Journal of Applied Econometrics*. 6(2), 109-124.ss.
- BERA, A.K., GARCIA, P., ROH, J.S. (1997). “Estimation of Time-Varying Hedge Ratios for Corn and Soybeans: BGARCH and Random Coefficient Approaches”. OFOR paper no. 97-06., 1-28.ss.
- BUTTERWORTH, D., HOLMES, P. (2000). “Ex Ante Hedging Effectiveness of UK Stock Index Futures Contracts: Evidence for The FTSE 100 and FTSE Mid 250 Contracts”. *European Financial Management* . (6), 441-57.ss.
- BHADURI, S., DURAI, S.R.S. (2008). “Optimal Hedge Ratio and Hedging Effectiveness of Stock Index Futures: Evidence From India”. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*. Vol. 1, Issue. 1, 121-134.ss.
- CECHETTI, S.G., CUMBY, R.E., FIGLEWSKI, S. (1988). “Estimation of The Optimal Futures Hedge”. *Review of Economics and Statistics*.70(4), 623-630.ss.
- CHAN, K., CHAN, K. C. ve KAROLYI, A. (1991). “Intraday Volatility In The Stock Index and Stock Index Futures Markets”. *The Review Of Financial Studies*. Vol.4, No.4, 657-684.ss.
- CHAN, K. (1992). “A Further Analysis Of The Lead-Lag Relationship Between The Cash Market and Stock Index Futures Market”. *The Review Of Financial Studies*. Vol.5, No.1, 123-152.ss.
- CHOU, W. L., DENIS, K.K.F., LEE, C. F. (1996). “Hedging With The Nikkei Index Futures: The Conventional Model Versus The Error Correction Model”. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 36(4), 495-505.ss.
- CHEN, S-S., LEE, C-F., SHRESTHA, K. (2003). “Futures Hedge Ratios: A Review”. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. (43), 433-465.ss.
- CHOUDHRY, T. (2009). Short-run Deviations and Time-Varying Hedge Ratios: Evidence From Agricultural Futures Markets”. *International Review of Financial Analysis*. Vol.18, Issue. 1-2, 58-65.ss.
- ÇELİK, İ. (2012). Vadeli İşlem Piyasasında Fiyat Keşfi İzmir Vadeli İşlem Ve Opsiyon Borasasında Ampirik Bir Uygulama. İstanbul. Türkiye Bankalar Birliği. Yayın No. 283.
- DE JONG, F., DONDEERS, M. W. M. (1998). “Intraday Lead-Lag Relationships Between The Futures, Options and Stock Market”. *European Finance Review*. (1), 337-359.ss.
- DEGIANNAKIS, S., FLOROS, C. (2010). “Hedge Ratios in South African Stock Index Futures”. *Journal of Emerging Market Finance*. (9:3), 285-304.ss.
- EDERINGTON, L. (1979). “The Hedging Performance Of The New Futures Markets”. *Journal of Finance*. 34(1), 157-70.ss.
- ENGLE, R.F., KRONER, K.F. (1995). “Multivariate Simultaneous Generalized ARCH”. *Econometric Theory*. (11), 122-50.ss.
- FLOROS, C., VOUGAS, D.V. (2004). “Hedge Ratios in Greek Stock Index Futures Market”. *Applied Financial Economics*. (14), 1125-1136.ss.
- FLOROS, C., VOUGAS, D. V. (2007). “Lead-Lag Relationship Between Futures and Spot Markets In Greece: 1999-2001”. *International Research Journal Of Finance and Economics*. Issue 7, 168-174.ss.
- FLOROS, C.(2009). “Price Discovery In The South African Stock Futures Market”. *International Research Journal Of Finance and Economics*. Issue 34, 148-159.ss.
- GRANGER, C. W. J. (1986). “Development In The Study Of Cointegrated Economics Variables”. *Oxford Bulletin Of Economics and Statistics*. (48), 213- 228.ss.
- GHOSH, A. (1993). “Hedging With Stock Index Futures: Estimation and Forecasting With Error Correction Model”. *The Journal of Futures Markets*. 13 (7), 743-752.ss.
- GHOSH, A., CLAYTON, R. (1996). “Hedging With International Stock Index Futures: An Intertemporal Error Correction Model”. *Journal of Financial Research*. 19(4), 477-492.ss.
- GEE, C. S., KARIM, M. Z. A. (2005). “The Lead-lag Relationship Between Stock Index Futures and Spot Market In Malaysia: A Cointegration and Error Correction Model Approach”. *Chulalongkorn Journal Of Economics*. 17(1), 53-72.ss.

- HERBST, A. F., McCormack, J. P., WEST, E. N. (1987). "Investigation of A Lead- Lag Relationship Between Spot Stock Indices and Their Futures Contract". *The Journal Of Futures Market*. Vol. 7, no 4, 373- 381.ss.
- HSU, C-C., TSENG, C-P. WANG, Y-H. (2008). "Dynamic Hedging with Futures: A Copula-based GARCH Model". *Journal of Futures Markets*. Vol.28, Issue 11., 1013–1116.ss.
- JOHNSON, L. L. (1960). "The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures". *The Review of Economics Studies*. 23(10), 139-151.ss.
- KAWALLER, I. G., KOCH, P. D., KOCH, T. W. (1987) "The Temporal Price Relationship Between S&P500 Futures and The S&P500 Index". *The Journal Of Finance*. Vol: XLII, no 5.
- KENOURGIOS, D., SAMITAS, A., DROSOS, P. (2008). "Hedge Ratio Estimation and Hedging Effectiveness: The case of The S&P 500 Stock Index Futures Contract". *Int. J. Risk Assessment and Management*. Vol. 9, Nos. ½, 121-134.ss.
- KOSTIKA, E., MARKELLOS, R.N. (2013). ""Optimal Hedge Ratio Estimation and Effectiveness Using ARCD". *Journal of Forecasting*. Vol. 32, Issue 1, 41–50.ss.
- LIEN, D.H.D. (1996). "The Effect of The Cointegration Relationship on Futures Hedging: A Note". *The Journal of Futures Markets*. Vol. 16, No. 7, 773-780.ss.
- LIEN, D., TSE, Y.K. (1999). "Fractional Cointegration and Futures Hedging". *The Journal of Futures Markets*. Vol. 19, No. 4, 457–474.ss.
- LIEN, D., TSE, Y.K., TSUI, A.K.C. (2002). "Evaluating The Hedging Performance of The Constant-Correlation GARCH Model". *Applied Financial Economics*. (12), 791-798.ss.
- LEE, C-F., LIN, F-L., CHEN, M-L. (2010). "International Hedge Ratios For Index Futures Market: A Simultaneous Equations Approach". *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*. Vol. 13, No. 2, 203-213.ss.
- MYERS, R.J., THOMPSON, S.R. (1989). "Generalized Optimal Hedge Ratio Estimation". *American Journal of Agricultural Economics*. 71(4), 858-867.ss.
- MYERS, R.J. (1991). "Estimating Time-Varying Optimal Hedge Ratios On Futures Markets". *The Journal of Futures Markets*. Vol. 11., No. 1., 39-53.ss.
- MIFFRE, J. (2004). "Conditional OLS Minimum Variance Hedge Ratios". *The Journal of Futures Markets*. Vol. 24., No. 10., 9459–64.ss.
- MEN, X., MEN, X. (2008). "Hedging Effectiveness Of Hong Kong Stock Index Futures Contracts". *International Journal of Business and Management*. Vol. 3, No. 8, 98-108.ss.
- OLGUN, O., YETKİNER, I.H. (2011). "Determination of Optimal Hedging Strategy For Index Futures: Evidence From Turkey". *Emerging Markets Finance and Trade*. Vol. 47., Issue 6., 68-79.ss.
- ÖZEN, E., BOZDOĞAN, T., ZÜGÜL, M. (2009). "The Relationship of Causality Between The Price Of Futures Transactions Underlying Stock Exchange and Price Of Cash Market: The Case Of Turkey". *Middle Eastern Finance and Economics*. Issue 4, 28-37.ss.
- PARK, T.H., SWITZER, L.N. (1995). "Time-Varying Distributions and The Optimal Hedge Ratios For Stock Index Futures". *Applied Financial Economics*. (5), 131-137.ss.
- PRASHAD, A. (2011). "Hedging Performance of NIFTY Index Futures". Center for International Trade and Development, JNU, New Delhi, India 1-29.ss. <http://www.igidr.ac.in> 01/12/2013
- RUTLEDGE, D. J.S. (1972). "Hedgers' Demand for Futures Contracts: A Theoretical Framework With Applications To The United States Soy-Bean Complex". *Food Research Institute Studies*. (11), 237-256.ss.
- TARI, R., (2008), *Ekonometri, İstanbul, Avcı Ofset*
- WORKING, H. (1953). "Futures Trading and Hedging". *American Economic Review*.43 (3), 314-343.ss.
- YANG, W. (2001). "M-GARCH Hedge Ratios and Hedging Effectiveness in Australian Futures Markets". School of Finance and Business Economics working paper series. (Edith Cowan University), 01.04, 1323-9244.ss.
- YANG, W., ALLEN, D.E. (2004). "Multivariate GARCH Hedge Ratios and Hedging Effectiveness in Australian Futures Markets". *Accounting and Finance*. (45), 301–321.ss.