

STOKASTİK OYNAKLIK MODELİ İLE İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASINDA KALDIRAÇ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yeliz YALÇIN*

ÖZET

Bu çalışmanın amacı stokastik oynaklık modeli yaklaşımı ile İstanbul Menkul Kıymetler Borsası için kaldıraç etkisini 01.01.1990–11.08.2006 periyotları arasında incelemektir. Beklenen indeks getirisi ile koşullu oynaklık arasındaki ilişki finansal ekonomi literatüründe ilgi çeken konulardan biridir. Yapılan çalışmalarda hem pozitif hem de negatif etkinin varlığından söz edilmektedir. Bu çalışmada da elde edilen bulgular çerçevesinde İMKB-100 endeksinde anlamlı bir kaldıraç etkisinin olmadığı buna karşın negatif geri beslemenin varlığından söz edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kaldıraç Etkisi, Stokastik Oynaklık, GARCH-M

1. Giriş

Hisse senedi fiyatlarındaki değişimleri yansıtan borsa endeksleri, yatırımcıların karşılaştırmalı performans değerlendirmelerinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, ileri piyasa ekonomisinde beklenen indeks getirisi ile koşullu oynaklık arasındaki ilişki üzerine tesis edilen çalışmalarda hızlı bir artış meydana gelmiştir.

Beklenen getiri ile beklenen oynaklık arasında pozitif ilişki olduğunda rasyonel risk alıcılar endeksin daha oynak bir döneminde daha yüksek getiri sağlamak isterler. Ancak GARCH-M modelleri ile yapılan uygulamalı çalışmaların çoğunda beklenenin aksine oynaklık ile beklenen getiri arasında negatif bir ilişkinin varlığına dair güçlü kanıtlar elde edilmiştir. Bunun sebebi, getiri sürecinde beklenmedik büyük bir şok olduğunda -ki bu şoklar kötü veya iyi haber olabilir- gelecek dönemde seride yüksek derecede oynaklığın beklenmesidir. Eğer beklenen getiri ile beklenen oynaklık arasında ilişki pozitif ve gelecek para akışı bundan etkilenmiyorsa, anlık endeks değeri düşecektir. Benzer şekilde, endekste meydana gelen küçük şoklar eş zamanlı olarak endeks değerinin artmasına neden olacaktır. Bu durum literatürde oynaklık geri besleme teorisi (volatility feedback) olarak bilinmektedir. Bu teori iki varsayıma dayanır: beklenen getiri ile beklenen oynaklık

* Arş.Gör., Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
([yyeliz@gazi.edu.tr](mailto:yeliz@gazi.edu.tr))

arasında pozitif bir ilişki olacak ve aynı zamanda oynaklık sürekli olacaktır. Asimetrik oynaklık için yapılan bir başka açıklama ise kaldıraç etkisidir. Negatif şokların pozitif şoklardan daha fazla oynaklığı artırdığını ileri süren kaldıraç etkisi ilk defa Black (1976) ve Christie (1982) tarafından ortaya atılmıştır. Başka bir ifadeyle, hisse senedi piyasasında, fiyatlarda beklenmeyen bir düşüş benzer büyüklükte beklenmedik bir artışa göre oynaklığı daha fazla artırır. Bununla, kötü haberin oynaklık üzerindeki etkisinin, iyi haberin oynaklık üzerindeki etkisinden daha büyük olduğu ifade edilmektedir (Nelson, 1991). Eğer kaldıraç etkisi ile birlikte oynaklık geri besleme etkisi de mevcut ise kötü haberler oynaklığı artırır ancak iyi haberlerin net etkisi açık değildir.

Uygulamalı çalışmalarda, beklenen getiri ile beklenen oynaklık arasındaki ilişki hakkında iki farklı sonuç mevcuttur. Örneğin, French ve diğerleri (1987) ve Campbell ve Hentschel (1992), oynaklık ile getiri arasında pozitif ilişki bulmuşlar ve oynaklık geri besleme teorisini savunmuşlardır. Buna karşın, Nelson (1991) ve Glosten ve diğerleri (1993), beklenen getiri ve koşullu varyans arasında negatif ilişki bulmuşlardır. Bu çelişkili sonuçlar, endeks oynaklığının asimetrik davranışında oynaklık geri beslemesi ve kaldıraç etkisinin birlikte ele alınmasını önemli hale getirmektedir.

Türkiye İMKB için beklenen getiri ve beklenen oynaklık arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmalar sınırlı sayıda olup bunlara ait yöntem ve bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- (i) Akgül ve Sayyan (2005): İMKB30 endeksinde bulunan hisse senetleri için, asimetrik ilişki ARCH tipi modellerle incelenmiş ve 14 hisse senedinde kaldıraç etkisinin geçerli olduğu bulunmuştur.
- (ii) Mazıbaş (2005): İMKB Bileşik, Mali, Hizmet ve Sinai endekslerinde, günlük, haftalık ve aylık frekanslarda kaldıraç etkisini asimetrik GARCH tipi modellerle incelemiştir. Çalışmada, İMKB endeksinde ait haftalık verilerde asimetri ve kaldıraç etkileri belirgin bir şekilde öne çıkarken, günlük verilerde asimetri etkisi nispeten daha düşük olarak bulunmuştur. Günlük, haftalık ve aylık verilerle yapılan tahminlerde, olumsuz haberlerin oynaklık üzerindeki etkisinin olumlu haberlerden daha yüksek olduğu yani kaldıraç etkisinin mevcut olduğu belirlenmiştir. Yazar, bunun en önemli nedenlerinden ilkinin, yatırımcıların son 10–15 yılda belli dönemlerde yaşanan krizlerden

edindikleri tecrübeyle olumsuz haberlere karşı gösterdikleri aşırı reaksiyon olduğu ifade etmiştir. Diğer bir nedenin ise IMKB piyasasının yeterince derin olmaması nedeniyle yatırımcıların özellikle düşüş yönlü spekülative hareketlere karşı aşırı hassas olmaları olarak belirtilmiştir. Olumsuz senaryolara göre oluşturulan beklentiler, endeksteği aşağı yönlü hareketlerin yukarı yönlü hareketlerden daha şiddetli olmasına neden olmaktadır.

- (iii) Selçuk (2006): Türkiye'nin de bulunduğu 10 adet gelişmekte olan borsa için kaldıraç etkisini asimetrik stokastik oynaklık modeli ile incelemiş ve beklenen getiri ile oynaklık arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Türkiye borsası için yapılan çalışmalara bakıldığında, Selçuk (2006) dışında, kaldıraç etkisi GARCH tipi modellerle incelenmiştir. Ancak GARCH tipi modeller beklenen getiri ve oynaklığı aynı anda tahmin edememektedirler. Diğer bir ifadeyle, GARCH modellerinde (t+1) anındaki koşullu oynaklık, t anında fiyatlarda meydana gelen ani yükselmelerin ve düşmelerin tepkilerine izin verirler. Bu çalışmada ilk defa Türkiye borsası için kaldıraç etkisi Ortalamada Stokastik Oynaklık Modeli (Stochastic Volatility-in-Mean)(SVM) ile incelenmiştir. SVM modeli GARCH modellerinin tersine beklenmedik oynaklığı içermektedir. Dolayısıyla SVM ile sadece beklenen getiri ile beklenen oynaklık arasındaki ilişki değil aynı zamanda oynaklık geri besleme (volatility feedback) etkisi de ölçülmüş olacaktır.

Çalışmanın izleyen bölümünde, GARCH-M ve SVM modelleri için kısa bir teorik çerçeve sunulmuş, üçüncü bölümünde kullanılan verilerin istatistiksel özellikleri ve tahmin sonuçları incelenmiştir. Çalışma elde edilen bulguların değerlendirmesi ile son bulmaktadır.

2. Model

Finans ve ekonometri literatüründe, oynaklığın modellenmesinde, gerek asimetrik ilişkilerin gerekse de kaldıraç etkisinin incelenmesinde iki çeşit model kullanılmaktadır: ARCH-GARCH tipi modeller ve Stokastik Oynaklık modelleri. Bu iki model türü arasında önemli farklılıklar vardır. ARCH tipi modeller, koşullu varyansı gözlenebilir bir değişkenin fonksiyonu olarak modellerken; Stokastik oynaklık modelinde varyans gözlenemeyen bir değişken olarak modellenmektedir. Dolayısıyla Stokastik Oynaklık modeli gizli oynaklık (latent volatility) modeli

olarak da isimlendirilmektedir. Ancak, stokastik oynaklık modelleri bu özelliği ile GARCH modellerinden üstün olmasına rağmen, uygulamadaki zorluğu açısından çok da fazla kullanılmamaktadır.

2.1. GARCH-M (Ortalamada Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) Modeli

ARCH modellerinin arkasında yatan temel düşünce modelin geçmiş bilgilere dayalı olan koşullu varyans değerlerini kullanmasıdır. GARCH modeli ile y_t sürecinin koşullu hata varyansı ARMA süreci olarak modellenir. Ortalamanın kendi koşullu varyansından etkilendiği p ve q dereceden GARCH-M modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir. μ_t risk primi olmak üzere

$$\begin{aligned} y_t &= \mu_t + \varepsilon_t \\ \mu_t &= \beta + \delta h_t, \delta > 0 \\ h_t &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \end{aligned} \quad (1)$$

Burada $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ ve $\beta_i \geq 0$ dir ve $\delta > 0$ ise getiriler pozitifdir ve geçmiş oynaklıktan etkilenmektedir. Ayrıca sürecinin durağan olabilmesi için $\sum_{i=1}^{\max i,j} \alpha_i + \beta_j < 1$ özelliğini sağlaması gerekir. GARCH modelinin tahmininde En Çok Olabilirlik Yöntemi kullanılmıştır (Bollerslev, 1986).

2.2. Stokastik Oynaklık Modeli

Stokastik oynaklık modeli için ortalama denklemi genel olarak

$$y_t = \mu_t + \sigma_t \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0,1) \quad (2)$$

$$\mu_t = a + \sum_{i=1}^k b_i x_{i,t} \quad (3)$$

şeklinde verilebilir. Burada μ_t ortalama, a sabit terim ve x_1, x_2, \dots, x_k regresyon katsayılarıdır. Stokastik oynaklık modeli bilinmeyen oynaklığın zaman içinde stokastik olarak değiştiğini varsaymaktadır. Dolayısıyla SV modeli için varyans denklemi genel olarak

$$\sigma_t^2 = \sigma^{*2} \exp(h_t) \quad (4)$$

şeklinindedir. Burada, σ^* pozitif ölçekleme katsayısıdır.

Model, gözlenemeyen varyans bileşenini, logaritmasını alarak otoregresif model şeklinde doğrusal stokastik süreç olarak modellemektedir. Oynaklık süreci σ_t^2 , pozitif ölçeklendirme katsayısı σ^* ile üssel stokastik süreç h_t 'nin çarpımı şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $h_t = \ln(\sigma_t^2 / \sigma^{*2})$ birinci sıradan otoregresif model olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$h_t = \phi h_{t-1} + \sigma_\eta \eta_t, \quad \eta_t \sim \text{NID}(0,1) \quad (5)$$

Oynaklık süreci σ_t^2 nin durağan olması için, süreklilik parametresi ϕ nin pozitif ve birden küçük değer alması gerekmektedir.

Koopman and Uspensky (2002) SV modelini, ortalamada stokastik oynaklık modeli (SVM) olarak genişletmiştir. SVM modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$y_t = a + \sum_{i=1}^k b_i y_{t-i} + d \sigma^{*2} \exp(h_t) + \sigma^* \exp(0.5h_t) \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0,1) \quad (6)$$
$$h_t = \phi h_{t-1} + \sigma_\eta \eta_t, \quad \eta_t \sim \text{NID}(0,1)$$

Burada d risk primi katsayısıdır ve ortalamadaki oynaklığın ölçüsüdür. Bununla birlikte d parametresi, getiri ile oynaklık arasındaki ilişkiyi ve aynı zamanda oynaklıktaki geri besleme etkisini ölçer. Stokastik oynaklık modeli parametreleri tahmininde literatürde farklı metotlar mevcuttur. Bu çalışmada alternatif parametre tahmin yöntemlerinden “Tam En Çok Olabilirlik- Monte Carlo Önemli Örnekleme Metodu” kullanılmıştır.

3. Veri ve Ampirik Sonuçlar

Çalışmada, 01.01.1990 - 11.08.2006 tarihleri itibariyle İMKB Ulusal 100 endeksinin günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır¹. Kaldıraç etkisinin incelenmesi amacıyla endekse ait getiri $R_t = 100(\ln P_t - \ln P_{t-1})$ formülü ile hesaplanmıştır. Burada P_t , t anındaki fiyat endeksi değeridir.

¹ www.tcmb.gov.tr elektronik veri dağıtım merkezinden derlenmiştir.

Tablo 1: İMKB-100 Getiri Endeksinin Tanımlayıcı İstatistikleri

| n | Ortalama | Standart sapma | Basıklık | Çarpıklık | Min | Max |
|------|----------|----------------|----------|-----------|---------|--------|
| 4333 | 0.171 | 2.930 | 6.492 | -0.066 | -19.978 | 17.773 |

Tablo 1'e göre, İMKB-100 getiri endeksi, basıklık katsayısı 3 den büyük olduğu için leptokurtik ve çarpıklık katsayısı negatif olduğu için sola çarpık bir dağılıma sahiptir.

Çalışmada, kaldıraç etkisini incelemek amacıyla iki model tahmin edilmiştir². GARCH-M modeli için getiri serisinin uygun gecikme uzunluğu, maksimum gecikme 24 alınarak FPE (Final Prediction Error) kriteri ile 13 olarak belirlenmiştir. GARCH-M modeli tahmininde uygun model GARCH(1,1)-M olarak belirlenmiş ve tahmin sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: GARCH-M Tahmin Sonuçları

| | Katsayı | Standart Hata | t-istatistiği | p-değeri |
|--|---------|---------------|---------------|----------|
| C | 0.246 | 0.047 | 5.180 | 0.000 |
| Q1 | 0.119 | 0.012 | 9.841 | 0.000 |
| P1 | 0.856 | 0.013 | 64.880 | 0.000 |
| δ | 0.011 | 0.048 | 0.232 | 0.817 |
| Q(5): 7.831 (p-değeri: 0.165) Q(20): 24.354(p-değeri: 0.227) Q(60): 74.241 (p-değeri: 0.102) Jarque-Bera Normallik Test İst.: 1193.1843 (p-değeri: 0.000) | | | | |

Koşullu varyans denklemindeki P1 ve Q1 tahminleri istatistiksel olarak anlamlı olup toplamları birden küçüktür. Ancak ortalama etkisi olan δ tahmin değeri pozitif olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir. Başka bir ifadeyle, “beklenen getiri ile oynaklık arasında ilişki yoktur” şeklindeki yokluk hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Ayrıca standardize edilmiş artıkların otokorelasyonlu olup olmadıkları 5, 20 ve 60 gecikme uzunluklarında Ljung-Box Q testi ile incelenmiştir. “İlk 5 gecikme uzunluğunda otokorelasyonun olmadığı” şeklinde ifade edilen yokluk hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde

² GARCH-M modellerinin tahmininde WinRats 6.10, Stochastic Volatility modelinin tahmininde Ox programı kullanılmıştır.

reddedilememiştir. Benzer şekilde 20 ve 60 gecikme uzunluklarında da otokorelasyon sorunu yoktur. Ayrıca standartlaştırılmış artıkların normal dağılıp dağılmadığı Jarque-Berra Normallik testi ile araştırılmış ve %5 anlamlılık düzeyinde standartlaştırılmış artıkların normal dağılıma sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Beklenen indeks getirisi ile oynaklık arasındaki ilişkiyi eşzamanlı olarak belirlemek için getiri serisi kullanılarak SVM modeli parametreleri tahmin edilmiş ve sonuçlar Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3: SVM Tahmin Sonuçları

| | Katsayı | Güven Aralığı Alt Sınır Değeri | Güven Aralığı Üst Sınır Değeri |
|-------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| a | 0.224 | 0.122 | 0.326 |
| b | 0.082 | 0.056 | 0.119 |
| d | -0.010 | -0.026 | 0.005 |
| σ^{*2} | 5.730 | 4.876 | 6.734 |
| ϕ | 0.950 | 0.929 | 0.965 |
| σ_{η}^2 | 0.070 | 0.049 | 0.101 |

AIC =20502
Jarque-Bera Normallik Test İst.: 16.931
Q(12): 14.078
Güven aralıkları %5 anlamlılık düzeyinde elde edilmiştir.

Oynaklık sürekliliği (volatility persistence) parametre tahmin değeri 0.95 olarak bulunmuştur. Bu katsayı istatistiksel olarak anlamlı olup birden küçüktür. Ortalama parametresi b'nin tahmini pozitif olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Beklenen getiri ile oynaklık arasındaki anlık ilişkiyi ve oynaklık geri besleme etkisini (volatility feedback effect) veren d'nin tahmin edilen değeri negatiftir. Ancak d parametresinin sıfıra eşit olduğu hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir. İMKB-100 getiri endeksinin ölçek parametresi ve oynaklıktaki değişimin ölçüsü olarak sırasıyla $\sigma^{*2} = 5.730$ ve $\sigma_{\eta}^2 = 0.070$ değerleri elde edilmiştir. Yüksek ölçek parametresi yüksek oynaklık düzeyini göstermesine rağmen, ϕ nin küçük değeri ve σ_{η}^2 nin büyük değeri serinin oynaklığının düşük olasılıkla öngörülebilir olduğu hakkında bilgi vermektedir.

4. Sonuç

Literatürde kaldıraç etkisini incelemek için genelde GARCH-M ve EGARCH gibi asimetrik koşullu varyans yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise mevcut çalışmaların aksine günlük İMKB Ulusal 100 endeksi için kaldıraç etkisi GARCH-M modellemesine ilave olarak SVM (Stochastic Volatility in Mean) modellemesi ile incelenmiştir. SVM modeli, beklenen endeks getirisini ve oynaklık arasındaki ilişkiyi eş zamanlı olarak tahmin etmesiyle GARCH modellerine alternatif bir modeldir. GARCH-M tahmin sonuçlarına göre İMKB-100 endeksinde beklenen getiri ile beklenen oynaklık arasında istatistiksel olarak anlamsız pozitif bir ilişki bulunmuştur. Buna karşın SVM tahmin sonuçlarında zayıf negatif bir ilişki gözlenmiştir. İlişkinin bu şekilde farklı olması direkt olarak SVM modelinin yapısına bağlıdır. Çünkü SVM modeli beklenen getiri ve oynaklık arasındaki ilişkiyi vermekle birlikte aynı zamanda oynaklık geri beslemesini de ölçmektedir. SVM deki büyük negatif eşzamanlı ilişki GARCH-M modelindeki büyük pozitif ex-ante ilişki ile birleştirilecek olursa, oynaklık ile getiri arasındaki güçlü ex-ante ilişki oynaklıkta geri beslemenin olduğuna dair bir kanıt olarak değerlendirilir. Elde edilen bulgular çerçevesinde İMKB-100 endeksinde anlamlı bir kaldıraç etkisinin olmadığı buna karşın negatif geri beslemenin varlığından söz edilebilir.

ABSTRACT

AN EXAMINATION OF THE LEVERAGE EFFECT IN THE ISE WITH STOCHASTIC VOLATILITY MODEL

The purpose of this paper is to assess the leverage effect of the Istanbul Stock Exchange within the Stochastic Volatility framework in the period 01.01.1990 – 11.08.2006. The relationship between risk and return is a well established phenomenon in Financial Econometrics. Both positive and negative relationship has been reported in the empirical literature. That use the conditional variance the empirical evidence provided in this paper from the Stochastic Volatility is to be negative feed back effect and statistically insignificant leverage effect.

Key Words: Leverage Effect, Stochastic Volatility, GARCH-M

KAYNAKÇA

- AKGÜL, I. ve SAYYAN, H. (2005), “İMKB-30 Hisse Senedi Getirilerinde Volatilitenin Asimetrik Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Öngörüsü”, *T.C. Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu 2005 Geleneksel Finans Sempozyumu Tebliğleri*.
- BLACK, F. (1976), “Studies of Stock Price Volatility Changes”. In Proceedings of the 1976 Meetings of the Business and Economic Statistics Section”, *American Statistical Association*, 177-181.
- BOLLERSLEV, T. (1986), “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity,” *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- CAMPBELL, J. Y. ve HENTSCHEL, L. (1992) “No News is Good News: An Asymmetric Model of Changing Volatility in Stock Returns”, *Journal of Financial Economics*, 31, 281–318.
- CHRISTIE, A.A., (1982), “The Stochastic Behaviour of Common Stock Variances– Value, Leverage and Interest Rate Effects”, *Journal of Financial Economics*, 10, 407–432.
- SELÇUK, F., (2006), “Asymmetric Stochastic Volatility in Emerging Stock Markets”, *Applied Financial Economics*, 15, 12, 867-874.
- FRENCH, K. R., SCHWERT, G. W., ve STAMBAUGH, R. F. (1987), “Expected Stock Returns and Volatility”, *Journal of Financial Economics*, 19, 3–30.
- GLOSTEN, L.R., JAGANATHAN, R. ve RUNKLE, D. (1993), "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Normal Excess Return on Stocks", *Journal of Finance*, 48, 1779-1801.
- NELSON, D.B. (1991), “Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach”, *Econometrica*, 55, 703-708.
- KOOPMAN S.J. ve USPENSKY, E.H. (2002), “The Stochastic Volatility in Mean Model: Empirical Evidence From International Stock Markets”, *Journal of Applied Econometrics*, 17, 667 – 689
- MAZIBAŞ, M., (2005), “İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama”, *VII. Ulusal Ekonometri Ve İstatistik Sempozyumu 26-27 Mayıs 2005*.

Yeliz Yalçın