

İMKB’NİN LATİN AMERİKA BORSALARIYLA İLİŞKİSİ ÜZERİNE ÇOK DEĞİŞKENLİ GARCH MODELLEMESİ

Özlem YORULMAZ - Oya EKİCİ

İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü

ABSTRACT

Having financial integration of the emerging markets increases their sensitivity against global economic events. In this sense, the paper aims to estimate the relation between stock exchange markets in Turkey, Argentina and Brazil as being some of the emerging markets. In analyzing the relation with one of the Multivariate GARCH (MGARCH) methods, the findings of cross shock and volatility spillover on these three markets are interpreted. Accordingly, bidirectional shock spillover between ISE and BOVESPA and unidirectional volatility spillover from Merval to ISE are determined.

Keywords: BEKK, shock, volatility, MGARCH

ÖZET

Gelişmekte olan piyasaların finansal bütünleşme içinde olmaları, küresel ekonomik olaylar karşısında duyarlılıklarını artırmaktadır. Bu anlamda çalışmada gelişmekte olan piyasalardan Türkiye, Arjantin ve Brezilya’daki menkul kıymetler borsaları arasındaki ilişki değerlendirilmektedir. İlişkinin analizinde çokdeğişkenli GARCH (MGARCH) yöntemi kullanılarak, üç piyasanın aralarındaki karşılıklı şok ve volatilité saçılımı (volatility spillover) üzerine elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Buna göre İMKB ile BOVESPA arasında çift yönlü şok saçılımı, Merval’den İMKB’ye tek yönlü volatilité saçılımı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: BEKK, şok, volatilité, MGARCH

GİRİŞ

Piyasaların gidişatını etkileyen çeşitli dinamikler, içsel ekonomik gelişmelerle şekillendiği kadar küresel ekonomi olgusundan da beslenir. Bu anlamda dünya borsalarındaki hareketlerden etkilenen İMKB'nin özellikle de gelişmekte olan piyasaları yakından izlediğini söylemek mümkündür. Farklı ekonomik konjoktürel seyirde olan ülkeler, küresel ortamda yaşanan ekonomik krizlerin veya olumlu gelişmelerin etkisiyle, birbirleriyle paralel hareket edebilirler. Bu durum karşılıklı korelasyon (intercorrelation) olarak bilinir. İMKB'nin Latin Amerika piyasasıyla uzunca bir dönem ortak hareket etmiş (comovement) olması, bu piyasayı temsil eden Brezilya (BOVESPA) ve Arjantin (MERVAL) borsaları ile olan ilişkisini yakından incelemenin gerekliliğine işaret eder. Sözü edilen motivasyonla çalışmada benzer ekonomik göstergelere de sahip olması nedeniyle İMKB, BOVESPA ve MERVAL arasındaki ilişki analiz edilmiştir. BOVESPA, MERVAL ve İMKB genellikle beraber hareket eden ve bundan dolayı “kardeş” olarak adlandırılan borsalardır. Elbette bu ülkelerin kendi içlerindeki siyasi ve ekonomik gelişmeler ortak hareket etme durumuna aykırı olarak ayrılışlara neden olabilmektedir.

Bu konuda bilgi sahibi olmak, yerel ekonomiye etki ettiği gibi global piyasadaki yatırımcıların kararları üzerinde de belirleyici olmaktadır. Sözgelimi zayıf bir ilişki bulunması durumunda yatırımcıların risklerini dağıtarak bulunabilecekleri piyasaları belirlemelerinde yardımcı olur. Bunun yanı sıra dış şoklara karşı örneğin Türkiye’de özellikle Latin Amerika borsalarında mevcut gelişmelerin yansımalarının büyüklüğü de öngörülebilir.

Bilindiği gibi finansal serilerinin hemen hepsi volatilité modellemesine dayanır. Volatilité kavramı, en basit hali ile standart sapmadır ve finansal serilerde zamana bağlı olarak değişir. Bu değişimin ölçümü bir anlamda “risk”in de ölçümü demektir. Dolayısıyla üzerinde durulması gereken bir kavramdır. Riskin ölçülmesi Engle’in (öğrenciliği yıllarında enflasyon ve belirsizlik üzerine çalışırken), ARCH modellemesini oluşturmasında çıkış noktası olmuştur. Engle’in (1982) kendi ifadesiyle ARCH bir tür ağırlıklandırılmış varyanstır. Diğer bir ifadeyle, geçmiş tahmin

hatalarının karelerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Yine kendi tanımlamasıyla parlak öğrencisi Bollerslev (1986) bu konuya oldukça önemli bir ilave yaparak, GARCH modelini tanıtmıştır. Bu ilave otoregresif yapıdaki ARCH modelinin otoregresif hareketli ortalama modeline genellemesi üzerinedir.

Tek bir serinin volatilité modellemesi finansal uygulamalar gözönüne alındığında yetersiz kaldığından, birden fazla serinin aynı anda volatilitelerinin incelenmesi hatta yanı sıra korelasyonlarının incelenmesi ilgi konusu olabilir ki bu da çokdeğişkenli GARCH (MGARCH) kullanımını gerektirir. MGARCH modellemesi için önerilen çeşitli yöntemler vardır. Aslında bunların ortak özelliği, öncelikle volatilité tahminini yapmaları daha sonra da ilave parametrelerle korelasyonları birlikte tahmin etmeleridir. İlerleyen bölümlerde bu yöntemlerden BEKK’ya değinilerek, uygulama bu yöntemle gerçekleştirilmiştir. Finansal serilerde volatilité ilişkisinin arandığı çok sayıda çalışma vardır. Ancak yerli literatüre bakıldığında, hisse senedi piyasalarına uygulaması MGARCH yöntemiyle yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Özün’ün (2007a) gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmemiş piyasalar arasındaki karşılaştırmasını MGARCH yöntemiyle yaptığı bir çalışması vardır. Literatürdeki diğer bir uygulama yine Özün’ün (2007b) Amerika’daki menkul kıymetler borsasının volatilitésinin Türkiye ve Brezilya menkul kıymetler borsalarının getirilerine etkisinin incelendiği çalışmadır. Ayrıca Salman ve Herrera (2008) çalışmasında İMKB, BOVESPA ve MERVAL’in 1994-2007 arasındaki değerleri dikkate alarak, Drudi-Prati Modeli ile sadece piyasaların benzerliğinden hareket ederek maliye konusunda bir inceleme yapmıştır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde veri tanıtılarak bunlara ilişkin ön değerlendirme yapılmış, üçüncü bölümde kullanılan yöntem anlatılarak bulgular sunulmuş ve son bölümde ise bulgular dahilinde yorumlara yer verilmiştir.

I- VERİ VE ÖN DEĞERLENDİRME

Gelişmekte olan üç piyasa İMKB, BOVESPA ve MERVAL yani Türkiye, Brezilya ve Arjantin

menkul kıymetler borsasına ait getiriler 04 Ocak 2001 - 18 Temmuz 2008 tarihleri arasında incelenmiştir. Bu dönem ülkelerin ortak işlem günleri esas alınarak belirlenmiş ve 417 gözlem atılıp her seri için kesişen tarihlerdeki 1512 gözlemlerle çalışılmıştır. Seriler günlük kapanış değerleri ile oluşturulmuş ve analizde de logaritmasının farkı alınarak getiri serilerine dönüştürülmüştür.

Tablo 1 getiri serilerinin özet istatistiklerini vermektedir. Tablodaki standart sapma değerlerine göre en yüksek ve en düşük volatilitelere sahip olanlar sırasıyla, % 2.6 ile İMKB, ve % 1.9 ile BOVESPA' dır. Finansal serilerin genel bir özelliği olarak sivri (leptokurtic) yapı burada da her üç seri için görülmektedir. Getiri serilerinin Jarque-Bera test sonuçlarına göre serilerin normal dağıldığını iddia eden Ho hipotezi kabul edilmemektedir. Getiri serilerinin tek tek incelemesine otokorelasyon testiyle devam edilmiştir. Bu süreç için Ljung-Box istatistiğine göre tabloda verilen 1. gecikme değerlerinde her üç seri otokorelasyon taşımazken 5. gecikmede Merval ve 10. gecikmede de BOVESPA serisi otokorelasyon taşır. Ayrıca Taştan (2006)'ın önerdiği gibi getiri serilerinin karesi üzerinden yapılan Ljung-Box istatistiği ise koşullu volatiliteleri temsil eden bir ölçü olarak kabul edilebilir.

Tablo 1 Özet İstatistikler (Parantez içinde verilen değerler p-değerine karşılık gelmektedir.)

	İMKB	BOVESPA	Merval
Ortalama	0,0008702	0,0008478	0,0009424
Standart Sapma	0,02696	0,01987	0,02420
Asimetri	-0,3802	-0,3435	0,5142
Basıklık	10,006	4,713	12,742
Jarque-Bera	3124,3972	214,3949	6037,4914
P değeri	0,0000	0,0000	0,0000
LB-Q(1)	0,0080(0,9286)	0,2583(0,6113)	1,2225(0,2689)
LB-Q(5)	4,8522(0,4342)	4,9636(0,4203)	11,6172(0,0404)
LB-Q(10)	17,3771(0,0664)	23,5766(0,0088)	17,0897(0,0724)
LB-Q ² (1)	92,5369(0,0000)	0,0730(0,7871)	90,7732(0,0000)
LB-Q ² (5)	131,4390(0,0000)	11,7082(0,0390)	359,5808(0,0000)
LB-Q ² (10)	149,4836(0,0000)	30,1256(0,0008)	510,4964(0,0000)

Analizi derinleştirmeden önce, hisse senedi getiri endeksleri için aranan ilişki basit korelasyon analizi ile değerlendirildiğinde, korelasyonların aynı yönlü olduğu görülmüştür (Tablo 2). Tabloya göre, İMKB'nin özellikle BOVESPA ile daha güçlü ilişkiye sahip olduğu açıktır.

Tablo 2 Getiri endeksleri Korelasyon Tablosu

	İMKB	BOVESPA	Merval
İMKB	1.0000000	0.2983774	0.1663809
BOVESPA	0.2983774	1.0000000	0.3508783
Merval	0.1663809	0.3508783	1.0000000

Başlangıç değerlendirmeleri ve analize ışık tutmaları açısından yapılacak çizimler de önem taşımaktadır. Buna göre hem serilerinin hem de getirilerinin çizimi aşağıdaki gibi elde edilmiştir;

Şekil 1.a Piyasaların hisse senedi endekslerinin çizimini göstermektedir. Çizimde genel olarak serilerin benzer trende sahip olduğu açıktır. Ekonomik yapılarında değişikliklere yol açan 2001 sonu ve 2002 başında yaşanan Brezilya ile Arjantin krizleri sonrasında, gelişen piyasa ekonomilerinin yapısal olarak daha da güçlenmesi burada ortaya çıkan yukarı yönlü trendi açıklamaktadır.

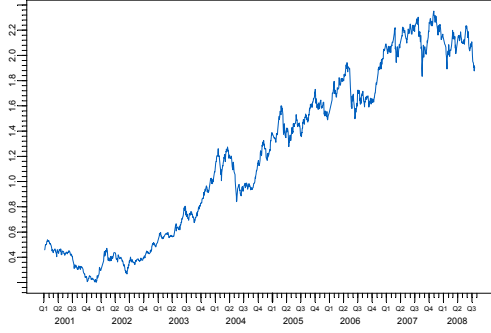
Global likiditenin fazla olduğu zamanlarda aynı risk kategorisinde değerlendirilirken likiditenin azalmasıyla birlikte İMKB, Arjantin ve Brezilya ile ayrılıklar yaşamıştır. Ayrılıklar bir açıdan da Arjantin ve Brezilya'nın son dönemlerde cari fazla vermesine bağlanabilir. Zira tersine aynı dönemde Türkiye oldukça yüksek cari açık vermiştir.

Şekil 1.b Piyasaların hisse senedi getiri endekslerinin çizimini göstermektedir. 2001-2003 tarihleri arasında her üç piyasada volatiliteler yüksekken bu dönem sonrasında BOVESPA'nın volatilitelerinin aynı kararlılığa sahip olduğu ve İMKB ile Merval'in volatilitelerinin daha dar aralıkta hareket ettiği görülmüştür.

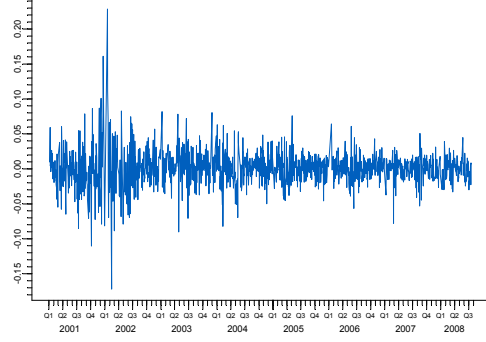
Bir başka ilave jenerik değerlendirme de ikili koşullu korelasyon çiziminden elde edilebilir;

Şekil 1 Hisse senetleri ve getiri endeksleri

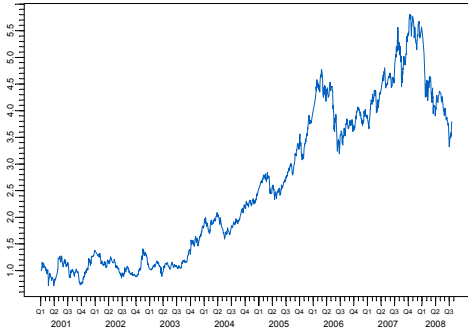
a(1) MERVAL Hisse senedi endeksleri



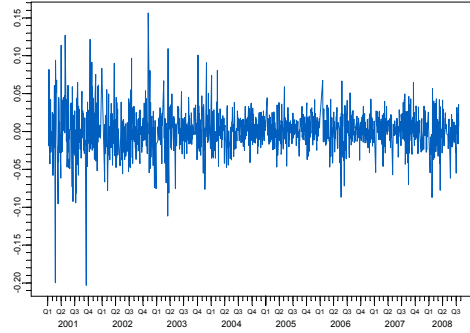
b(1) MERVAL Hisse senedi getiri endeksleri



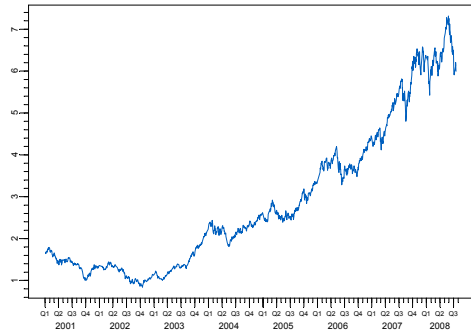
a(2) İMKB Hisse senedi endeksleri



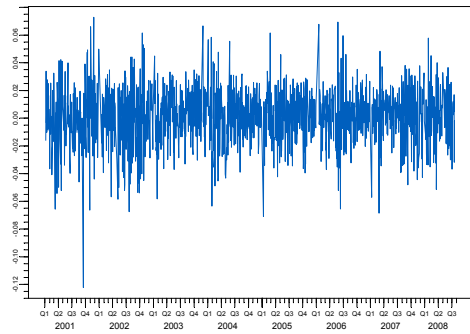
b(2) İMKB Hisse senedi getiri endeksleri



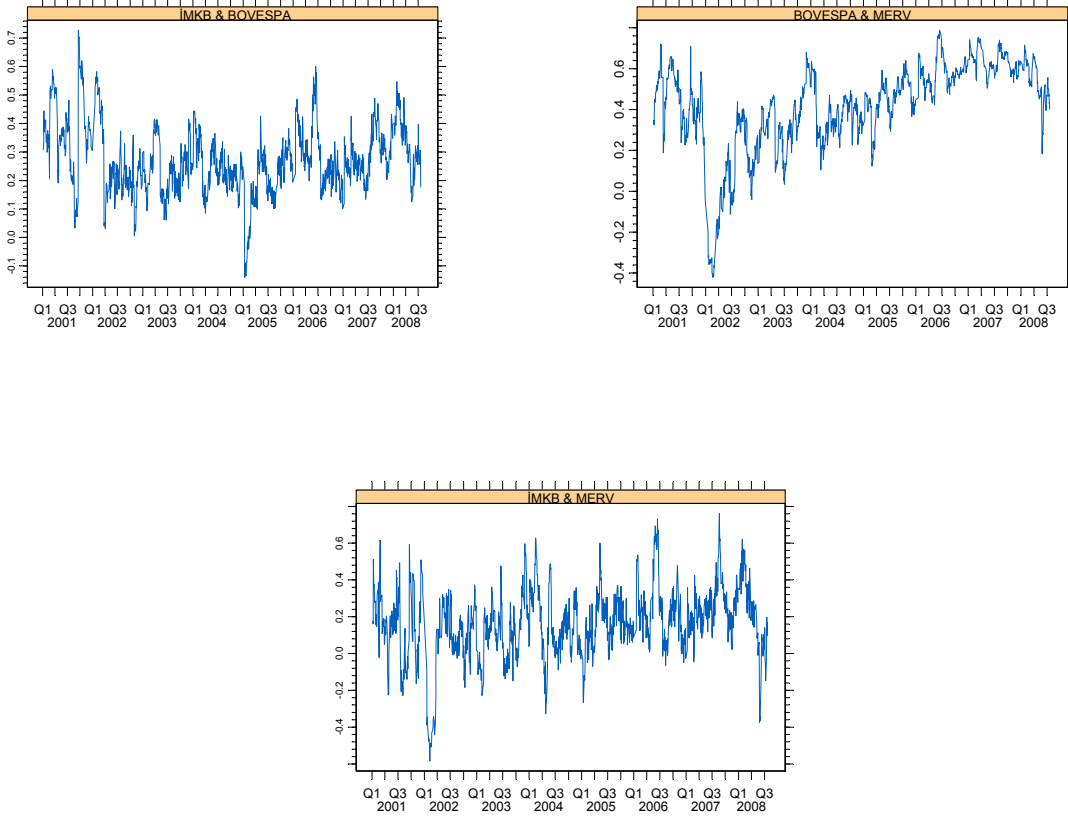
a(3) BOVESPA Hisse senedi endeksleri



b(3) BOVESPA Hisse senedi getiri endeksleri



Şekil 2 Koşullu Korelasyonlar



İMKB, BOVESPA arasındaki koşullu korelasyon çizimine göre, 2005 Q1 sonu hariç aralarında hep pozitif ve genellikle yüksek korelasyon görülmüştür.

BOVESPA ve MERVAL ilişkisini gösteren yukarıdaki koşullu korelasyon grafiğinde, bu iki ülkenin 2002 Q2'de Arjantin'in iç dinamiğinden kaynaklı bir ayrılışı olduğu kaydedilmiştir. Ancak periyot boyunca sıklıkla görülen yüksek korelasyondan ötürü yine de Latin grubu olarak adlandırmak yerinde olduğu düşünülebilir. Buna karşın, Tablo 4'te görüleceği gibi ARCH-GARCH parametreleri şok ve volatilité saçılımının varlığına dair anlamlı bulgular sunmamaktadır.

İMKB, MERVAL ikilisinin koşullu korelasyon çizimine bakıldığında, 2002 Q1 ile Q2 arası negatif

korelasyonu, Arjantin krizi nedeniyle Arjantin borsasının ciddi düşüş yaşaması açıklamaktadır. Yani iç dinamiklerinden ötürü iki piyasa ayrı düşmekte fakat periyot boyunca genellikle yüksek ve aynı yönlü ilişki sergilemektedir.

II- YÖNTEM VE BULGULAR

Daha öncede sözedildiği gibi çalışmada aranan ilişki BEKK ile modellenmiştir.

$$H_{t|t-1} = CC' + \sum_{j=1}^p A_j \varepsilon_{t-j} \varepsilon'_{t-j} A_j' + \sum_{j=1}^q B_j H_{t-j|t-j-1} B_j'$$

Yöntem çeşitli MGARCH modellerinden biridir. Bu konudaki ilk çalışma Bollerslev, Engle ve

Wooldridge (1988) tarafından önerilen VEC parametrisasyon tekniğidir. Modeli açıklayan H_t matrisinin pozitif tanımlı olmasıyla ilgili sorunlar olabileceğinden Engle ve Kroner (1995) bu problemi gideren, pozitif varyansı sağlayan BEKK parametrisasyonunu önermişlerdir.

Y_t serisi 3 farklı menkul kıymetler piyasasının günlük getirilerini gösterirken, VAR(1) tahmini için aşağıdaki gibi yazılıdır;

$$Y_t = \mu + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

burada Y_t 3x1 boyutlu bir vektör, μ 3x1 boyutlu sabitleri ifade eden vektör, α ise 3x3 getiri gecikmelerine ait olan parametre matrisidir. Şokların vektörel gösterimi olan ε_t ise $\varepsilon_t \setminus I_{t-1} \sim N(0, H_t)$ varsayımını sağlar. I_{t-1} t-1 dönemindeki mevcut bilgiyi temsil ederken, H_t 3x3 koşullu varyans ve kovaryans matrisine karşılık gelir ki bu t dönemindeki volatilité anlamına gelir.

BEKK analizinde ilk adım VAR(1) modelinden kalıntıları elde etmek olacaktır. Bu amaçla VAR modelinden elde edilen tahmin sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo 3 VAR Sonuçları (Parantez içinde verilen değerler standart hatalara karşılık gelmektedir.)

	<i>İMKB</i> (i = 1)	<i>BOVESPA</i> (i = 2)	<i>MERVAL</i> (i = 3)
α_{i1}	-0,035937 (0,02686)	-0,024741 (0,01992)	0,022807 (0,02425)
α_{i2}	0,148202 (0,03839)	0,039851 (0,02847)	0,058207 (0,03465)
α_{i3}	0,043864 (0,03051)	-0,034797 (0,02262)	0,008805 (0,02754)

Tablo 3'e göre tüm köşegen parametre tahminleri α_{11} , α_{22} ve α_{33} , istatistiksel olarak anlamlı değildir ki bu durum her üç piyasanın kendi geçmiş değerlerine bağlı olmadığını gösterir. Bununla

beraber köşegen olmayan elemanlar ise karşılıklı piyasalar arasındaki getiriler bazında ilişkiyi yansıtır. Tahmin değerlerinin anlamlılığını veren t istatistiklerine bakıldığında, BOVESPA'dan İMKB'ye ve yine BOVESPA'dan MERVAL'e doğru tek yönlü bir ilişkiden söz edilir. Türkiye'nin uzun yıllar benzer ekonomik gelişmeler yaşaması nedeniyle Brezilya borsasıyla taşıdığı bu paralellik yukarıdaki test sonucunu da bir anlamda açıklamaktadır.

Gelişmekte olan benzer yapıdaki piyasalar arasındaki etkileşim bu tek yönlü ilişkiyle desteklenmiştir. İlave parametre tahminleri için şu da söylenebilir: BOVESPA'daki yaklaşık %1 'lük bir artış İMKB'de % 0.15 ve MERVAL' de % 0.06'lık bir artışa neden olur.

VAR tahmininin ardından karşılıklı korelasyonların daha detaylı incelenmesinde, çokdeğişkenli ARCH modellerinden BEKK analizine başvurulmuştur. Daha önce de sözedildiği gibi BEKK aşağıdaki formda özetlenebilir;

$$H_{t \setminus t-1} = CC' + \sum_{j=1}^p A_j \varepsilon_{t-j} \varepsilon_{t-j}' A_j' + \sum_{j=1}^q B_j H_{t-j \setminus t-j-1} B_j'$$

Modeldeki C alt üçgensel matristir, A elemanları koşullu varyanslar ile kendi geçmiş şok değerleri üzerindeki etkiyi yansıtan 3x3 simetrik parametre matrisidir. B ise geçmiş koşullu varyansların, mevcut koşullu varyanslar üzerinde ne kadar etkili olduğunu gösteren 3x3 simetrik parametre matrisidir. Burada tahmin edilecek ARCH ve GARCH etkileri sırasıyla A ve B'nin köşegen elemanları ile değerlendirilir. Köşegen olmayan elemanları ise yine aynı sırayla karşılıklı piyasaların şok ve volatilité saçılım etkilerini verir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda izlenebilir.

BEKK modelin tahmin süreci aşağıdaki olabilirlik fonksiyonunun maksimize edilmesiyle sağlanacaktır;

$$L(\theta) = -\frac{Tn}{2} + \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (\ln |H_t| + \varepsilon_t' |H_t^{-1}| \varepsilon_t)$$

Tablo 4 Katsayı Tahminleri (Parantez içinde verilen değerler standart hatalara karşılık gelmektedir.)

	İMKB (i = 1)	BOVESPA (i = 2)	MERVAL (i = 3)
a_{i1}	0.27357630(0.0188002)	0.02523274(0.0137042)	-0.00886478(0.0150935)
a_{i2}	-0.05349687(0.0238658)	0.14312799(0.0250790)	-0.00684276(0.0310201)
a_{i3}	0.00993109(0.0174522)	-0.00873748(0.0157998)	0.32289438(0.0207616)
b_{i1}	0.95034732(0.0054783)	-0.00007346(0.0045478)	0.01074686(0.0080253)
b_{i2}	0.00085975(0.0139935)	0.97064271(0.0103385)	-0.029169(0.017780)
b_{i3}	-0.012002(0.007389)	-0.003663(0.005636)	0.924715(0.008552)

ARCH ve GARCH parametrelere tahminlerini gösteren A ve B için tabloya bakıldığında, köşegendeki değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olması güçlü bir GARCH(1,1) sürecine işaret ederken, bu durum aslında piyasaların kendi geçmiş şok değerlerinin ve volatilité değerlerinin bu üç endeksin koşullu varyansından etkilenmesinden dolayı ortaya çıkar.

Çalışmada BHHM algoritması kullanılarak 19 iterasyonda yakınsama sağlanmıştır. Sonuçlara göre beklenenin dışında, köşegen olmayan elemanlardan sadece a_{12} ve a_{21} tahminlerinin istatistiksel olarak anlamlı olması, karşılıklı gelişmekte olan bu iki piyasa arasında güçlü bir bağ olduğunu gösterir. Bir başka ifadeyle, sözü edilen ARCH parametre tahminleri BOVESPA ve İMKB arasında iki yönlü şok saçılımı olduğunu gösterir. Volatilité saçılımını veren GARCH tahminlerinden b_{32} ve b_{13} için, sırasıyla BOVESPA'dan MERVAL'e ve MERVAL'den İMKB'ye doğru tek yönlü volatilité saçılımının olabileceğini %1 anlamlılık seviyesinde iddia etmek mümkündür.

Menkul kıymetler piyasalarının açıldığı ve kapandığı günlerde daha uç değerler kaydedildiği görüldüğünden, sözü edilen gün etkisinin volatilitéyi açıklamakta etkili olduğu genel bir kabuldür. Bu hipotezi sınamak üzere çokdeğişkenli GARCH modele gün etkisini temsil eden kukla değişken eklenmiştir. Aşağıdaki bulgulara dayanarak, gün etkisinin İMKB ve MERVAL piyasalarında mevcut olduğu, yani bu

piyasalarda haftanın gün etkisinin volatilitéyi etkilediği sonucuna varılmıştır.

Tablo 5 Gölge Değişken (Parantez içinde verilen değerler standart hatalara karşılık gelmektedir.)

	İMKB (i = 1)	BOVESPA (i = 2)	MERVAL (i = 3)
Z_i	0.007247(0.003148)	-0.002603 (0.002743)	-0.004873 (0.002953)

Son olarak analizle elde edilebilecek bir detaya burada yer vermek yerinde olacaktır. Bilindiği gibi GARCH katsayıları volatilité kararlılığı ("volatility persistence")nın ve dolayısıyla makro ekonomik riskin belirlenmesinde anahtardır. Volatilité kararlılığı gelecek piyasa hareketlerinin öngörüsü, risk yönetimi, fiyatlandırma ve piyasa etkinliği gibi birçok konu için önemlidir. Şöyle ki daha kararlı volatilité şokları, kendi trendlerinin daha uzun bir sürede değişmesi anlamına gelir. Tablo 4'e göre sırasıyla İMKB, BOVESPA ve MERVAL, 0.93920507, 0.96690625 ve 0.90629286 değerleri ile oldukça yüksek volatilité kararlılığına sahip olduğunu gösterir. Borsaların bulunduğu ülkelerdeki ekonomik gelişmeler dikkate alındığında, geçmiş dönemlerde yaşanan makroekonomik krizler dolayısıyla İMKB ve MERVAL'in volatilité yapısının bu gelişmelerden doğal olarak etkilendiği ve volatilité kararlılığının görece düşük olduğu yukarıdaki sıralama ile de doğrulanabilir.

SONUÇ

Çalışmada ele alınan üç ülkenin menkul kıymetler piyasalarına ilişkin yapılan ön değerlendirme sonucunda görülen ilişki MGARCH (BEKK) yöntemiyle de derinlemesine incelenmiş ve büyük ölçüde doğrulanmıştır. Ancak burada hemen belirtmek gerekir ki istatistiksel olarak ilişki için yeterli kanıt bulunamayan durumların (BOVESPA'dan İMKB'ye volatilité saçılımı gibi) ile verinin asimetric yapısından kaynaklı olabileceği düşünülebilir ve bu noktada daha farklı detaylı çalışmalara yer verilebilir.

Bazı yönlerde çok ve volatilité etkisinin tespit edilememesi uzunca bir dönem ortak hareket eden piyasaların şimdiye kadar bilindiğinin dışında -fon girişleri, iç siyasete odaklanma ve cari açık seviyesi, yönetim farklılıkları gibi- çeşitli etkenlerle davranış değiştirdiği şeklinde yorumlanabilir.

KAYNAKÇA

- Bollerslev T. (1986) "Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, 31, ss.307-327.
- Bollerslev, Engle ve Wooldridge (1988) "A Capital Asset Pricing Model with Time Varying Covariances," **Journal of Political Economy**, 96, ss.116- 131.
- Engle, (2003),"Risk and Volatility: Econometric Models and Financial Practice" **Nobel Lecture**.
- Engle, R. F. and Kroner, K. F. (1995), "Multivariate simultaneous GARCH", **Econometric Theory**, 11, ss.122-150.
- Herrera, S. ve Salman, F., (2008), "Tangos, Samba or Belly Dancing? Or, do Spreads Dance to the Same Rhythm? Signaling Regime Sustainability in Argentina, Brazil and Turkey", **Research and Monetary Policy Department Working Paper** No: 08/07, The Central Bank of the Republic of Turkey.
- Li , Majerowska, (2007), Testing stock market linkages for Poland and Hungary: A multivariate GARCH approach, **Research in International Business and Finance**, Article in Press, ss. 20.
- Li, (2007) International Linkages of the Chinese Stock Exchanges : a multivariate GARCH analysis, **Applied Financial Economics**, 17:4, ss.285-297
- Özün, A. (2007a), "International Transmission of Volatility in the US Interest Rates to The Stock Returns: Some Comparative Evidence From World Equity Markets", **International Research Journal of Finance and Economics**, 10.
- Özün, A. (2007b), "Are The Reactions of Emerging Equity Markets to The Volatility in Advanced Markets Similar?: Comparative Evidence From Brazil and Turkey", **International Research Journal of Finance and Economics**, 9, ss. 220-230.
- Taştan, H. (2006), Estimating time varying conditional correlations between stock and foreign exchange markets, **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, 360-2, ss. 445-458
- Çařkurlu, T., Pınar, M.Ç., Salih A., Salman, F. (2008), "Can Central Bank Interventions Affect the Exchange Rate Volatility? Multivariate GARCH Approach Using Constrained Nonlinear Programming", **TCMB Working Paper**, No. 08/06.