



HİSSE SENEDİ GETİRİLERİNDE VOLATİLİTE VE OTOKORELASYON İLİŞKİSİ: EAR-GARCH MODELİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN VOLATILITY AND AUTOCORRELATION IN THE STOCK RETURNS: EAR-GARCH MODEL

Yrd. Doç. Dr. Cüneyt AKAR

Balıkesir Üniversitesi, Bandırma İİBF, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD

cuneyt@balikesir.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB100,İMKB50,İMKB30) endeksleri günlük verileri ve koşullu heteroskedastik hata terimine sahip üstel otoregresif volatilité modeli (EAR-GARCH) kullanılarak endeks getirilerinde volatilité ve otokorelasyon ilişkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, endeks getiri volatilitesiyle birinci mertebeden otokorelasyonlar arasında aynı yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Volatilité, Otokorelasyon, EAR-GARCH

ABSTRACT

In this paper, the relationship between volatility and autocorrelation in the index return is investigated by using Istanbul Stock Exchange (ISE100, ISE50, ISE30) daily data and exponential autoregressive model with conditionally heteroscedastic errors (EAR-GARCH). The results show that there is a positive relationship between volatility and first order autocorrelations in the stock returns.

Key Words: Volatility, Autocorrelation, EAR-GARCH

1. Giriş

Hisse senedi getirilerinin volatilitésini konu alan ampirik çalışmalar incelendiğinde koşullu heteroskedastisitiyi modellemede en başarılı sonuçları veren ARCH ve GARCH tipi modellerin kullanıldığı görülür.¹ ARCH ve GARCH tipi modelleme yapılırken ortalama getiri ve koşullu heteroskedastisiti (volatilité) denklemi için ayrı spesifikasyonlar yapılmaktadır. Bu modelleri kullanan ampirik çalışmalar dikkatle incelendiğinde genellikle volatilité denkleminin modellemesine daha fazla önem verildiği, ortalama getiri denkleminin ise nispeten daha az

¹ Bu modeller hakkında ayrıntılı bilgi Bollerslev (1986) ve Bollerslev vd..(1992)'in çalışmalarında bulunabilir.



öneme sahip olduğu görülmektedir. Çalışmalarda ortalama denklemi genellikle doğrusal bir otoregresif modelle gösterilmektedir. Oysa hisse senedi getirilerinin geçmiş değerleri ile doğrusal olmayan bir yapıda ilişkili olması muhtemeldir. Bu doğrusal olmayan yapıyı hisse senedi getiri volatilitesinin üstel bir fonksiyonuyla ifade etmek mümkündür. Böyle bir fonksiyonun kullanımı hisse senedi getirilerindeki volatilité ve otokorelasyon arasındaki ilişkiyi belirleme imkanı vermektedir. Bu amaçla çalışmada Booth ve Koutmos (1998)'ın kullandıkları koşullu heteroskedastik hata terimine sahip üstel otoregresif volatilité modeli (EAR-GARCH) tahmin edilmiştir. Veri olarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) İMKB100, İMKB50 ve İMKB30 endeksleri günlük kapanış değerleri kullanılmış, bu sayede Türkiye hisse senedi piyasasında volatilité otokorelasyon ilişkisi incelenebilmiştir.

Volatilité otokorelasyon ilişkisi ilk olarak LeBaron (1992) tarafından doğrusal olmayan bir model yardımıyla Amerikan hisse senedi piyasasında incelenmiş ve volatilité ile otokorelasyon arasında zıt yönlü bir ilişki bulunmuştur. Campell vd.(1993) US hisse senedi getirilerinde işlem hacmi ve getiri otokorelasyonlarının zıt yönlü ilişki içinde olduklarını göstermiştir. Sentana ve Wadhvani (1992)'ın Amerikan hisse senedi piyasasında ve Koutmos (1994)'ın Avrupa döviz oranlarıyla yaptığı çalışmalarda yüksek volatilitenin negatif otokorelasyonla, düşük volatilitenin ise pozitif otokorelasyonla ilişkili olduğu bulunmuştur. Booth ve Koutmos (1998) Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya ve İngiltere hisse senedi piyasalarında yaptıkları çalışmada, bu 6 büyük piyasada da otokorelasyon ve volatilité arasında zıt yönlü bir ilişki tespit etmişlerdir. Watanabe (2002) hisse senedi getirilerinin volatilité düşük olduğunda pozitif otokorelasyon gösterdiğini, yüksek olduğunda ise negatif otokorelasyondan söz edilebileceğini ortaya koymuştur. Katsikas (2007) Avrupa hisse senedi endeksi gelecek sözleşmeleri piyasasında volatilité otokorelasyon ilişkisini EAR-GARCH modeliyle incelemiş ve bu ikisi arasında negatif ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çalışma iç düzeni şu şekilde tasarlanmıştır: Çalışmanın 2. bölümünde kullanılan veri ve ekonometrik model tanıtılmıştır. 3. bölümde modelin tahmin sonuçları sunulmuş ve değerlendirmeler yapılmıştır. 4. bölümde sonuçlar açıklanmıştır.



2. Veri ve Ekonometrik Yöntem

Çalışmada İMKB100, İMKB50 ve İMKB30 endekslerinin günlük kapanış değerleri kullanılmıştır. İMKB100 için veriler 8 Ocak1990 tarihinden, İMKB50 için 8 Ocak 2000 tarihinden, İMKB30 için 8 Ocak 1997 tarihinden başlamakta ve her 3 endeks için de 29 Aralık 2004 tarihine kadar sürmektedir. Veriler İstanbul Menkul Kıymetler Borsasından temin edilmiştir. Endekslerin logaritmik getirileri denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$r_t = 100 * [\log(P_t / P_{t-1})] \quad (1)$$

Burada r_t ve P_t sırasıyla ilgili endeksin t anındaki logaritmik getirisini ve kapanış fiyatını göstermektedir. Şekil 1 ve Tablo 1 veriler ile verilerin bazı temel istatistiksel özelliklerini göstermektedir.

Çalışmada kullanılan koşullu heteroskedastik hata terimine sahip üstel otoregresif volatilité modeli (EAR-GARCH) aşağıdaki denklemler yardımıyla gösterilebilir.

$$r_t | \Omega_{t-1} \sim N(\mu_t, \sigma_t^2) \quad (2)$$

$$\mu_t = \kappa + g(\sigma_t^2)r_{t-1} \quad (3)$$

$$g(\sigma_t^2) = \phi_0 + \phi_1 e^{-\sigma_t^2} \quad (4)$$

$$\varepsilon_t = r_t - \mu_t \quad (5)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (6)$$

Burada denklem (2)'deki r_t , μ_t koşullu ortalamalı ve σ_t^2 koşullu varyanslı normal dağılım endeks getirisini, Ω_{t-1} , $t-1$ anındaki mevcut bilgi setini göstermektedir. Denklem (3)' de sunulan koşullu ortalama denklemi $g(\sigma_t^2)$ fonksiyonuna bağlı birinci mertebeden otoregresif bir



süreçtir. Denklem (4)'deki $g(\sigma_t^2)$, koşullu varyansın zamanla değişen üstel bir fonksiyonudur.

Denklem (6), koşullu varyansı gösteren ifadedir ve standart GARCH(1,1) süreci izlemektedir.

Bu modelin kullanılmasının başlıca nedeni otokorelasyon ve volatilité arasındaki ilişkiyi $g(\sigma_t^2)$ doğrusal olmayan fonksiyonu yardımıyla incelememize imkan vermesidir. Denklem (4) incelendiğinde yüksek volatilité dönemlerinde koşullu varyans σ_t^2 , büyük olacak dolayısıyla $e^{-\sigma_t^2}$ küçük değerlerine yaklaşacak ve $g(\sigma_t^2)$ fonksiyonu da ϕ_0 'a yaklaşacaktır. Düşük volatilité dönemlerinde ise $e^{-\sigma_t^2}$ büyük değerlerine ulaşacak ve $g(\sigma_t^2)$ fonksiyonu da $\phi_0 + \phi_1$ 'e yaklaşacaktır. Burada incelenmesi gereken en önemli parametre ϕ_1 parametresidir. İstatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ϕ_1 parametresi, otokorelasyon ve volatilité arasında ters yönlü ilişki olduğunu gösterirken, anlamlı negatif bir ϕ_1 parametresi aynı yönlü bir otokorelasyon volatilité ilişkisine işaret etmektedir.

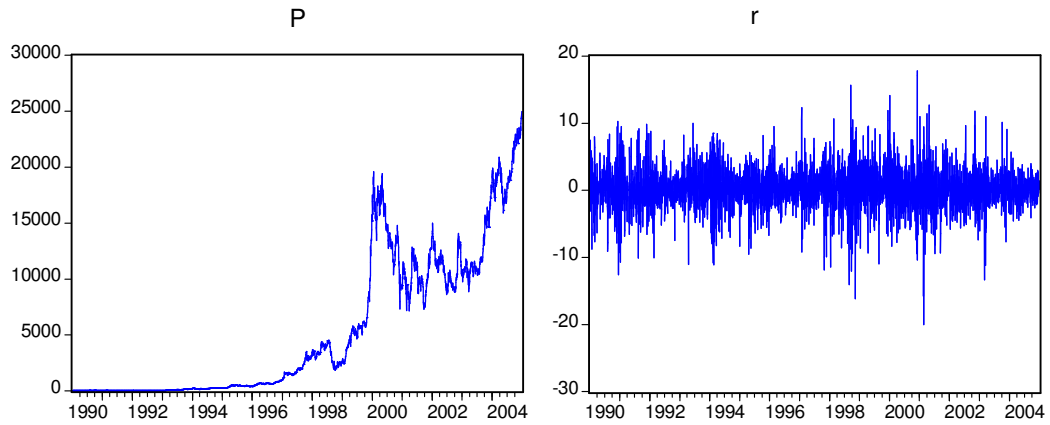
Tablo 1: IMKB100,IMKB50 ve IMKB30 Verilerinin Bazı Temel İstatistikleri

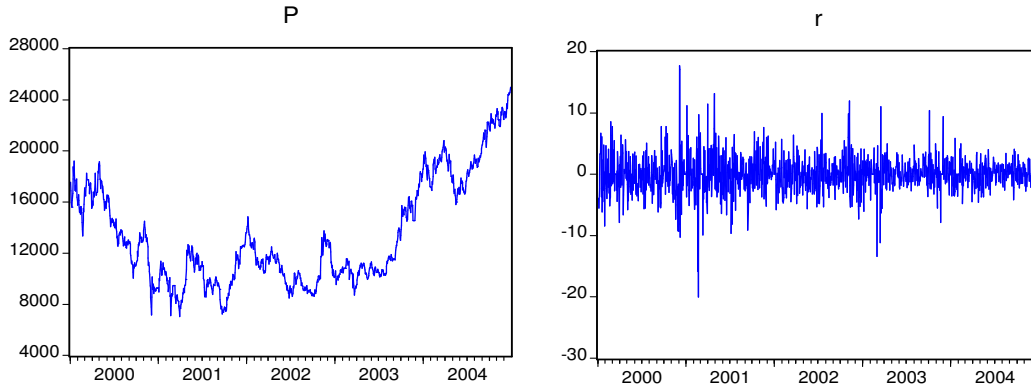
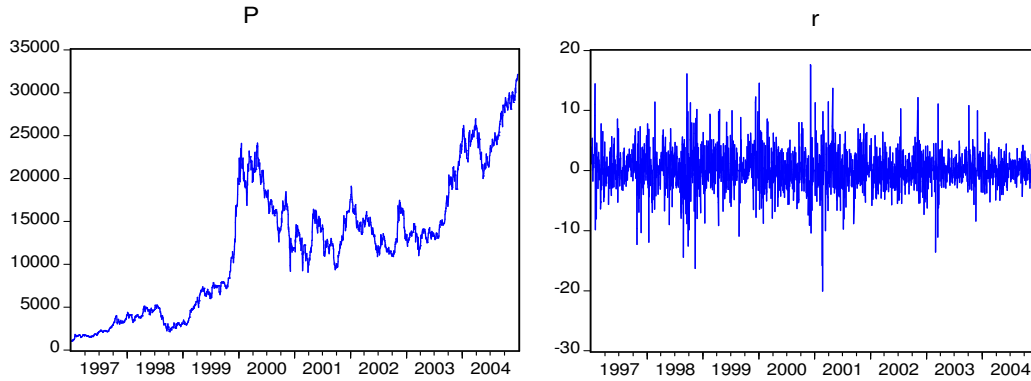
	IMKB100		IMKB50		IMKB30	
	P_t	r_t	P_t	r_t	P_t	r_t
Gözlem	3908	3908	1298	1298	2081	2081
Ortalama	5363.563	0.1785	13386.832	0.0271	12417.163	0.1669
Stndrt Sap.	6465.544	3.0355	4089.700	3.0114	7626.888	3.3056
Minimum	25.182	-19.9785	7039.430	-20.0178	1135	-20.0676
Maksimum	24971.680	17.7735	24988.27	17.7091	32152.87	17.6465

Tablo2: IMKB100, IMKB50 ve IMKB30 Günlük Getirileri ADF Birim Kök Testleri

	IMKB100			IMKB50			IMKB30		
	N	C	C&T	None	C	C&T	None	C	C&T
ADF	-56.95*	-57.12*	-57.11*	-36.499*	-36.489*	-36.539*	-44.964*	-45.064*	-45.081*
AR(1)	-0.906*	-0.909*	-0.909*	-1.011*	-1.012*	-1.013*	-0.984*	-0.987*	-0.988*
Sabit		0.161*	0.208**		0.0305*	-1.0766		0.1630**	0.5523
Trend			-2.41.10 ^s			0.0003			-0.0001

* : %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı ** : %5 anlamlılık düzeyinde N: Kesmesiz ve trendsiz C: Kesmeli C&T: Kesmeli ve Trendli

Şekil 1: IMKB100,IMKB50 ve IMKB30 Endeksleri Günlük Kapanış ve Getiri Serileri**(a) IMKB100 Endeksi**

**(b) IMKB50 Endeksi****(c) IMKB30 Endeksi**

3. Tahmin Sonuçları

İMKB'den elde edilen verilerle hesaplanan endeks getiri serileri kullanılarak (2), (3), (4), (5) ve (6) numaralı denklemler yardımıyla oluşturduğumuz EAR-GARCH modeline ait parametreler her bir endeks getirisi için ayrı örneklem periyodu kullanılarak maksimum olabilirlik yöntemiyle tahmin edilmiştir. Maksimum olabilirlik yöntemi kullanılırken maksimum yapılacak logaritmik olabilirlik fonksiyonu denklem (7)'de gösterilmiştir.

$$\log L_t = -0,5 \log(\sigma_t^2) - 0,5(\varepsilon_t^2 / \sigma_t^2) \quad (7)$$



Denklem (7)'deki logaritmik olabilirlik fonksiyonu doğrusal olmadığından bu fonksiyonu maksimum yapan değerler Berndt, Hall, Hall ve Hausman (BHHH) nümerik optimizasyon tekniği kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo 3'de tahmin sonuçları sunulmuştur. Elde edilen tahminlerin geçerliliği kullanılan modelin doğru bir şekilde tanımlanmasını gerektirdiğinden tanı testleri yardımıyla modelin yeterliliği araştırılmıştır. Tablo 3'den de görülebileceği gibi standartlaştırılmış kalıntılar sıfır ortalamalı ve sabit varyanslıdır. Yine standartlaştırılmış kalıntılara ve kalıntı karelere ait Ljung-Box test istatistikleri anlamsızdır. Bu sonuçlar bize EAR-GARCH modelinin yeterli ve başarılı bir şekilde oluşturulduğunu göstermektedir.

Tablo 3'deki tahmin sonuçları incelendiğinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ϕ_1 parametresidir. Bu parametre her üç endeks için de istatistiksel olarak anlamlı ve negatiftir. Bu sonuç bize hisse senedi getiri volatilitesiyle otokorelasyonu arasında aynı yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Hisse senedi getirileri kendi geçmiş değerleriyle doğrusal olmayan bir yapıda bağlantılıdır. Tablo 3' de sunulan sonuçlar yüksek volatilite dönemlerinde otokorelasyonun büyüklüğünün de daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuç literatür kısmında da açıklandığı gibi bir çok çalışma sonucundan farklıdır. Özellikle gelişmiş piyasalarda yapılan çalışmalar volatilite ve otokorelasyon arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında ise bu ilişki aynı yönlüdür.

Volatilite ısrarcılığını (persistence) gösteren $(\alpha_1 + \beta_1)$ ölçüsü her üç endeks için de yüksektir. Bu durum her hangi bir dönemdeki şokun etkisinin gelecekte de bir süre daha devam ettiğini göstermektedir. Şokların etkisini ne kadar sürdürdüğünün bir ölçüsü olan HL (half-life), $HL = \log(0.5) / \log(\alpha_1 + \beta_1)$ eşitliğiyle hesaplanarak Tablo 3'de sunulmuştur. Buna göre şoklar etkisini IMKB100 için yaklaşık 15 gün, IMKB50 için 35 gün ve IMKB30 için 22 sonra yitirmektedir.

**Tablo3:** EAR-GARCH Modeli Maksimum Olabilirlik Tahminleri

	IMKB100	IMKB50	IMKB30
κ	0.1541[0.000]	0.0679[0.332]	0.1384[0.029]
ϕ_0	0.1124[0.000]	0.0131[0.651]	0.0447[0.049]
ϕ_1	-5.1194[0.000]	-1,8598[0.031]	-5.4565[0.011]
α_0	0.4322[0.000]	0.1964[0.000]	0.3679[0.000]
α_1	0.1194[0.000]	0.0915[0.000]	0.0984[0.000]
β_1	0.8354[0.000]	0.8890[0.000]	0.8705[0.000]
<i>HL</i>	14.9858	35.1983	21.9392
Model Tanı Testleri			
$E(\varepsilon_t / \sigma_t)$	-0.0011	-0.0135	0.0003
$E[(\varepsilon_t / \sigma_t)^2]$	0.9891	0.9926	0.9932
<i>LB</i> (15)	22.2404[0.1016]	11.6120[0.7081]	17.1623[0.309]
<i>LB</i> (30)	38.0140[0.149]	30.7759[0.4264]	32.6667[0.337]
<i>LB</i> ² (15)	22.0507[0.1064]	16.7433[0.3344]	19.4745[0.193]
<i>LB</i> ² (30)	39.8356[0.1080]	27.5787[0.5927]	30.4413[0.443]

[.]: Marjinal anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada koşullu heteroskedastik hata terimine sahip üstel otoregresif volatilité modeli (EAR-GARCH) kullanılarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında volatilité otokorelasyon ilişkisi araştırılmıştır. Model tanı testleri kullanılan modelin yeterli olduğunu ve doğru bir şekilde tanımlandığını göstermektedir. IMKB100, IMKB50 ve IMKB30 günlük verileriyle tahmin edilen model sonuçlarına göre volatilité ile otokorelasyon arasında pozitif



yönlü ilişki tespit edilmiştir ve bu ilişki doğrusal olmayan bir yapıyla açıklanabilir. Buna göre yüksek volatilité dönemlerinde otokorelasyon da daha yüksek olmaktadır.

5. KAYNAKÇA

- Bollerslev, T. (1986)** “Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity”, *Journal of Econometrics*, 31, 307 -327.
- Bollerslev, T. , Chou, R. Y. ve Kroner, K. F. (1992)** “ARCH Modelling in Finance”, *Journal of Econometrics*, 52, 5-59.
- Booth, G.G ve Koutmos (1998)** “Interaction of Volatility and Autocorrelation in Foreign Stock Returns” *Applied Economics letters*,5, 715-717.
- Campbell, J.Y. , Grossman, S.J. ve Wang, J.(1993)** “Trading Volume and Serial Correlation in Stock Returns, *Quarterly Journal of Economics*, CVIII,905-939.
- Katsikas E. (2007)** “Volatility and Autocorrelation in European Futures Markets” *Managerial Finance* Vol 33 ,Issue 3, 236-240.
- Koutmos, G. (1994)** “Time Dependent Autocorrelation in EMS Exchange Rates, *Journal of International Financial Markets,Institutions and Money*, 3(3/4), 65-84
- LeBaron, B.(1992)** “Some Relations Between Volatility and Serial Relations in Stock Market Returns”, *The Journal of Business*, 65, 199-219.
- Sentana ,E. ve Wadhvani,S.(1992)** “Feedback Traders and Stock Return Autocorrelations: Evidence from Century of Daily Data”, *The Economic Journal*, 102, 415-425.
- Watanabe, T. (2002)** “Margin Requirements, Positive Feedback Trading, and Stock Return Autocorrelations: The Case of Japan”, *Applied Financial Economics*, 12, 395-403