

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

«Ανάλυση της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας των τιμών των
μετοχών»

ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Διπλωματική εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Εφαρμοσμένη Στατιστική.

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

«Ανάλυση της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας των τιμών των
μετοχών»

ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Διπλωματική εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Εφαρμοσμένη Στατιστική.

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από την ΓΣΕΣ του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. συνεδρίαση του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Εφαρμοσμένη Στατιστική.

Τα μέλη της επιτροπής ήταν:

- Γκλεζάκος Μιχαήλ, Καθηγητής του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, ως επιβλέπων.
- Πανοπούλου Αικατερίνη, Λέκτορας Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης
- Τσαγκαράκης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS



**DEPARTMENT OF STATISTICS
AND INSURANCE SCIENCE**

POSTGRADUATE PROGRAM IN APPLIED STATISTICS

“Analysis of the intraday volatility of share prices”

By VAFEIADIS KONSTANTINOS

MSc Dissertation

Submitted to the Department of Statistics and Insurance Science of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Applied Statistics.

PIRAEUS, GREECE

FEBRUARY 2010

РАНЕКЪМЪО РЕПАА

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

Αφιερώνεται στη σύντροφό μου Σοφία

РАНЕЕЗНАМО ПЕРПАА

Ευχαριστώ τον καθηγητή και επιβλέπων κύριο Γκλεζάκο Μιχαήλ για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του στην περάτωση της διπλωματικής μου εργασίας.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα (intra day volatility) των χρηματιστηρίων της Νέας Υόρκης, της Γερμανίας και της Ελλάδας, ανά διαστήματα 5'. Η μελέτη αφορά την περίοδο Σεπτεμβρίου - Δεκεμβρίου του 2008 και 2009 αντίστοιχα με 31.782 παρατηρήσεις και αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης. Τα ευρήματα εισηγούνται ότι η μεταβλητότητα είναι έντονη κατά τα πρώτα πεντάλεπτα. Επίσης, ότι αυξήθηκε έντονα το 2008 για να περιορισθεί σημαντικά κατά το 2009, όταν τα δεδομένα της κρίσης είχαν διαμορφωθεί.

Βρέθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ Γερμανικού και Ελληνικού χρηματιστηρίου το τρίτο τετράμηνο του 2008 και επιβεβαιώθηκε η επιρροή του Αμερικανικού χρηματιστηρίου στα δύο ευρωπαϊκά.

Τέλος, παρατηρήθηκε ότι η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του δείκτη DJ ακολουθεί ένα U shape pattern, και αυτή των DAX και ΓΔ ένα pattern τύπου L shape.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

Abstract

This study examines intra-day volatility for the stock markets of Athens, Frankfurt and New York, by analyzing data of the corresponding indices: General Index (GI), DAX and Dow Jones.

After utilizing 5 minutes intervals of the periods September – December of 2008 and 2009, we observed a U-shaped intra-day volatility pattern for DJ and an L-shaped one for DAX and GI.

The results indicate a sharp spike in the first 30 minutes and some weaker spikes for the rest of the session. Moreover, the influence of the New York stock market to the European markets of the sample was dominant. At the same time, GI and DAX exhibited a significantly positive correlation, particularly in last quarter of 2008. Finally, volatility of returns was unusually high in 2008, obviously due to the prevailing global financial crisis.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	17
2. Επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας	19
2.1. Μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας.....	25
2.2. Έλεγχος των ιδιοτήτων των δεδομένων.....	27
3. Δεδομένα και μεθοδολογία	29
4. Ανάλυση των δεδομένων και ερμηνεία των αποτελεσμάτων	35
4.1. Η παγκόσμια οικονομική κρίση κατά την περίοδο 2008-2009.....	35
4.2. Αλληλεξάρτηση Ελληνικού και Γερμανικού Χρηματιστηρίου.....	38
4.3. Η επιρροή της Αμερικανικής αγοράς στην Ευρώπη.....	42
4.4. Intra day volatility patterns.....	44
4.5. Η ερμηνεία των peaks για τους δείκτες ΓΔ και DAX.....	48
4.6. Η ερμηνεία των intra day volatility patterns.....	50
5. Ανακεφαλαίωση & Συμπεράσματα	53
6. Σημεία που πρέπει να προσεχθούν κατά την πραγματοποίηση αντίστοιχων εμπειρικών ερευνών	55
7. Βιβλιογραφία	57

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

1. Εισαγωγή

Η μεταβλητότητα των τιμών των χρηματιστηριακών τίτλων (volatility), δημιουργεί ταυτόχρονα μεγάλους κινδύνους και μεγάλες ευκαιρίες, γι' αυτό βρίσκεται πάντοτε στο επίκεντρο της προσοχής των επενδυτών και των αναλυτών.

Παλαιότερα, οι ερευνητές χρησιμοποιούσαν ημερήσια δεδομένα για τη μελέτη της μεταβλητότητας, διότι μόνο αυτά ήταν διαθέσιμα στις περισσότερες χρηματιστηριακές αγορές. Με την ανάπτυξη, όμως, της πληροφορικής, υπάρχει πλέον η δυνατότητα άντλησης τιμών μετοχών και δεικτών και σε τακτά ενδοσυνεδριακά διαστήματα, όπως π.χ. ανά ώρα, μισή ώρα, ακόμα και ανά λεπτό και μάλιστα για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Έτσι, τα τελευταία χρόνια πλήθυναν οι μελέτες της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας (intra day volatility), αποκαλύπτοντας ενδιαφέρουσες πτυχές της, όπως π.χ. η ύπαρξη patterns κατά αγορά ή κατά χρονικό σημείο της συνεδρίασης.

Αξιοποιώντας την εμπειρία που έχει συσσωρευτεί στο θέμα αυτό, μελετήσαμε την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα (παίρνοντας τιμές για διαστήματα 5') των δεικτών DJ του Χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης, DAX του Χρηματιστηρίου της Φραγκφούρτης και ΓΔ του Χρηματιστηρίου Αθηνών.

Η επιλογή των αγορών αυτών έγινε με τα εξής κριτήρια:

- Το Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης είναι το σημαντικότερο του κόσμου και ασκεί επιρροή σχεδόν σε όλες τις άλλες αγορές.
- Το Χρηματιστήριο της Φραγκφούρτης είναι αναμφίβολα το κορυφαίο της Ευρώπης και οι διακυμάνσεις του διαχέονται τουλάχιστον στις αγορές που απαρτίζουν την Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Το Χρηματιστήριο Αθηνών, παρά τις αδυναμίες του παραμένει το σημαντικότερο χρηματιστήριο της περιοχής των Βαλκανίων. Επίσης, η συμμετοχή του στο δείγμα δίνει τη δυνατότητα να διερευνηθεί η συμπεριφορά μιας αναπτυσσόμενης αγοράς, σε αντίθεση με τα δύο προηγούμενα που αποτελούν εξαιρετικά ανεπτυγμένες αγορές.

Κύριοι στόχοι της έρευνας είναι οι εξής:

- Να εντοπισθούν τα patterns που ακολουθεί η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα.
- Να εντοπισθούν ενδεχόμενες ομοιότητες και διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των αγορών του δείγματος.

Η εργασία διαρθρώνεται ως εξής : Στην παράγραφο 2 περιλαμβάνεται η επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας. Το δείγμα και η μεθοδολογία αποτελούν το αντικείμενο της τρίτης παραγράφου. Στην παράγραφο 4 περιγράφεται η ανάλυση των δεδομένων και τα συμπεράσματα στην πέμπτη παράγραφο. Τέλος στην έκτη παράγραφο αναφέρονται σημεία που πρέπει να προσεχθούν σε τέτοιου είδους έρευνες και στην έβδομη βρίσκεται η βιβλιογραφία.

2. Επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας

Η μελέτη της intra day volatility ξεκίνησε τη δεκαετία του '80 με τον Prince (1982), ο οποίος εξέτασε δείγμα μετοχών του DJ για την τετραετία 1960 - 1964 χρησιμοποιώντας τιμές ανά ώρα.

Τρία χρόνια μετά, οι Wood et al. (1985) δημοσίευσαν την εργασία "An investigation of transactions data for NYSE stocks" η οποία αποτέλεσε τη βάση για την μετέπειτα έρευνα της intra day volatility.

Οι Wood et al. μελέτησαν την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα για μετοχές του Χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης χρησιμοποιώντας τιμές ανά λεπτό. Η εργασία κατέληξε σε σημαντικά συμπεράσματα, απέσπασε πολύ καλές κριτικές και αποτέλεσε το σημείο αναφοράς των περισσότερων αντίστοιχων εργασιών μέχρι σήμερα. Βασική ανακάλυψη ήταν ότι η intra day volatility ακολουθεί ένα U-Shape pattern, έχει δηλαδή τη μορφή ενός U. Ένα χρόνο μετά, ο Lawrence Harris (1986) μελέτησε την ίδια αγορά παίρνοντας ενδοσυνεδριακά διαστήματα 15 λεπτών για το 1982.

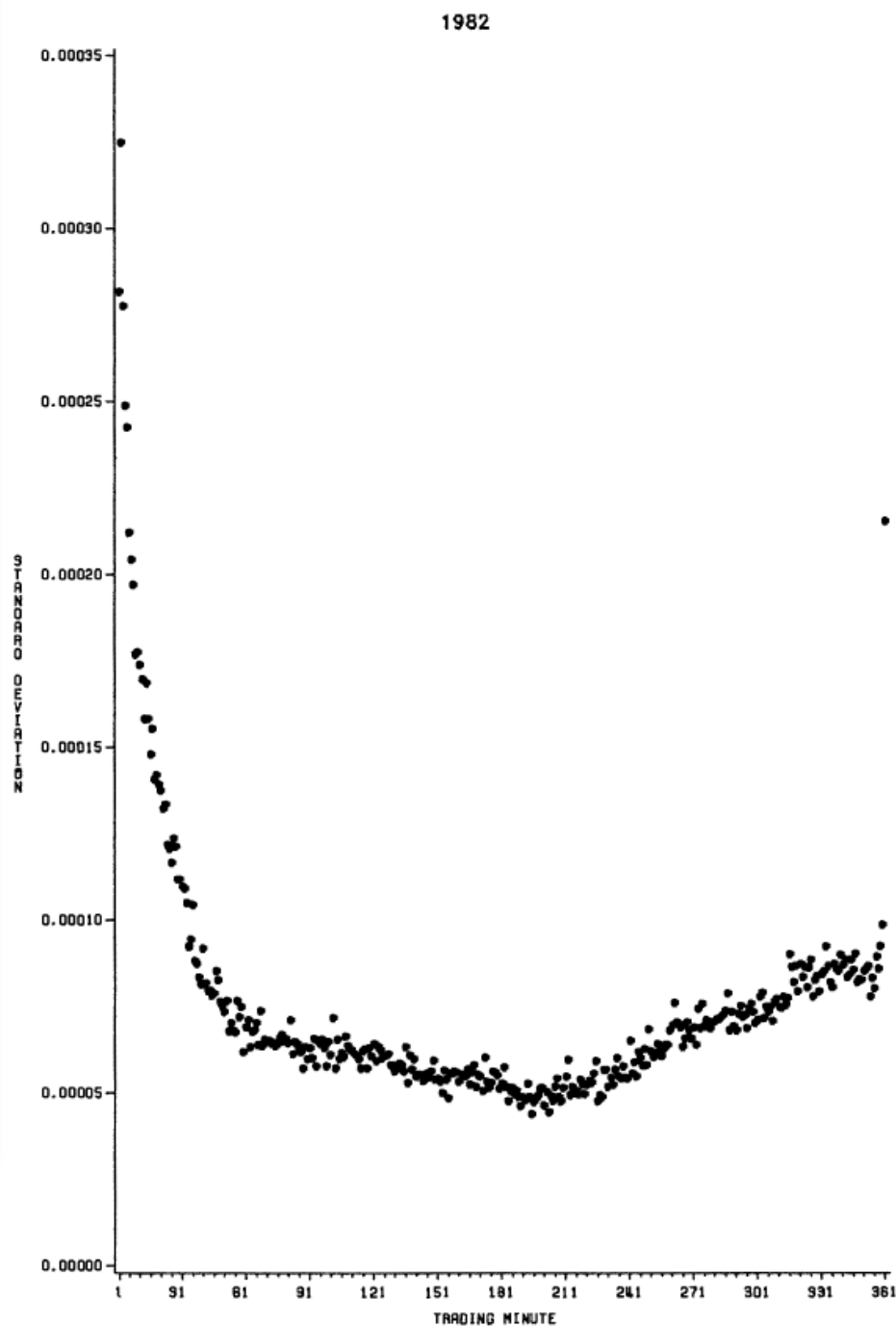
Τη δεκαετία του '90 η έρευνα επεκτείνεται στους δείκτες των χρηματιστηρίων όλου του κόσμου. Έτσι, οι Lockwood and Linn (1990) μελέτησαν τιμές του δείκτη του DJIA (Dow Jones Industrial Average) ανά ώρα για την περίοδο 1964 - 1989 και επιβεβαίωσαν ότι η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα ακολουθεί ένα U shape pattern. Οι Werner and Kleidon (1996) μελέτησαν τη σχέση των αγορών της Αγγλίας και της Αμερικής υπολογίζοντας τη μεταβλητότητα σε διαστήματα 15'. Επίσης έγιναν έρευνες που χρησιμοποίησαν ακόμα και τιμές ανά λεπτό όπως αυτή των Lam & Tong (1999) και Tang and Lui (2002).

Σημαντική έρευνα για το χρηματιστήριο της Κίνας έγινε από τους Hong and Wang (2000) οι οποίοι χρησιμοποίησαν δείγμα 30.000 παρατηρήσεων της διετίας 2000-2002 με τιμές ανά 5'. Βρέθηκε ότι τόσο ο μέσος όσο και η volatility των αποδόσεων ακολουθούν ένα U shape pattern. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με εκείνα των Lam and Tong (1999) και Tang and Lui (2002). Επίσης εντοπίστηκε υψηλή δραστηριότητα συναλλαγών στο άνοιγμα και στο κλείσιμο της συνεδρίασης.

Το ίδιο pattern για την intra day volatility βρήκαν οι Cheung et al. (1994) για το χρηματιστήριο του Tokyo, ο Cheung (1995) για το Hong Kong, ο Bildik (2001) για την Τουρκική αγορά και οι Copeland and Jones (2002) για το χρηματιστήριο της Κορέας. Επίσης, σε U shape pattern της intra day volatility αναφέρθηκαν και οι Wood, McInish and Ord

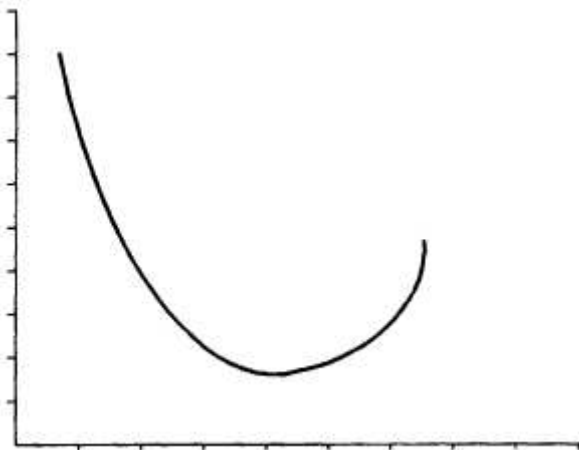
(1985), Jain and Joh (1988), Foster and Viswanathan (1993), Kleidon and Werner (1996), Abhyankar et al (1994) και Hong and Wang (2000).

Για να δοθεί μια εικόνα του U shape pattern της intra day volatility, παρουσιάζεται πιο κάτω ένα αντιπροσωπευτικό διάγραμμα από την εργασία των Wood, McInish and Ord (1985)



Μια ακόμη αξιοσημείωτη μελέτη πραγματοποιήθηκε από τους Deniz Ozenbas, Robert A. Schwartz and Robert A. Wood (2002), οι οποίοι μελέτησαν την τυπική απόκλιση των

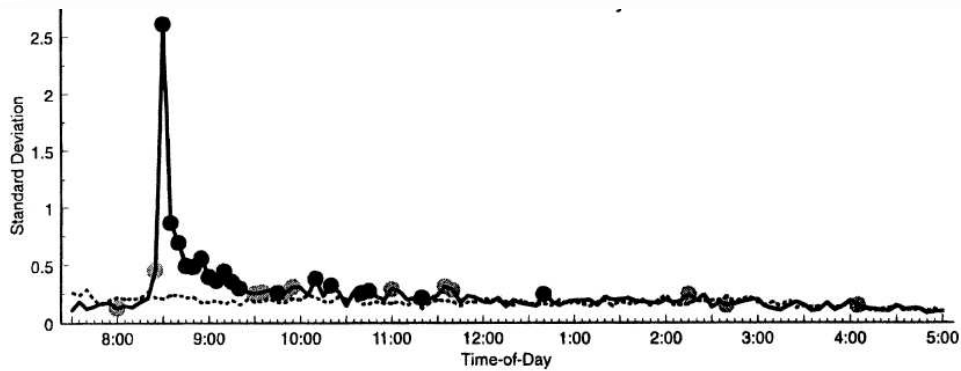
αποδόσεων ανά 30' στις αγορές της Αμερικής, Αγγλίας, Γαλλίας και Γερμανίας. Το U-Shape pattern βρέθηκε και για τις τέσσερις χώρες με ένα εμφανές «καρφί» υψηλής μεταβλητότητας στο πρώτο ημίωρο και ένα μικρότερο στο τελευταίο.



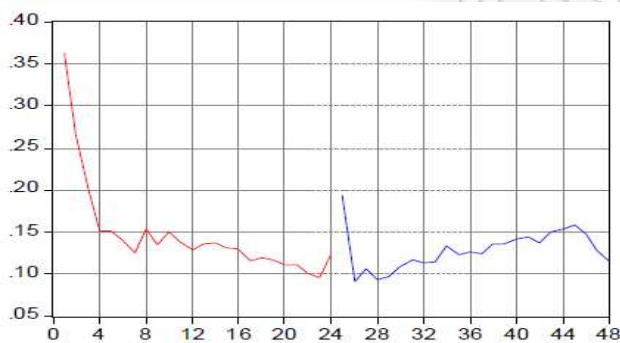
Οι Deniz Ozenbas, Robert A. Schwartz and Robert A. Wood (2002), επέκτειναν την έρευνα τους, προσπαθώντας να συνδέσουν τη μεταβλητότητα με την ποιότητα της αγοράς και εστίασαν στο πρώτο και το τελευταίο ημίωρο της συνεδρίασης. Αυτό γιατί στο πρώτο ημίωρο παρατηρείται ένα μεγάλο peak (καρφί) υψηλής μεταβλητότητας και στο τελευταίο ημίωρο ένα μικρότερο.

Εάν αφαιρεθούν οι τιμές του πρώτου και τελευταίου ημιώρου τότε το δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή [Wood, Mc Inish and Ord (1985)]. Οι Lam and Tong(1999), απέδειξαν την ύπαρξη αυτών των δύο peaks χρησιμοποιώντας τιμές ανά λεπτό, ενώ σύγκριση της volatility διαφορετικών αγορών έγινε και από τους Pagano and Roell (1991) και Dejong, Nijman and Roell (1993) που σύγκριναν τα χρηματιστήρια της Ιταλίας και της Γαλλίας. Εάν απεικονίσουμε τα δύο αυτά peak και μάλιστα ένα μεγάλο στο πρώτο ημίωρο και ένα μικρότερο στο τελευταίο ημίωρο συμπεραίνουμε ότι η ύπαρξη των peaks συνδέεται άμεσα με το U-Shape pattern.

Βασικό συμπέρασμα των ερευνών εξακολουθεί να είναι το U-shape pattern που αρχικά βρέθηκε από τους Wood et al. (1985) και Lawrence Harris (1986) για την αμερικανική αγορά. Μεταγενέστερες εργασίες ωστόσο έδειξαν ότι συχνά το μικρό peak στο τέλος της συνεδρίασης δεν είναι εμφανές με αποτέλεσμα να αλλοιώνεται το U shape και να μοιάζει με ένα pattern τύπου L. Παραδείγματος χάριν, οι Fleming and Remolona (1999) βρήκαν το παρακάτω L-shape pattern για τη μεταβλητότητα της Αμερικανικής αγοράς



Οι Gary Tian and Mingyuan Guo (2007) μελέτησαν την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του δείκτη Shanghai Index της Κίνας για το διάστημα 2000-2002 παίρνοντας τιμές του δείκτη ανά 5' και συμπεραίνοντας ότι η μεταβλητότητα ακολουθεί L-shape. Μάλιστα απέδωσαν το ανωτέρω pattern στη διαφορετική ροή των πληροφοριών σήμερα σε σχέση με το παρελθόν και τη νέα δομή των χρηματιστηρίων όσον αφορά τους κανόνες και τον τρόπο εκτέλεσης των συναλλαγών :



Volatility of 5-minute intraday return of Shanghai Index

Επίσης, οι Jeffrey Williams and James Eaves (2007) σε εργασία που αφορούσε το δείκτη του Tokyo (Tokyo Grain Exchange) ανέφεραν ότι η μεταβλητότητα ακολουθεί L-shape pattern. Ένα χρόνο μετά, ο Syed Mujahid Hussain (2008) μελέτησε το δείκτη XDAX 30 της Γερμανίας σε ενδοσυνεδριακά διαστήματα των 5' για τη χρονική περίοδο 05/2004 έως 09/2005. Στα συμπεράσματά του, μεταξύ των άλλων, αναφέρει ότι η intra day volatility ακολουθεί J reverse shape pattern με τρία «καρφιά» στις 14:35, 15:35 και 16:05 CET (central European time), επισημαίνοντας ότι το εύρημα είναι σε αντίθεση με τις παλαιότερες έρευνες που αναφέρονται σε U shape pattern. Είναι όμως σε συμφωνία με τις σύγχρονες μελέτες, όπως αυτή των Harju and Hussain (2006) και οι οποίοι απέδειξαν ότι η μεταβλητότητα των ευρωπαϊκών δεικτών FTSE 100, XDAX30, SMI και CAC40 ακολουθούν reverse J pattern.

Μάλιστα και οι τελευταίοι ανέφεραν τα καρφιά στις 14:30 και 15:30 CET αποδίδοντάς τα στις προγραμματισμένες ανακοινώσεις στις 14:30 & 16:00 και το άνοιγμα του NYSE στις 15:30. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και ο Ozenbas (2006). Απέδειξε ότι η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα σε διαστήματα 30' των αγορών Nasdaq, Nyse, London, Deutsche Boerse και Euronext Paris ακολουθεί ένα pattern τύπου reverse J.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στη μορφή του pattern δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των L shape και J reverse shape. Patterns με μικρή άνοδο ή peaks στο τέλος της συνεδρίασης ερμηνεύονται ως J reverse.

Οι Fei Ren and Wei-Xing Zhou (2008) ερεύνησαν τους δείκτες Shanghai Stock Exchange Composite Index και Shenzhen Stock Exchange Composite Index (Κίνα). Μεταξύ των άλλων βρήκαν για τη μεταβλητότητα ένα pattern τύπου L-shape.

Τέλος, οι Roberto Pascual and David Veredas (2009) μελέτησαν 33 μετοχές του Spanish Stock Exchange με αποτέλεσμα την εύρεση L-shape pattern με ένα peak στις 3:30 p.m. που ανοίγει η Αμερικανική αγορά. Έτσι, παρατηρείται στροφή των νέων ερευνών από το κλασικό U-shape pattern σένα νέο L-shape όπου δεν υπάρχει σημαντικά υψηλή volatility στο τέλος αλλά εμφανίζονται κάποια καρφιά κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης λόγω των αλληλεπιδράσεων των χρηματιστηρίων ανά τον κόσμο. Το ανωτέρω pattern μάλιστα παρατηρείται κυρίως στα ευρωπαϊκά χρηματιστήρια και λόγω της επιρροής των Αμερικανικών χρηματιστηρίων σε αυτά.

Έρευνα πάνω στα peak της ημερήσιας μεταβλητότητας σε σχέση με το κέρδος έγινε και από τον Harris (1986), ο οποίος επισήμανε υψηλές αποδόσεις και απώλειες στα πρώτα και τα τελευταία λεπτά της συνεδρίασης. Το συμπέρασμα του ήταν σύμφωνο με το CAPM (capital asset pricing model), το οποίο εισηγείται ότι όταν υπάρχει μεγάλος κίνδυνος (volatility) προσδοκούμε και μεγαλύτερες αποδόσεις:

$$E(R) = R_{free} + \beta [E(R_{market}) - R_{free}]$$

όπου $E(R)$: Η αναμενόμενη απόδοση

R_{free} : Απόδοση μηδενικού κινδύνου

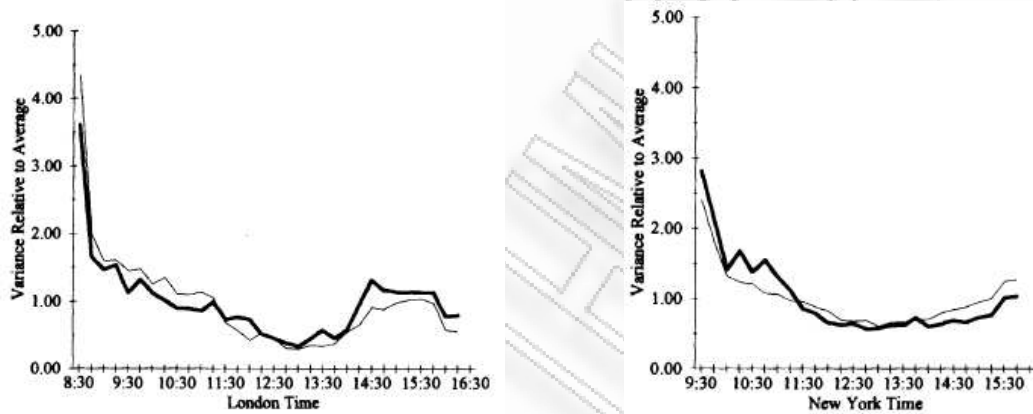
$[E(R_{market}) - R_{free}]$: Κίνδυνος

$\beta [E(R_{market}) - R_{free}]$: Πριμ κινδύνου

Ανάλογες έρευνες για τη σχέση κινδύνου και κέρδους έγιναν από τους Blume et al (1994), Handa and Schwartz (1996) και Weinberg and Steven (2001).

Άλλες μελέτες συνέδεσαν τη μεταβλητότητα με το κόστος και με τον όγκο συναλλαγών. Βασικά συμπεράσματα ήταν ότι τόσο ο όγκος όσο και το κόστος των συναλλαγών είναι παράγοντες που αυξάνουν τη μεταβλητότητα. Συγκεκριμένα, οι Amihud and Mendelson (1987), Gerety and Mulherin (1994), Barber and Odean (2000), Stoll (2000) και Bessembinder and Rath (2008) βρήκαν θετική σχέση μεταξύ κόστους συναλλαγών και μεταβλητότητας.

Επίσης έγιναν έρευνες οι οποίες μελέτησαν τη μεταβλητότητα σε σχέση με το κόστος συναλλαγών από τους Hasbrouck and Schwartz (1988) σε διαστήματα 30', τους Werner and Kleidon (1996) σε διαστήματα 15', και τους Andersen et al (2001) σε διαστήματα 5'. Τα patterns που βρέθηκαν από τους Werner and Kleidon (1996) έχουν την παρακάτω μορφή:



2.1. Μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας

Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της intra day volatility δεν διαφέρουν κατά πολύ μεταξύ τους. Αρχικά επιλέγεται το διάστημα στο οποίο θα χωριστεί η ημερήσια συνεδρίαση.

Έτσι, συνήθως επιλέγονται διαστήματα 1', 5', 15', 30' και 60' και έπειτα γίνεται η μέτρηση της volatility με την τυπική απόκλιση της αντίστοιχης (λογαριθμικής συνήθως) απόδοσης του δείκτη.

Ενδεικτικά παρουσιάζεται η μεθοδολογία των Wood, McInish and Ord (1985):

1 ^η ημέρα	
9:00	$r_{9:00} = \ln \frac{P_{9:00}}{P_{close\ previous\ day}} \cdot 10^4 = X_{11}$
9:01	$r_{9:01} = \ln \frac{P_{9:01}}{P_{9:00}} \cdot 10^4 = X_{12}$
9:02	$r_{9:02} = \ln \frac{P_{9:02}}{P_{9:01}} \cdot 10^4 = X_{13}$
κ.ο.κ.	

2 ^η ημέρα	
9:00	$r_{9:00} = \ln \frac{P_{9:00}}{P_{close\ previous\ day}} \cdot 10^4 = X_{21}$
9:01	$r_{9:01} = \ln \frac{P_{9:01}}{P_{9:00}} \cdot 10^4 = X_{22}$
9:02	$r_{9:02} = \ln \frac{P_{9:02}}{P_{9:01}} \cdot 10^4 = X_{23}$
κ.ο.κ.	

Τελικά

9:00	<ul style="list-style-type: none"> ▪ % mean ως average(X_{11}, X_{21}, \dots) ▪ Volatility ως std dev(X_{11}, X_{21}, \dots)
9:01	<ul style="list-style-type: none"> ▪ % mean ως average(X_{12}, X_{22}, \dots) ▪ Volatility ως std dev(X_{12}, X_{22}, \dots)
9:02	<ul style="list-style-type: none"> ▪ % mean ως average(X_{13}, X_{23}, \dots) ▪ Volatility ως std dev(X_{13}, X_{23}, \dots)
Κ.Ο.Κ.	

όπου : r = return
P= price.

Μια πιο σύνθετη προσέγγιση είναι αυτή των Werner and Kleidon (1996). Οι τελευταίοι υπολόγισαν τη διακύμανση κάθε μετοχής, για κάθε ημέρα και σε κάθε διάστημα χωριστά.

Συγκεκριμένα, υπολόγισαν την απόδοση $R_{f,d,t} = \ln(P_{f,d,t+1}) - \ln(P_{f,d,t}) = \ln \frac{P_{f,d,t+1}}{P_{f,d,t}}$

και έπειτα τη διακύμανση $\sigma_{f,d,t}^2 = (R_{f,d,t} - \bar{R}_{f,t})^2$, όπου $\bar{R}_{f,t} = \sum_{d=1}^{D_f} \frac{R_{f,d,t}}{D_f}$

όπου f : δηλώνει τη μετοχή
d : δηλώνει την ημέρα
t : δηλώνει το διάστημα (διαστήματα 60')
 D_f : δηλώνει το πλήθος των ημερών.

2.2. Έλεγχος των ιδιοτήτων των δεδομένων

Οι ιδιότητες που ενδιαφέρουν τους μελετητές σε τέτοιου είδους έρευνες αφορούν κυρίως την κανονικότητα των δεδομένων, την ετεροσκεδαστικότητα και την αυτοσυσχέτιση. Αυτές οι ιδιότητες είναι απαραίτητες για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν τυποποιημένες κατανομές για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ της μεταβλητότητας διαφορετικών χρονικών περιόδων (π.χ. μεταξύ των πενταλέπτων).

Τέτοιοι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν π.χ. από τους Ozenbas, Schwartz and Wood (2002) και Harris (1986), οι οποίοι χρησιμοποίησαν ανάλυση διακύμανσης και F-test για να ελέγξουν εάν η μεταβλητότητα διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαστημάτων.

Για τον έλεγχο της ομοσκεδαστικότητας, οι Lockwood and Linn (1990) επέλεξαν το modified test του Levene (Brown and Forsythe test) : $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$ στα n ενδοσυνεδριακά διαστήματα. Επίσης, οι Conover Johnson and Johnson (1981) πραγματοποίησαν συγκριτική αξιολόγηση 50 μεθόδων για δεδομένα που δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Το συμπέρασμα ήταν ότι το modified test του Levene (Brown and Forsythe test) είναι το πιο αποτελεσματικό σε αυτή την περίπτωση.

Το ίδιο test χρησιμοποίησαν και οι Tian and Guo (2007) αφού απέδειξαν με τα Jarque-Bera και Anderson-Darling tests ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή (σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).

Οι Werner and Kleidon (1996) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων και t-test για τον έλεγχο $\mu_{i,j} = 0$, για διαστήματα 15'.

РАНЕЕ НЕ ПЕРПА

3. Δεδομένα και μεθοδολογία

Τα δεδομένα αντλήθηκαν με το πρόγραμμα FOREKS FX2000. Αφορούν τιμές των δεικτών DJ, DAX και ΓΔ ανά 5' για το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου των ετών 2008 και 2009, δεδομένου ότι για την έρευνα της ενδοσυνεδριακής μεταβλητότητας δεν είναι απαραίτητη η ανάλυση δεδομένων τα οποία καλύπτουν όλες τις συνεδριάσεις μιας χρονικής περιόδου (η βαρύτητα δίνεται στα εξεταζόμενα χρονικά τμήματα της συνεδρίασης, ανεξαρτήτως ημερομηνιών στις οποίες αυτά αναφέρονται).

Από το δείγμα αφαιρέθηκαν ημερομηνίες με ελλιπείς παρατηρήσεις ώστε σε όλες τις ημερομηνίες να υπάρχουν τιμές ανά 5' καθ' όλη τη διάρκεια της συνεδρίασης.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε δεν διαφέρει από αυτή που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι ερευνητές στις εργασίες τους όπως οι Wood, McInish and Ord (1985), Harris (1986), Lockwood & Linn (1990), Ozenbas, Schwartz and Wood (2002) και Tian and Guo (2007) :

1. Η απόδοση μεταξύ των 5' διαστημάτων υπολογίστηκε ως εξής: $r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$

όπου P_t η τιμή του δείκτη στο t πεντάλεπτο

P_{t-1} η τιμή του δείκτη στο t-1 πεντάλεπτο

2. Έγινε ταξινόμηση των δεδομένων ως προς τα ενδοσυνεδριακά 5' διαστήματα και έπειτα ως προς την ημερομηνία.
3. Υπολογίστηκε η μεταβλητότητα ως η τυπική απόκλιση των πιο πάνω αποδόσεων και ο μέσος των αποδόσεων ανά 5' διάστημα.
4. Τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν σε διαγράμματα για να ελεγχθεί οπτικά το pattern που ακολουθεί η μεταβλητότητα.

5. Βρέθηκε ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson

$$\rho_{X,Y} = \frac{COV(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}^1 \text{ των } \% \text{ μέσων αποδόσεων του}$$

¹ X είναι οι % μέσοι των αποδόσεων ανά 5λεπτο διάστημα για τον ΓΔ και Y οι αντίστοιχοι % μέσοι για τον DAX.

Ελληνικού και Γερμανικού δείκτη για το τρίτο τετράμηνο του 2008. Συγκεκριμένα, Η ύπαρξη της θετικής συσχέτισης που βρέθηκε οπτικά και με τον παραπάνω συντελεστή επιβεβαιώθηκε με το στατιστικό test του Pearson.

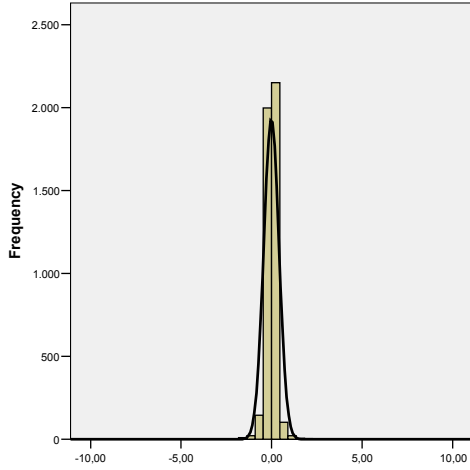
6. Εξετάστηκε εάν το δείγμα ακολουθεί την κανονική κατανομή με το Kolmogorov - Smirnov test. Το test εκτελέστηκε αρχικά για κάθε τετράμηνο των τριών δεικτών καθώς και για το ζεύγος παρατηρήσεων των % μέσων αποδόσεων ΓΔ και DAX για το οποίο έγινε το test του Pearson.
7. Οι ώρες Γερμανίας και Νέας Υόρκης μετατράπηκαν σε ώρα Ελλάδος ώστε να αποτυπωθούν στο ίδιο διάγραμμα και να γίνει σύγκριση της μεταβλητότητας και των αποδόσεων μεταξύ των χρηματιστηρίων στα ίδια πεντάλεπτα.

Οι στατιστικές ιδιότητες των αποδόσεων των εξεταζόμενων δεικτών παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν :

➤ ΓΔ ΣΕΠ-ΔΕΚ 08

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	4482	-8,83	9,77	-,0102	,42024	-,444	,037	150,880	,073
Valid N (listwise)	4482								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

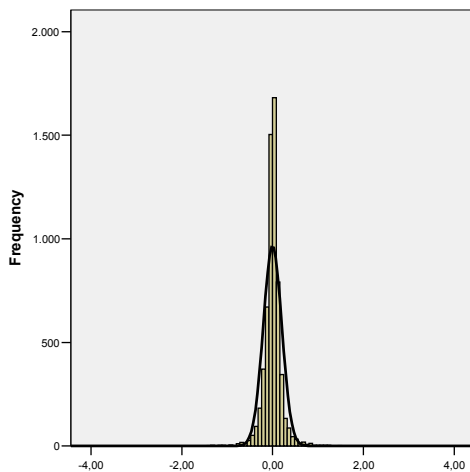
		return
N		4482
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-,0102
	Std. Deviation	,42024
Most Extreme Differences	Absolute	,185
	Positive	,177
	Negative	-,185
Kolmogorov-Smirnov Z		12,415
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

➤ ΓΔ ΣΕΠ-ΔΕΚ 09

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	6156	-2,47	2,12	-,0027	,20374	-,286	,031	18,346	,062
Valid N (listwise)	6156								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

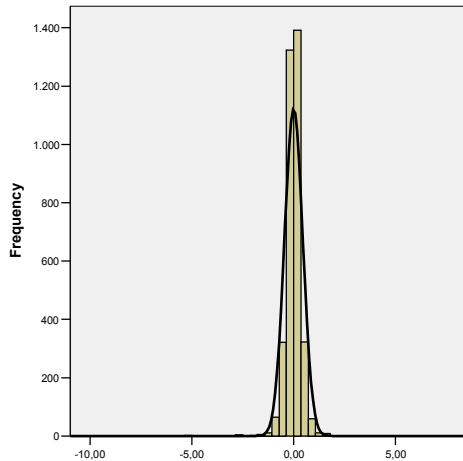
		return
N		6156
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-,0027
	Std. Deviation	,20374
Most Extreme Differences	Absolute	,124
	Positive	,124
	Negative	-,121
Kolmogorov-Smirnov Z		9,729
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

➤ **DAX ΣΕΠ-ΔΕΚ 08**

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	3536	-8,71	6,26	-,0013	,44946	-1,482	,041	76,790	,082
Valid N (listwise)	3536								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

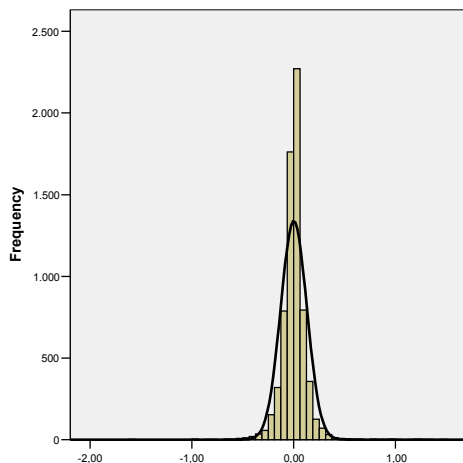
		return
N		3536
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-,0013
	Std. Deviation	,44946
Most Extreme Differences	Absolute	,108
	Positive	,102
	Negative	-,108
Kolmogorov-Smirnov Z		6,419
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

➤ **DAX ΣΕΠ-ΔΕΚ 09**

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	6864	-1,62	1,44	,0010	,12791	,574	,030	24,644	,059
Valid N (listwise)	6864								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

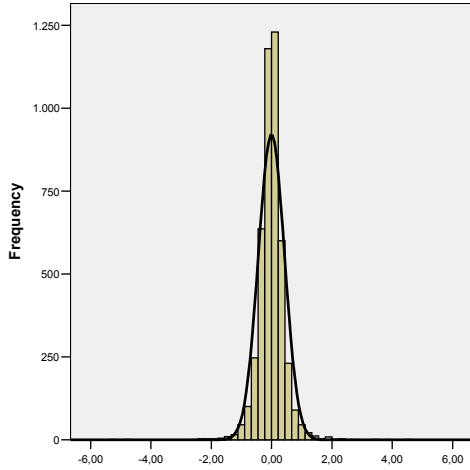
		return
N		6864
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0010
	Std. Deviation	,12791
Most Extreme Differences	Absolute	,115
	Positive	,114
	Negative	-,115
Kolmogorov-Smirnov Z		9,560
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

➤ DJ ΣΕΠ-ΔΕΚ 08

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	4503	-5,20	4,62	-,0028	,43384	-,025	,036	16,534	,073
Valid N (listwise)	4503								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		return
N		4503
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-,0028
	Std. Deviation	,43384
Most Extreme Differences	Absolute	,085
	Positive	,085
	Negative	-,077
Kolmogorov-Smirnov Z		5,726
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

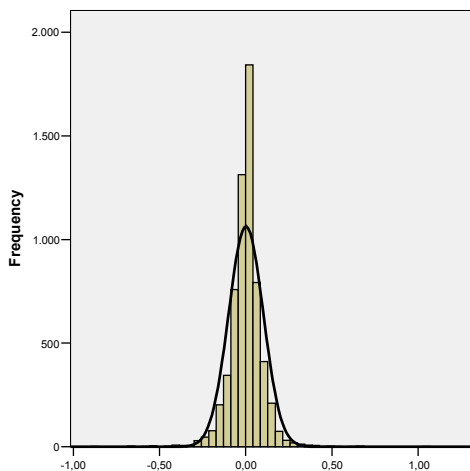
a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

➤ DJ ΣΕΠ-ΔΕΚ 09

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
return	6241	-,89	1,06	,0017	,10033	,309	,031	16,445	,062
Valid N (listwise)	6241								



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

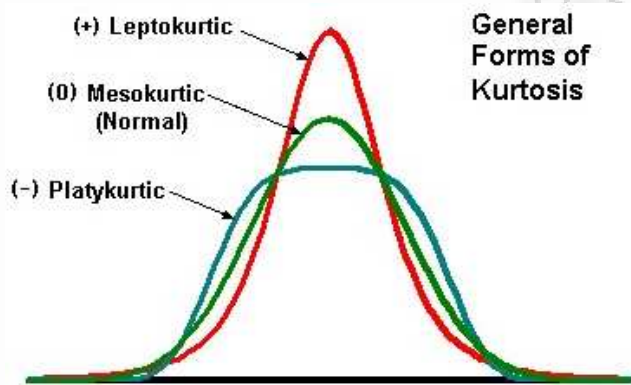
		return
N		6241
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0017
	Std. Deviation	,10033
Most Extreme Differences	Absolute	,102
	Positive	,102
	Negative	-,100
Kolmogorov-Smirnov Z		8,065
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Όπως φαίνεται στα πιο πάνω διαγράμματα, οι αποδόσεις των δεικτών κατανομονται συμμετρικά γύρω από τη μέση τιμή τους η οποία είναι αρκετά κοντά στη τιμή μηδέν. Χαρακτηριστικό των κατανομών είναι η υψηλή τιμή της κύρτωσης. Ειδικότερα, εμφανίζονται λεπτόκυρτες κατανομές, κυρίως διότι υπάρχει μεγάλος παρατηρήσεων με μηδενική απόδοση, λόγω του εξαιρετικά μικρού χρονικού βήματος που έχει επιλεγεί (5λεπτο). Η εμφάνιση λεπτόκυρτων κατανομών είναι σύνηθες φαινόμενο σε στατιστικά πραγματικών δεδομένων.

Η κανονικότητα των κατανομών των αποδόσεων των δεικτών του δείγματος απορρίπτεται και με το test Kolmogorov – Smirnov σε όλες τις περιπτώσεις, δεδομένου ότι η τιμή της στατιστικής συνάρτησης Z είναι αρκετά υψηλή ώστε να απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 : Το δείγμα ακολουθεί κανονική κατανομή. Τέλος, η κανονικότητα των κατανομών των αποδόσεων δεν προκύπτει ούτε από τα σχετικά ιστογράμματα.



Παρατηρούμε επίσης η ελάχιστη και η μέγιστη απόδοση του 2008 είναι εμφανώς υψηλότερες από τις αντίστοιχες του 2009, όπως και η τυπική απόκλιση των αποδόσεων αυτών. Οι πιο πάνω διαφορές αντικατοπτρίζουν την εικόνα των χρηματιστηρίων το 2008 κατά το οποίο κορυφώθηκε η αβεβαιότητα για την εξέλιξη της χρηματοοικονομικής κρίσης.

Από τις τιμές των δεκτών ΓΔ και DAX το 2008 διαφαίνεται η ύπαρξη μιας αντιστοιχίας των αποδόσεών τους. Συγκεκριμένα, η ελάχιστη απόδοση τους είναι -8,83% για τον ΓΔ και -8,71% για τον DAX και οι τυπικές αποκλίσεις είναι 0,42 και 0,45 αντίστοιχα. Μπορεί επομένως να ειπωθεί ότι την περίοδο της κρίσης το Ελληνικό χρηματιστήριο επηρεαζόταν από το Γερμανικό το οποίο αποτελεί τη σημαντικότερη χρηματιστηριακή αγορά της Ευρώπης.

4. Ανάλυση των δεδομένων και ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων. Υπολογίστηκε η απόδοση και η μεταβλητότητα κάθε δείκτη σε διαστήματα πέντε λεπτών. Τα παραπάνω στοιχεία αποτυπώθηκαν σε διαγράμματα για την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν τη συμπεριφορά των χρηματιστηρίων κατά την περίοδο της κρίσης 2008-2009, την αλληλεπίδρασή τους, την εύρεση και ερμηνεία του pattern που ακολουθεί η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητά τους.

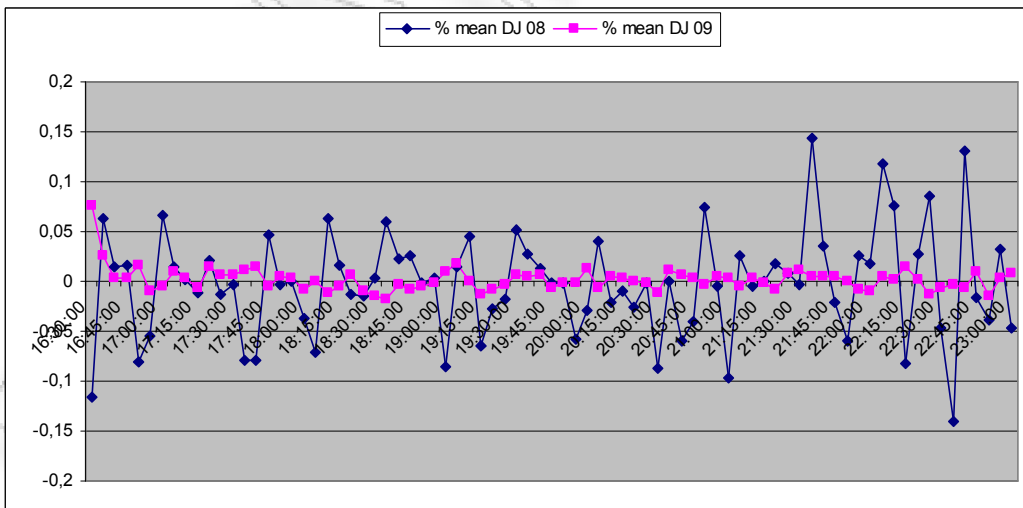
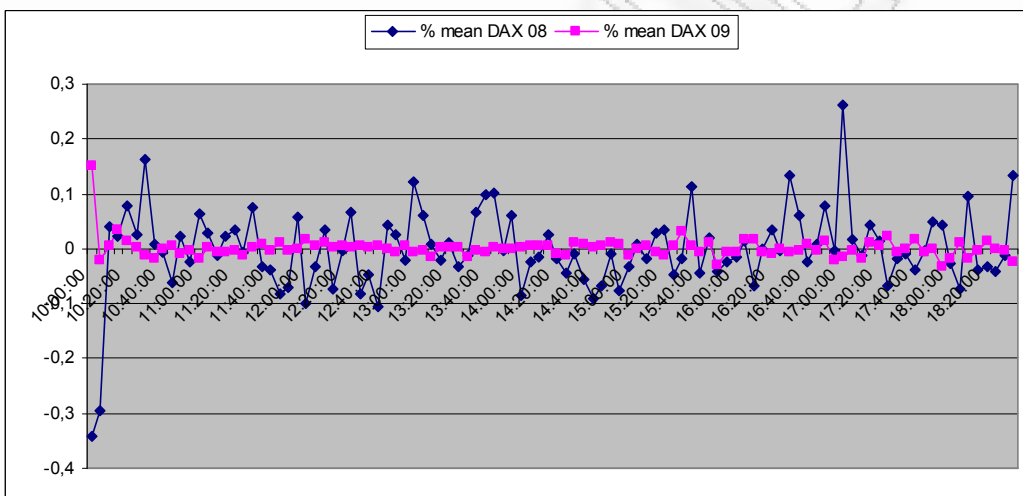
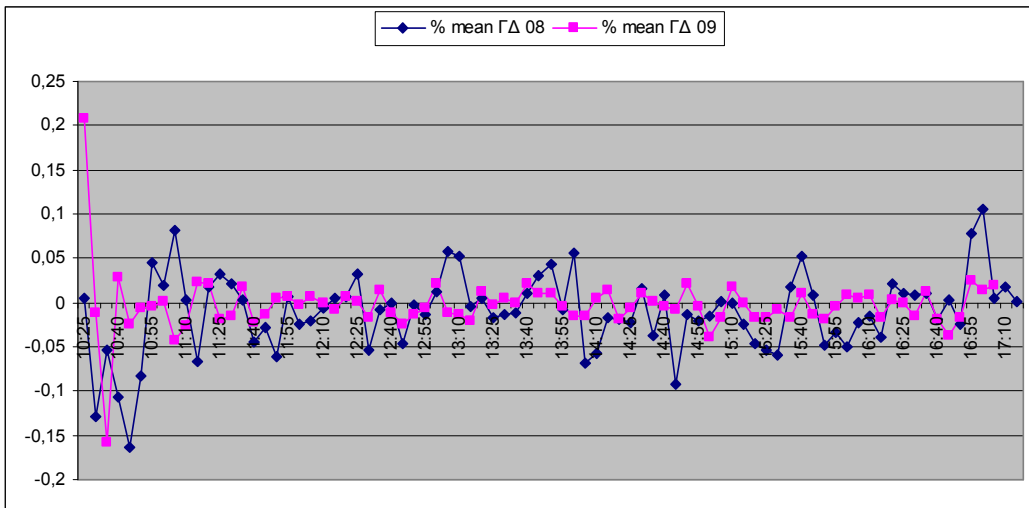
Παρατηρήθηκε οπτικά θετική συσχέτιση του ΓΔ και του δείκτη DAX κατά το 2008 και επιβεβαιώθηκε με τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισής τους και την εκτέλεση του test συσχέτισης του Pearson.

4.1. Η παγκόσμια οικονομική κρίση κατά την περίοδο 2008-2009.

Χαρακτηριστικό της εξεταζόμενης περιόδου αποτελεί η παγκόσμια οικονομική κρίση η οποία ξεκίνησε το δεύτερο εξάμηνο του 2007 με την κατάρρευση μεγάλων τραπεζών στην Αμερική. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αλληλεξάρτηση που υπάρχει πλέον μεταξύ των πιστωτικών ιδρυμάτων του παγκόσμιου χρηματοοικονομικού συστήματος, οδήγησε την παγκόσμια οικονομία σε ένα κλίμα αβεβαιότητας και αστάθειας. Άμεσος ήταν ο αντίκτυπος στους επενδυτές και επομένως στα χρηματιστήρια.

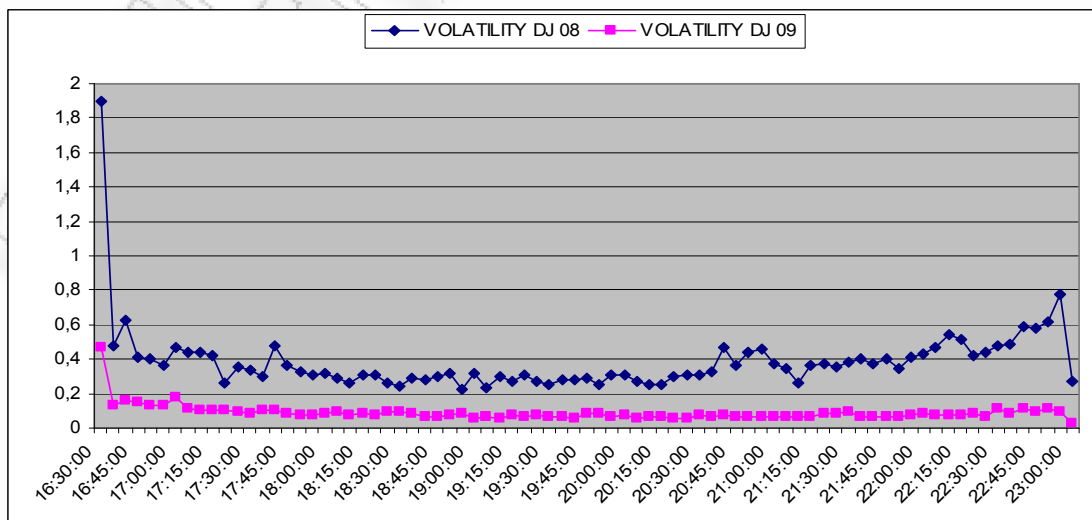
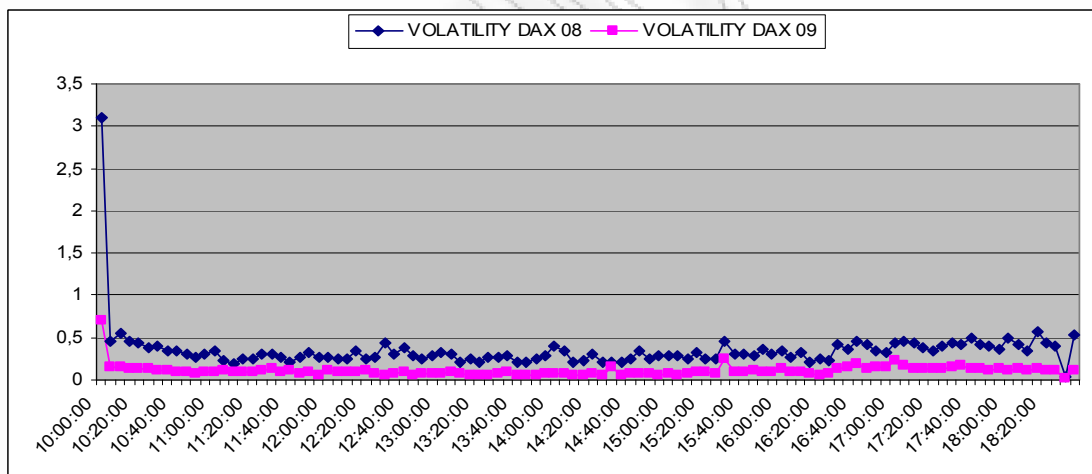
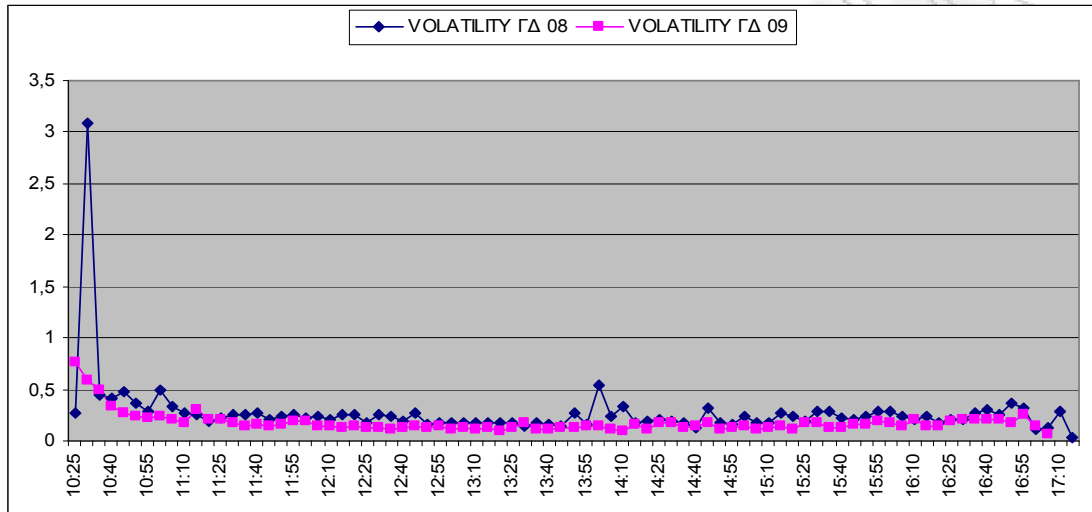
Μετά το πρώτο τρίμηνο του 2009, παρά το γεγονός ότι η κρίση εξακολουθούσε να είναι ισχυρή, υπήρχαν οι πρώτες ενδείξεις τόσο για το βάθος όσο και για την (πιθανολογούμενη) διάρκεια της. Επίσης, ολοκληρώθηκαν τα μέτρα που έλαβαν οι επιμέρους χώρες για την άμβλυνση των συνεπειών της. Έτσι, οι επενδυτές αισθάνθηκαν λιγότερο ανασφαλείς σε σχέση με το 2008 και γι' αυτό οι αγορές άρχισαν να ομαλοποιούνται.

Τα παραπάνω αναφερόμενα, αποδείχθηκαν από την εξέταση των γραφημάτων που απεικονίζουν τις μεταβολές των αποδόσεων των δεικτών του δείγματος κατά το τρίτο τετράμηνο του 2008 και του 2009. Συγκεκριμένα, το 2008 καταγράφηκαν έντονα σπασμωδικές αντιδράσεις, ενώ την αντίστοιχη περίοδο του 2009 παρατηρήθηκε ομαλοποίηση των αποδόσεων.



Το ίδιο γεγονός αποτυπώθηκε και στη μεταβλητότητα των χρηματιστηρίων. Τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα των τριών δεικτών

σε διαστήματα πέντε λεπτών. Είναι εμφανές ότι το 2009 η μεταβλητότητα ήταν μικρότερη και πιο ομαλή καθ' όλη τη διάρκεια της συνεδρίασης.



Η αβεβαιότητα του 2008 επιβεβαιώνεται επίσης και από τη μεταβλητότητα που έδειξαν οι αγορές του δείγματος: Αυτή ήταν από 50% (ΓΔ) μέχρι 363% (DJ) υψηλότερη σε σχέση με το 2008, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί :

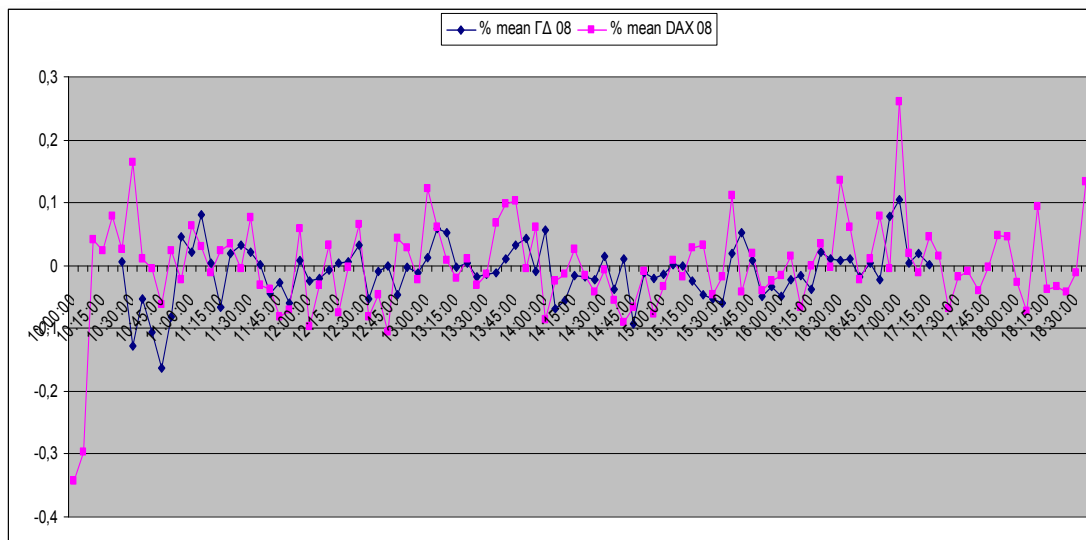
Μέση συνολική μεταβλητότητα των αποδόσεων			
	2008	2009	Ποσοστιαία Μεταβολή
ΓΔ	0,27	0,18	50%
DAX	0,35	0,11	213%
DJ	0,39	0,09	363%

4.2. Αλληλεξάρτηση Ελληνικού και Γερμανικού Χρηματιστηρίου.

Η αλληλεπίδραση και η αλληλεξάρτηση των χρηματιστηρίων στη σύγχρονη εποχή είναι ένα θέμα για το οποίο έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές έρευνες λόγω της σπουδαιότητάς του. Αυτή η αλληλεπίδραση των αγορών κάνει σήμερα μεγάλους οικονομικούς οργανισμούς να καταρρέουν με τη μορφή "ντόμινο" και να δημιουργούνται οικονομικές κρίσεις παγκοσμίου επιπέδου.

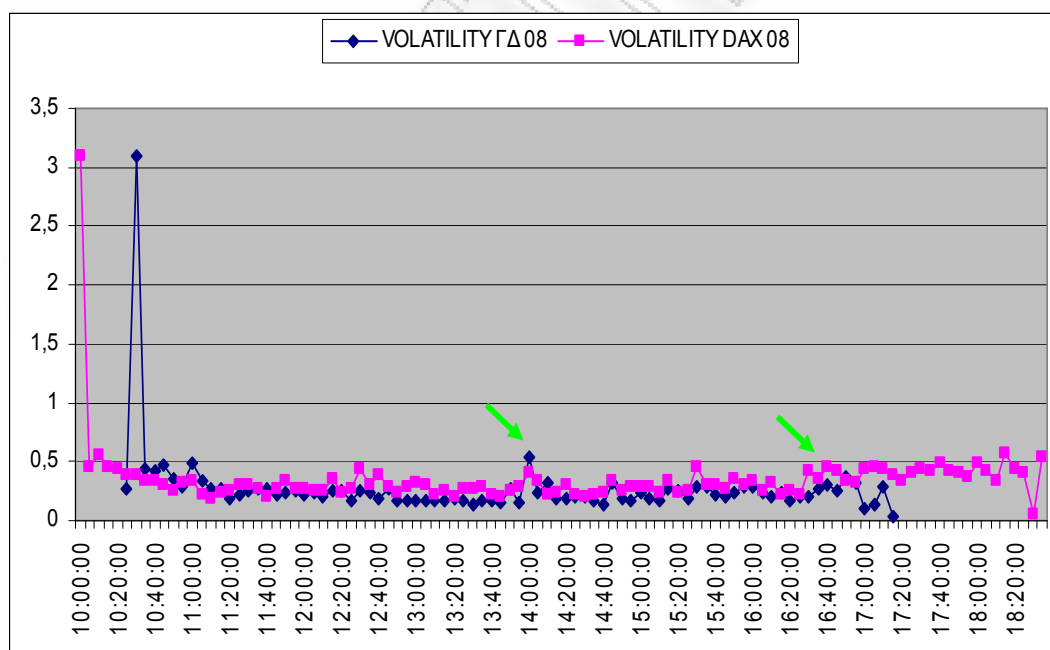
Οι M. Glezacos, A. Merika και H. Kaligosfiris (2007) έδειξαν μάλιστα ότι με την πάροδο των χρόνων ενδυναμώνεται η εξάρτηση και η αλληλεπίδραση των διεθνών χρηματιστηρίων, προφανώς λόγω της προϊούσας ολοκλήρωσης της παγκόσμιας οικονομίας, η οποία πρακτικά ξεκίνησε προ εικοσαετίας. Στην ίδια εργασία επισημαίνεται η ισχυρή αλληλεξάρτηση των χρηματιστηρίων της Ελλάδας και της Γερμανίας.

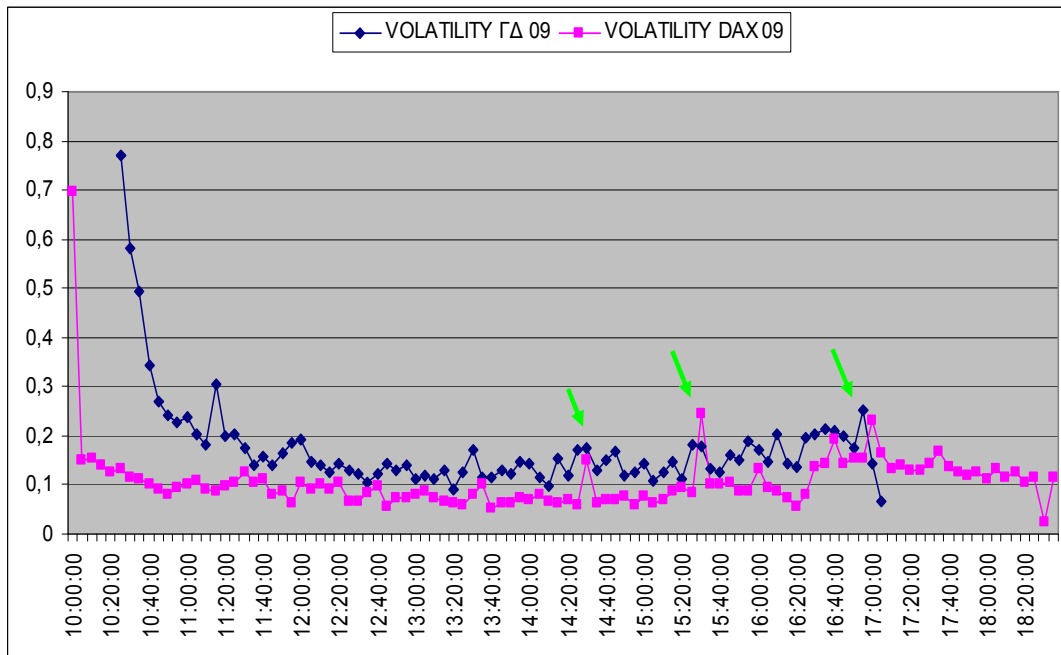
Σημαντικές ενδείξεις που επιβεβαιώνουν τα παραπάνω βρέθηκαν και στην παρούσα εργασία. Για το διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2008 οι αποδόσεις των δεικτών ΓΔ και DAX κατέγραψαν μια «παράλληλη – συγγενική» πορεία, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, στο οποίο απεικονίζεται η % μέση απόδοσή τους (σε ώρα Ελλάδος). Οι δύο δείκτες κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση στο μεγαλύτερο μέρος της συνεδρίασης.



Ενδείξεις ισχυρής αλληλεπίδρασης του Ελληνικού και του Γερμανικού χρηματιστηρίου εντοπίστηκαν και στα διαγράμματα της μεταβλητότητας των δύο δεικτών:

Παρατηρήθηκε ότι οι δύο δείκτες παρουσιάζουν ταυτόχρονα peaks της volatility, τα οποία συμβαίνουν κυρίως στις 14:00, και 16:55 για την περίοδο του 2008 και στις 14:30, 15:30 και 16:55 για την αντίστοιχη του 2009.





Για τη στατιστική διερεύνηση της ύπαρξης αλληλεπίδρασης στους δύο δείκτες υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης ρ και πραγματοποιήθηκε το test του Pearson. Για το λόγο αυτό υπολογίστηκαν οι μέσες αποδόσεις ανά πεντάλεπτο διάστημα για τους δύο δείκτες και εκτελέστηκε το test για το ζευγάρι των παρατηρήσεων που δημιουργήθηκαν².

Προϋποθέσεις για την εκτέλεση του test είναι:

- α) Τα δεδομένα να ακολουθούν την κανονική κατανομή
- β) Τα δεδομένα να έχουν ίσες διακυμάνσεις

Για τον έλεγχο της ύπαρξης της πρώτης προϋπόθεσης, εφαρμόστηκε το στατιστικό test των Kolmogorov-Smirnov, το οποίο εξετάζει τη μηδενική υπόθεση H_0 : Τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή. Όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί, η κανονικότητα των δύο δειγμάτων δεν μπορεί να απορριφθεί με $p\text{-value}=0,289$ και $0,394$ αντίστοιχα:

² Το στατιστικό test του Pearson εκτελέστηκε στους % μέσους των αποδόσεων των δύο δεικτών ανά 5λεπτο διάστημα για το τρίτο τετράμηνο του 2008 και για το κοινό χρόνο συνεδρίασης των δύο χρηματιστηρίων 10:25 - 17:15.

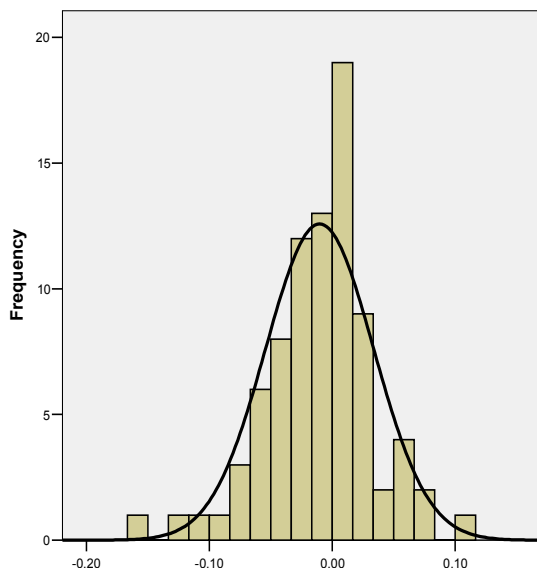
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		mean.ret. GD08	mean.ret. DAX08
N		83	83
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-,0102	,0047
	Std. Deviation	,04387	,06197
Most Extreme Differences	Absolute	,108	,099
	Positive	,090	,099
	Negative	-,108	-,044
Kolmogorov-Smirnov Z		,983	,899
Asymp. Sig. (2-tailed)		,289	,394

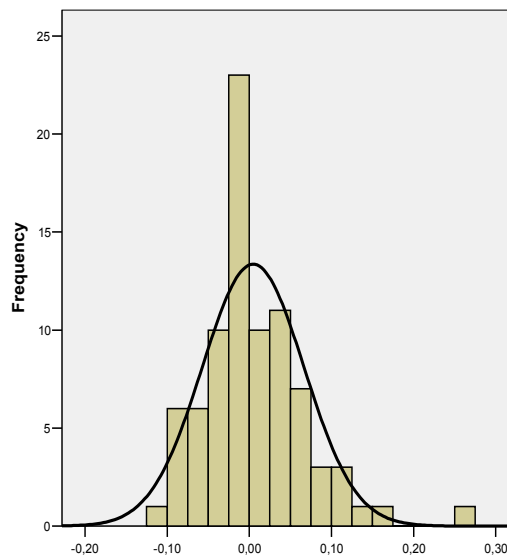
a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ΓΔ 2008



DAX 2008



Ο έλεγχος της δεύτερης προϋπόθεσης δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, διότι σε κάθε πεντάλεπτο της συνεδρίασης (> 50 πεντάλεπτα) αντιστοιχεί μία μόνο παρατήρηση. Έτσι, δημιουργείται πρόβλημα έλλειψης βαθμών ελευθερίας.

Υποθέτοντας ότι ικανοποιείται και η δεύτερη προϋπόθεση πραγματοποιούμε το test του Pearson για να εξετάσουμε τη μηδενική υπόθεση $H_0: \rho=0$. Σύμφωνα με το παρακάτω output η υπόθεση αυτή απορρίπτεται σε επίπεδο σημαντικότητας 5% με p-value=0.011, γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει ουσιώδης συσχέτιση μεταξύ των δύο δεικτών και μάλιστα θετική με $\rho=0,276$.

Correlations

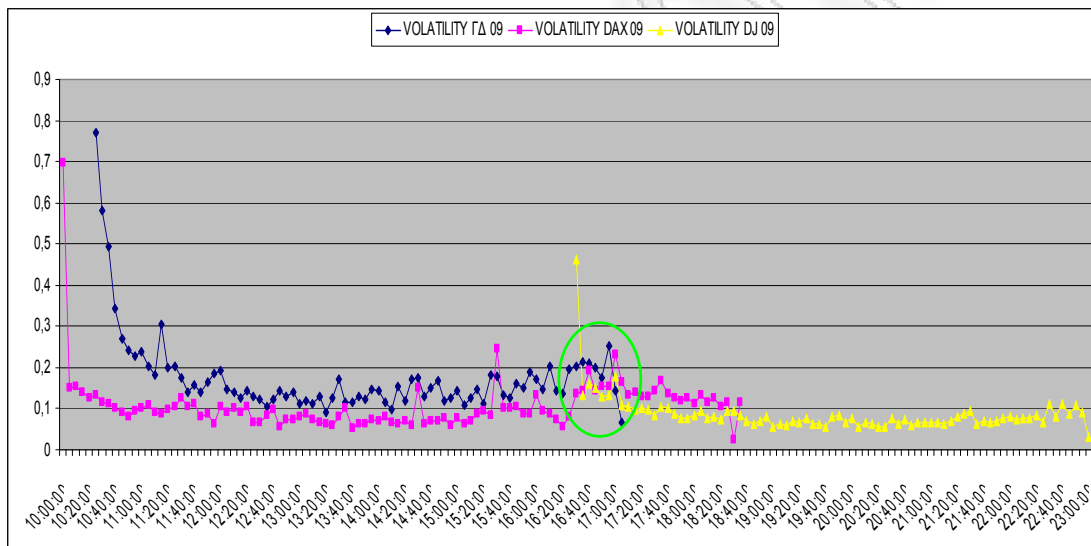
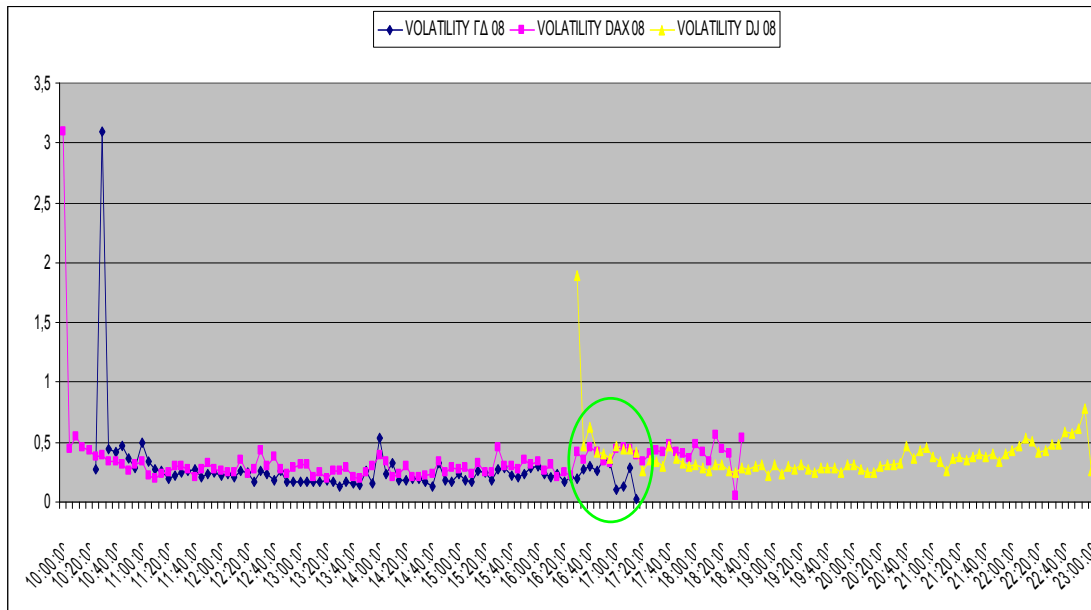
		mean.ret. GD08	mean.ret. DAX08
mean.ret.GD08	Pearson Correlation	1	,276*
	Sig. (2-tailed)		,011
	N	83	83
mean.ret.DAX08	Pearson Correlation	,276*	1
	Sig. (2-tailed)	,011	
	N	83	83

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Το συμπέρασμα είναι σύμφωνο με την έρευνα των M. Glezacos, A. Merika και H. Kaligosfiris (2007) οι οποίοι απέδειξαν ισχυρή αλληλεξάρτηση μεταξύ Ελληνικού και Γερμανικού χρηματιστηρίου. Παρόμοια αλληλεπίδραση βρέθηκε από τους Harju and Hussain (2006) μεταξύ των χρηματιστηρίων Γερμανίας και Αγγλίας. Υπό αυτό το πρίσμα μπορούμε να πούμε ότι οι παγκόσμιες οικονομικές κρίσεις κάνουν τις αγορές να αλληλεξαρτώνται και να αλληλεπιδρούν σε υψηλότερο βαθμό, σε σχέση με τις κανονικές περιόδους.

4.3. Η επιρροή της Αμερικανικής αγοράς στην Ευρώπη

Το άνοιγμα της αμερικανικής αγοράς επηρεάζει σημαντικά τα ευρωπαϊκά χρηματιστήρια. Πρόκειται για ένα γεγονός που αναφέρεται συχνά στην βιβλιογραφία και καθημερινά επιβεβαιώνεται στην οικονομική ζωή. Τα διαγράμματα κατέγραψαν υψηλότερη μεταβλητότητα τόσο για τον ΓΔ όσο και τον DAX μετά τις 16:30 (ώρα Ελλάδος) που ανοίγει ο DJ.

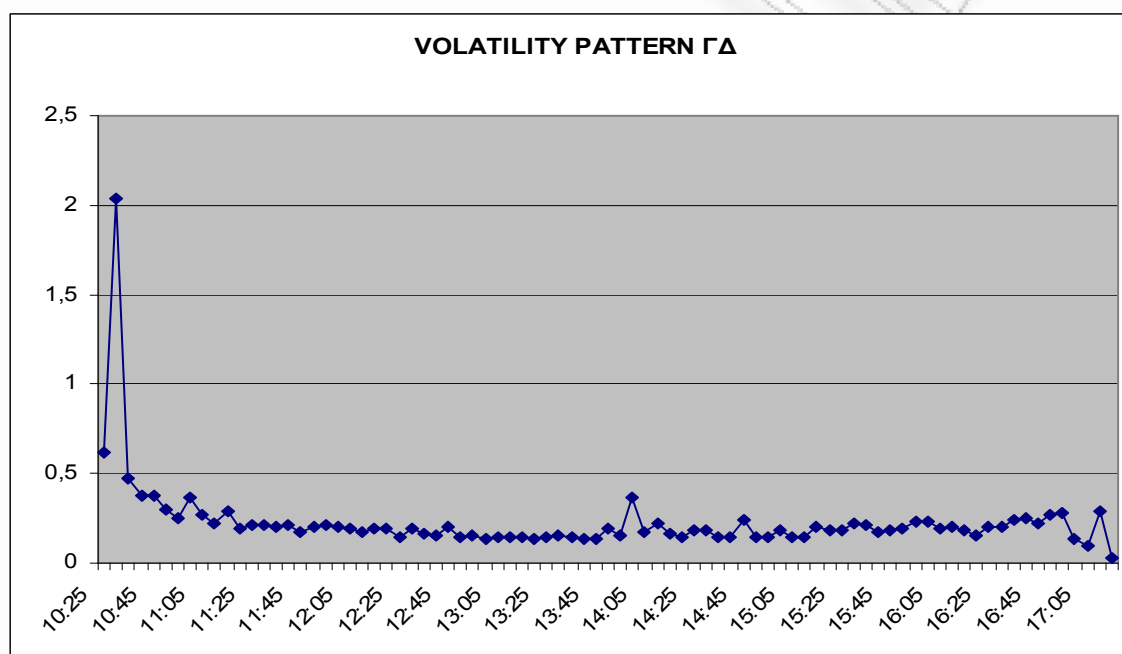


Το συμπέρασμα είναι σύμφωνο και με την έρευνα των Harju and Hussain (2006), οι οποίοι παρατήρησαν αύξηση της volatility των ευρωπαϊκών δεικτών FTSE 100, XDAX30, SMI και CAC40 μετά το άνοιγμα της αμερικανικής αγοράς και με αυτή των M. Glezakos, A. Merika και H. Kaligosfiris (2007) οι οποίοι επιβεβαίωσαν την κυρίαρχη επίδραση της αμερικανικής αγοράς σε άλλες αγορές του κόσμου.

4.4. Intra day volatility patterns.³

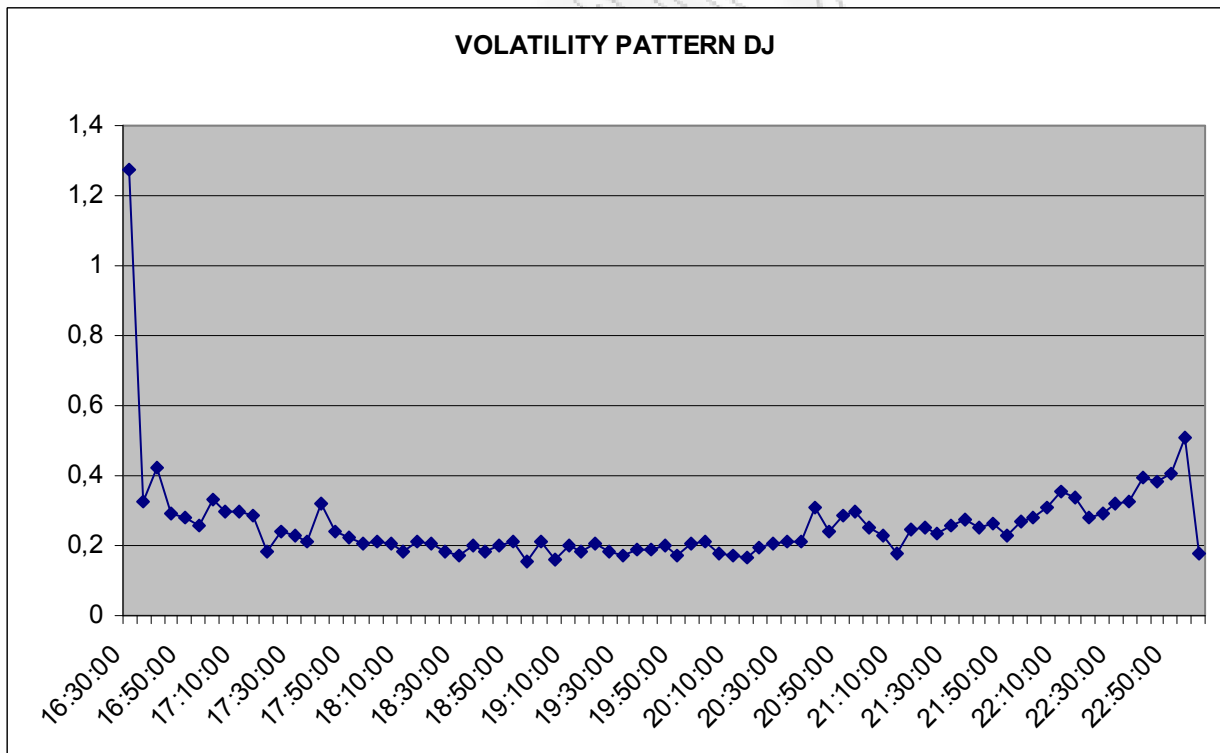
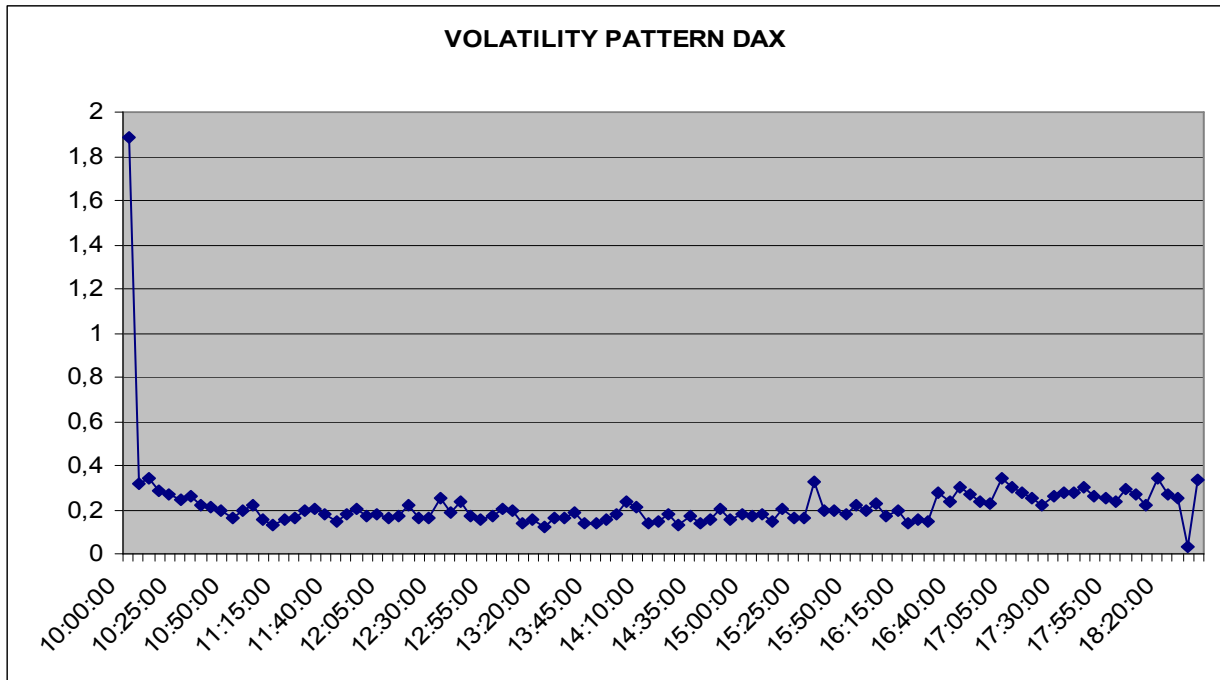
Κύριο χαρακτηριστικό και για τους τρεις δείκτες στις δύο περιόδους είναι το peak κατά το άνοιγμα της συνεδρίασης και γενικά η υψηλή μεταβλητότητα στα πρώτα και τα τελευταία πεντάλεπτα. Αυτό αποτελεί βασικό εύρημα και σε άλλες ανάλογες έρευνες όπως αυτή του Harris (1986), των Deniz Ozenbas, Robert A. Schwartz and Robert A. Wood (2002), των Lam and Tong (1999) και Tang and Lui (2002).

Για την εύρεση των patterns που ακολουθεί η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα απεικονίσαμε τη τυπική απόκλιση σε διαγράμματα. Έτσι παρατηρήσαμε ότι η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του ΓΔ ακολουθεί ένα pattern τύπου L shape με peaks στις 14:00 και 14:45 και υψηλή διακύμανση μετά τις 16:55.



Η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του DAX ακολουθεί L shape με peaks στις 15:30 και εμφανή άνοδο μετά τις 16:30, ενώ αυτή του DJ ένα U shape pattern. Οι Harju and Hussain (2006) αναφέρουν ότι τα καρφιά στο τέλος της συνεδρίασης κάνουν το pattern να μοιάζει με U shape.

³ Για την εύρεση των patterns χρησιμοποιήθηκε όλο το δείγμα (τελευταίο τετράμηνο του 2008 & 2009)



Ο Syed Mujahid Hussain(2008) ανέφερε χαρακτηριστικά «εάν αφαιρεθούν οι δύο πρώτες παρατηρήσεις, τότε το καρπί εξαφανίζεται», χαρακτηριστικό που αποτυπώθηκε στα παραπάνω γραφήματα και των τριών εξεταζομένων δεικτών.

Το εύρημα για τον DJ είναι σύμφωνο με παλαιότερες έρευνες όπως Wood et al (1985), Harris (1986), Lockwood and Linn (1990), Werner and Kleidon (1996), Ozenbas, Schwartz and Wood (2002) σύμφωνα με τις οποίες η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα της Αμερικανικής αγοράς ακολουθεί ένα U shape pattern. Οι τελευταίοι βέβαια ανέφεραν U shape pattern και για την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του δείκτη DAX, εύρημα το οποίο είναι σε αντίθεση με το L shape που βρέθηκε στην παρούσα εργασία. Τα ευρήματα μας είναι όμως σύμφωνα με τους Harju and Hussain (2006) και τον Syed Mujahid Hussain (2008) που ανέφεραν ένα pattern τύπου J reverse με peaks στις 14:35, 15:35 και 16:05 CET.

Το pattern που αναφέρουν οι Harju and Hussain (2006) είναι το παρακάτω:

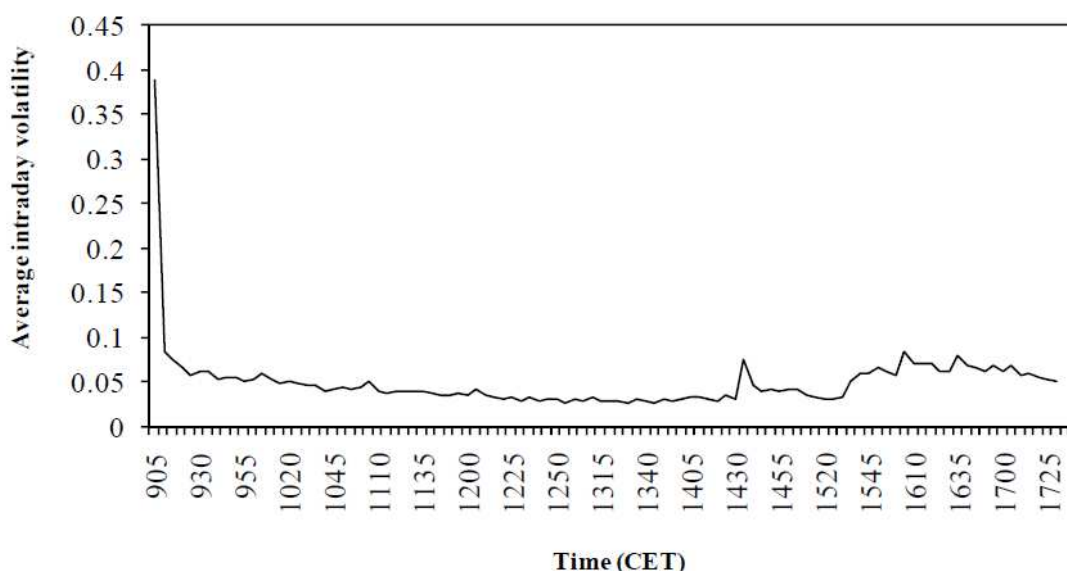


Figure 1. Average intraday volatility for the XDAX 30 index

Όχι μόνο η μορφή του pattern αλλά και τα peaks βρίσκονται σε πλήρη αντιστοιχία με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, διότι το peak που αναφέρουν στις 14:35, 15:35 και 16:05 (CET) ταυτίζονται με αυτά που βρέθηκαν στις 15:30 & 16:30 (Ωρα Ελλάδος⁴).

⁴ Ωρα Ελλάδος = GMT + 2 (Greenwich Mean Time)

CET = GMT + 1

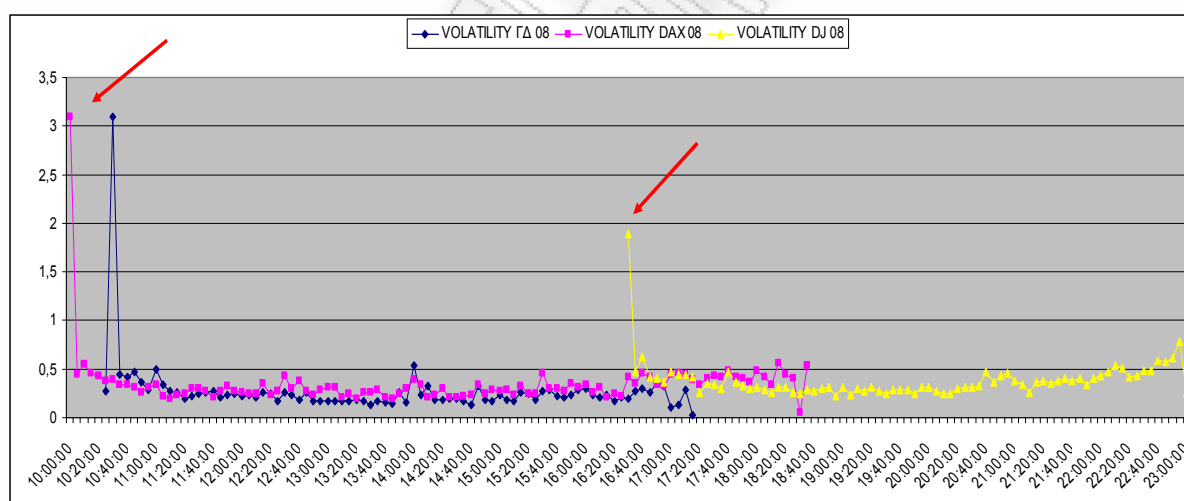
Άρα Ωρα Ελλάδος = CET + 1

J reverse pattern για τον δείκτη Deutsche Boerse ανέφερε και ο Ozenbas το 2006. Τέλος, ανάλογο pattern τύπου L shape, με peak στο άνοιγμα της αμερικανικής αγοράς, βρήκαν και οι Roberto Pascual and David Veredas (2009) για την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του δείκτη της Ισπανίας.

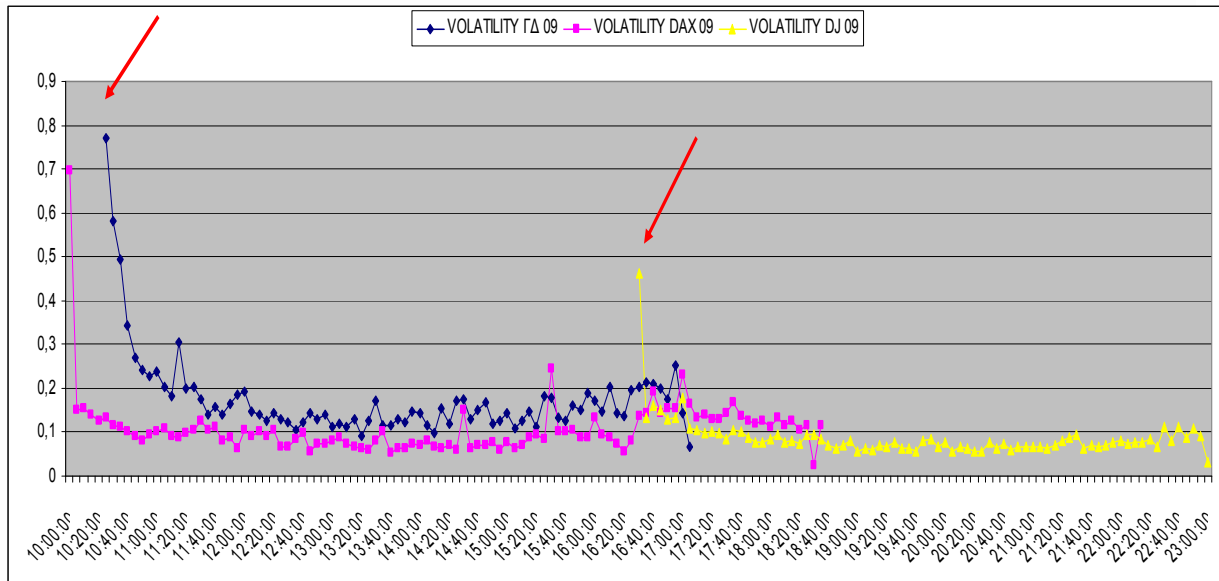
Για την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα του ΓΔ δεν έχουν γίνει αντίστοιχες μελέτες. Παρόλα αυτά η γενική μορφή (pattern και peaks) που είναι αντίστοιχη του DAX με τον οποίο έχει αποδειχτεί ισχυρή αλληλεπίδραση μας δίνει την εικόνα ενός αξιόπιστου αποτελέσματος.

Ενδιαφέρον είναι ο τρόπος με τον μεταβάλλεται η μεταβλητότητα των τριών δεικτών στο άνοιγμα της συνεδρίασης το 2008, χρονιά που η οικονομική κρίση βρισκόταν στο αποκορύφωμά της και το 2009 που οι οικονομίες δείχνουν να αντιμετωπίζουν σιγά - σιγά το πρόβλημα και να μπαίνουν σε μια πιο ήρεμη περίοδο.

Την πρώτη περίοδο (το 2008) παρατηρήθηκε ότι η volatility του ΓΔ και DAX βρίσκεται αρκετά υψηλά λόγω της κρίσης, στις 3 μονάδες και του DJ στα 2/3 περίπου αυτής της μεταβλητότητας, δηλαδή στις 2 μονάδες (κόκκινα βέλη).



Το 2009, η volatility εμφανίζεται σημαντικά μειωμένη, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι οικονομίες πλέον βαδίζουν προς την έξοδο της κρίσης. Όμως, πάλι ο ΓΔ και ο DAX έχουν παρόμοια volatility στις 0,7 μονάδες περίπου και του DJ βρέθηκε πάλι στα 2/3 αυτής δηλαδή στις 0,46 μονάδες:

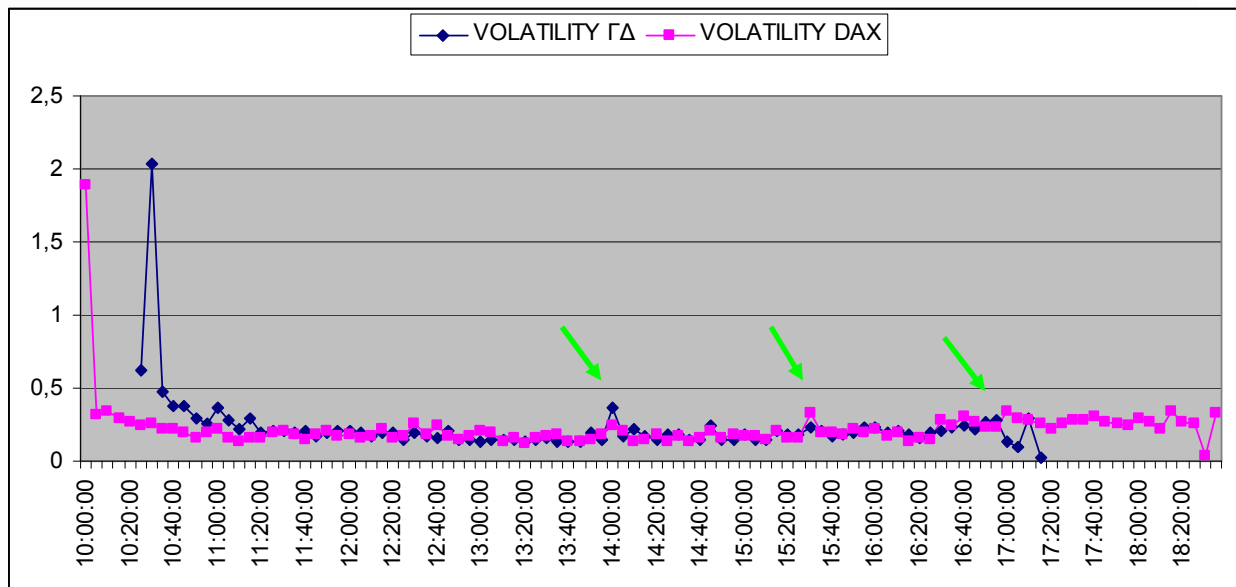


Η ομοιότητα του ελληνικού και γερμανικού χρηματιστηρίου επιβεβαιώνεται και από τις παρακάτω ενδείξεις:

- Από τη θετική συσχέτιση της μέσης απόδοσής που κατέγραφαν οι δύο δείκτες κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης το 2008.
- Από το συναφές L-shape pattern που ακολουθεί και τα αντίστοιχα peaks που εμφανίζει η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητά τους.
- Από τη συναφή μεταβολή του peak του πρώτου πεντάλεπτου, τόσο κατά το 2008 όσο και κατά το 2009.

4.5. Η ερμηνεία των peaks για τους δείκτες ΓΔ και DAX.

Για την ερμηνεία των peaks του ΓΔ και του DAX, αποτυπώνουμε τα patterns που βρέθηκαν για την ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα τους, στο ίδιο διάγραμμα. Παρατηρούμε ότι εμφανίζουν ταυτόχρονα peaks σε 3 χρονικές στιγμές: 14:00, 15:30 και 17:00.



Η παράλληλη πορεία των αγορών, η οποία τεκμηριώνεται από τα παραπάνω ταυτόχρονα peaks, οφείλεται στους εξής παράγοντες:

- Στην αλληλεπίδραση των δύο χρηματιστηρίων.
- Στις προγραμματισμένες ανακοινώσεις των δικτύων ενημέρωσης (π.χ. Reuters, Bloomberg) στις 15:30 (ώρα Ελλάδος). Τα δίκτυα αυτά ανακοινώνουν καθημερινά ειδήσεις που αφορούν όλους τους τομείς της οικονομίας και της επιχειρηματικότητας, σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρουσιάζουν μακροοικονομικά δεδομένα όπως ο πληθωρισμός και η απασχόληση και οι ειδήσεις αυτές έχουν τεράστια απήχηση στο παγκόσμιο επενδυτικό κοινό. Έτσι οι επενδυτές εκτιμούν τα νέα δεδομένα και προσαρμόζουν τις θέσεις τους. Επομένως, πιθανή αιτία των peaks των ΓΔ και DAX στις 15:30 είναι οι προγραμματισμένες δηλώσεις των δικτύων ενημέρωσης.
- Στο άνοιγμα της αμερικανικής αγοράς στις 16:30 (ώρα Ελλάδος). Η επιρροή της αμερικανικής αγοράς είναι γεγονός και έχει αποδειχτεί σε πλήθος ερευνών. Στα patterns που βρέθηκαν είναι εμφανές ότι η volatility αυξάνεται μετά τις 16:30 και δημιουργούνται κάποια peaks στις 17:00. Επομένως πιθανή αιτία των peaks στις 17:00 είναι το άνοιγμα του NYSE.

4.6. Η ερμηνεία των intra day volatility patterns.

Η ερμηνεία τόσο των διαφόρων patterns που έχουν βρεθεί όσο και των peaks που παρατηρούνται δεν είναι εύκολη. Ερμηνείες που έχουν δοθεί, συνδέονται άμεσα με τα χαρακτηριστικά της αγοράς και την λειτουργία των χρηματιστηρίων.

Αρχικά οι Amihud and Mendelson (1991) ανέφεραν την επίδραση της πληροφορίας (overnight information) στην volatility των πρώτων λεπτών. Οι ειδήσεις που έρχονται στο φως μετά το κλείσιμο της αγοράς κάνουν τους επενδυτές πιο δραστικούς στο άνοιγμα του χρηματιστηρίου. Κατά το άνοιγμα όλες οι πληροφορίες πρέπει να μετατραπούν σε τιμές. Οι Tan and Guo αναφέρουν «οι πληροφορίες έχουν τεράστια επίδραση στη volatility κατά το άνοιγμα της συνεδρίασης». Άλλη αναφορά γίνεται από τους Stoll and Whaley το 1990 ενώ οι Beny and Howe (1994) αναφέρουν ότι «η σημαντική είδηση είναι αιτία ενός τέτοιου peak». Τα επόμενα χρόνια οι Foster and Viswanathan (1993) και Holden and Subrahmanyam (1992) υιοθέτησαν την αρχική υπόθεση των Amihud and Mendelson και συμπλήρωσαν τις ενέργειες των market makers.

Η επίδραση των market makers είχε αναφερθεί πιο παλιά από τον Kyle (1985) και οι αναφορές σε αυτούς είναι συχνές. Οι market makers εκτελούν μαζεμένες εντολές έχοντας εσωτερική πληροφόρηση για τη ζήτηση κάθε μετοχής. Τους δίνεται επομένως η δυνατότητα να ανοίξουν μια μετοχή σε αρκετά υψηλότερα ή χαμηλότερα επίπεδα. Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις τα ανοίγματα έχουν υψηλές διακυμάνσεις και τα πρώτα 20 με 40 λεπτά είναι πιο ευμετάβλητα. Χαρακτηριστικό είναι ότι την πρώτη μιάμιση ώρα έχουμε συνήθως το 40% περίπου του συνολικού όγκου ολόκληρης της ημέρας, ενώ έχει αποδειχτεί ότι αύξηση του όγκου συνεπάγεται και αύξηση της volatility.

Ποιες όμως ερμηνείες δίνουν πρόσφατες έρευνες; Σύμφωνα με τους Ozenbas, Schwartz and Wood (2002) το μεγάλο καρφί στο άνοιγμα της συνεδρίασης δημιουργείται στην προσπάθεια που καταβάλλεται να βρεθούν γρήγορα εκείνες οι τιμές ανοίγματος που είναι εναρμονισμένες με τις standard/επικρατούσες τιμές. Από την άλλη, το καρφί πριν το κλείσιμο αντανακλά την πίεση των επενδυτών να ολοκληρώσουν το σύνολο των εντολών τους και να κλείσουν τη θέση τους. Επίσης, αναλύει βαθύτερα τους παράγοντες «είδηση» και «market makers».

Στην πληροφορία παίζει σημαντικό ρόλο ο χρόνος, ο τόπος και από ποιον δημοσιεύεται. Παραδείγματος χάρη μια είδηση από κυβερνητικό στέλεχος λίγο πριν το

άνοιγμα της συνεδρίασης περί δυσοίωνων οικονομικών προβλέψεων θα έχει και τις ανάλογες επιπτώσεις στη διακύμανση του ανοίγματος.

Στο ρόλο των θεσμικών επενδυτών σημασία έχουν τα χαρακτηριστικά αυτών, δηλαδή πως ενεργούν σε μια κρίσιμη στιγμή, αν αποφεύγουν να κάνουν συναλλαγές στο άνοιγμα ή όχι, εάν προχωρούν σε συναλλαγές με μεγάλο κίνδυνο ή είναι συγκρατημένοι κ.τ.λ.

Τέλος τα αίτια των peaks ανάγονται και στην ίδια τη δομή των χρηματιστηρίων (ωράριο, διαδικασία συναλλαγών, τυχόν διακοπή για διάλειμμα και άλλα), καθώς και στην αλληλεξάρτηση των αγορών, αφού παίζει ρόλο εάν οι αγορές λειτουργούν τις ίδιες ώρες ή αν μια αγορά ανοίγει αφού έχει κλείσει κάποια άλλη αγορά με την οποία συνδέεται. Μάλιστα, όπως αναφέρθηκε είναι πλέον συχνό το φαινόμενο για τα ευρωπαϊκά χρηματιστήρια να επηρεάζονται από το άνοιγμα του Χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης και να εμφανίζουν κάποιο peak στη μέση της συνεδρίασης τους.

РАНЕКЪМЪО РЕПАА

5. Ανακεφαλαίωση και Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα των χρηματιστηριακών αγορών Αθηνών, Φραγκφούρτης και Νέας Υόρκης. Εξετάστηκαν τα διαστήματα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2008 και Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2009, που αποτελούν περιόδους ιδιαίτερης σημασίας λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

Υπολογίστηκαν οι % μέσες αποδόσεις και η ενδοσυνεδριακή μεταβλητότητα σε διαστήματα πέντε λεπτών των τριών δεικτών για τις δύο περιόδους, χρησιμοποιώντας τις λογαριθμοποιημένες αποδόσεις τους.

Εντοπίστηκε σημαντικά υψηλή μεταβλητότητα την περίοδο του 2008 που η κρίση βρισκόταν στο αποκορύφωμά της και ηπιότερη το 2009, όταν η ανασφάλεια των επενδυτών σχετικά με την τύχη του χρηματοοικονομικού συστήματος είχε περιοριστεί.

Βρέθηκε επίσης θετική συσχέτιση του ελληνικού και του γερμανικού χρηματιστηρίου (test του Pearson), καθώς και επιρροή της αμερικανικής χρηματιστηριακής αγοράς στις ευρωπαϊκές.

Η μεταβλητότητα του ΓΔ ακολουθεί ένα pattern τύπου L shape με peaks στις 14:00 και 14:45, του DAX επίσης L shape με peaks στις 15:30 και εμφανή άνοδο μετά τις 16:30 και του DJ ένα U shape pattern.

Τα ευρήματα είναι σε συμφωνία με παλαιότερες έρευνες. Μάλιστα, βρέθηκαν τα ίδια peaks με αυτά των Harju and Hussain (2006) για τον δείκτη της Γερμανίας.

Η εξήγηση για τα πιο πάνω ευρήματα θα πρέπει να αναζητηθεί στην επίδραση που ασκούν οι εξής παράγοντες :

- Η αλληλεπίδραση των αγορών.
- Οι προγραμματισμένες ανακοινώσεις των δικτύων ενημέρωσης.
- Ο ετεροχρονισμός στο άνοιγμα της αμερικανικής αγοράς και των ευρωπαϊκών αγορών.
- Overnight information.
- Market makers.

РАНЕКЪМЪО РЕПАА

6. Σημεία που πρέπει να προσεχθούν κατά την πραγματοποίηση αντίστοιχων εμπειρικών ερευνών

Κατά τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των τιμών και ειδικότερα της μεταβλητότητας τους στις επιμέρους χρηματιστηριακές αγορές, αντιμετωπίζονται σημαντικά προβλήματα, τα οποία οφείλονται στην ιδιαιτερότητα της κάθε αγοράς και ειδικότερα στις ώρες λειτουργίας της, στον τρόπο εκτέλεσης των εντολών, στον τρόπο διαμόρφωσης των τιμών κλεισίματος, στις διαδικασίες ανοίγματος και κλεισίματος (π.χ. λειτουργία προ-συνεδρίασης), στον βαθμό αποτελεσματικότητας των αγορών, στις διαφορές ως προς την τήρηση δεδομένων των συνεδριάσεων κ.ο.κ.

Όμως, οι εξελίξεις στην Πληροφορική και την τεχνολογία γενικότερα, σε συνδυασμό με την παγκοσμιοποίηση των αγορών, αμβλύνουν διαρκώς τις διαφορές αυτές και περιορίζουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο ερευνητής της μεταβλητότητας των τιμών στα χρηματιστήρια αξιών και παραγώγων.

Πάντως, σε κάθε περίπτωση, τα προβλήματα αυτά επηρεάζουν λιγότερο τα αποτελέσματα των αντίστοιχων ερευνών, αν συντρέχουν οι εξής προϋποθέσεις [Ozenbas, Schwartz and Wood (2002)] :

- Μεγάλα δείγματα
- Κανονικότητα των δειγμάτων
- Επικέντρωση στο άνοιγμα της συνεδρίασης
- Συνεκτίμηση της δομής και των γενικότερων χαρακτηριστικών της αγοράς
- Χρήση πολυμεταβλητών υποδειγμάτων, ώστε να εντοπίζεται η συμβολή των επιμέρους παραμέτρων στη μεταβλητότητα των τιμών.

РАНЕКЪМЪО РЕПАА

7. Βιβλιογραφία

1. Abhyankar, A. H., D. Gosh, E. Levin, and R. J. Limmack, (1994) "Bid-Ask Spreads, Trading Activity and Trading Hours: Intraday Evidence from the London Stock Exchange", *Journal Of Business Finance and Accounting*, 24(3/4), 343-362.
2. Amihud, Yakov and Haim Mendelson, (1987) "Trading Mechanisms and Stock Returns: An Empirical Investigation", *Journal of Finance* 42, 533-553.
3. Andersen, Torben, Tim Bollerslev, and Asish Das, (2001) "Variance-ratio Statistics and High-frequency Data: Testing for Changes in Intraday Volatility Patterns" , *Journal of Finance*, 56, 305-27.
4. Barber, Brad, and Terrance Odean, (2000) "Too many Cooks Spoil the Profits: Investment Club Performance", *Financial Analyst Journal*, January/February, 17-25.
5. Bessembinder and Rath, (2008) "Does Market Structure Matter? Trading Costs and Return Volatility Around Exchange Listings", June 2008, Curtin University of technology.
6. Bildik R, (2001) "Intra-day Seasonalities on Stock Returns: Evidence from the Turkish Stock Market", *Emerg. Markets Rev* 2:387-417.
7. Blume Lawrence, Easley David, O'Hara Maureen, (1994) "Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume", *The Journal of Finance*, Vol. 49, No. 1 (Mar., 1994), pp. 153-181.
8. Cheung, Y., (1995) "Intraday Returns and the Day-end Effect: Evidence from the Hong Kong Equity Market", *Journal of Business Finance and Accounting*, October, 1023-1035.
9. Cheung, Yan-Leung, Ho, Richard Yan-ki, Poope, Peter and Draper, Paul, (1994) "Intraday Stock Return Volatility: The Hong Kong Evidence", *Pacific-Basin Finance Journal*, 2, 261-276.
10. Conover M. J., Johnson Mark E. and Johnson Myrie M. (1981), "A Comparative Study of Tests for Homogeneity of Variances, With Applications to the Outer Continental Shelf Bidding Data", *Technometrics*, vol.23, No4, November 1981.
11. Copeland L, Jones SA (2002), "Intradaily Patterns in the Korea Index Futures Market", *Asian Econ J* 16(2):153-174
12. Dejong, F., T. Nijman, and A. Roell, (1993) "A Comparison of the Cost of Trading French Shares on the Paris Bourse and on SEAQ International", LSE Financial Markets Group Discussion Paper No. 169, London School of Economics.
13. Eaves, James, and Jeffrey Williams, (2007) "Walrasian tâtonnement auctions on the Tokyo Grain Exchange", *Review of Financial Studies*, 20:1183-1218.

14. Fei Ren and Wei-Xing Zhou, (2008) "Multiscaling Behavior in the Volatility Return Intervals of Chinese Indices", *EPL*, 84, (2008) 68001.
15. Fleming Michael J. and Remolona Eli M., (1999) "Price Formation and Liquidity in the U.S. Treasury Market: The Response to Public Information", *The Journal of Finance*, Vol. 54, No. 5 (Oct., 1999), pp. 1901-1915.
16. Foster, F. D., and S. Viswanathan, (1993) "Variations in Trading Volume, Returns Volatility and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models," *Journal of Finance*, 48, 187-211.
17. Gerety, Mason S., and Harold Mulherin, (1994) "Price Formation on Stock Exchanges: The Evolution of Trading within the day, *Review of Financial Studies* 7, 609-629.
18. Glezakos Michalis, Merika Anna and Kaligosfiris Haralambos, (2007) "Interdependence of Major World Stock Exchanges: How is the Athens Stock Exchange Affected?", *Journal of Finance and Economics*, Issue 7
19. Handa Puneet and Schwartz Robert A., (1996) "Limit Order Trading", *The Journal of Finance*, Vol. 51, No. 5 (Dec., 1996), pp. 1835-1861.
20. Harju Kari and Hussain Syed Mujahid, (2006) "Intraday Seasonalities and Macroeconomic News Announcements", *meddelanden working papers* , 512 (2006).
21. Harris Lawrence, (1986) "A Transaction Data Study of Weekly and Intradaily Patterns in Stock Returns", *Journal of Financial Economics* 16 (1986), 99-117, North-Holland.
22. Hasbrouck, Joel, and Robert A. Schwartz (1988), "Liquidity and Execution Costs in Equity Markets", *Journal of Portfolio Management*, Spring, 10-16.
23. Hong Harrison and Wang Jiang, (2000) "Trading and Returns under Periodic Market Closures", *The Journal Of Finance*, Vol. LV, NO. 1, February 2000.
24. Hussain Syed Mujahid, 2008 "The Intraday Behaviour of Bid-Ask Spreads, Trading Volume and Return Volatility: Evidence from XDAX30" , unpublished.
25. Jain, P.C. and Joh, G.H., (1988) "The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23, 269-283.
26. Lam, Peter H.L. and Tong, Wilson H.S., (1999) "Interdaily Volatility in a Continuous Order-Driven Market", *Journal of Business Finance and Accounting*, 26, 7/8, 1013-1036.
27. Lockwood Larry J. and Linn Scott C., (1990) "An Examination of Stock Market Return Volatility During Overnight and Intraday Periods", 1964-1989, *The Journal Of Finance*, 45:591-602, June 1990.

28. Ozenbas Deniz, (2006) "Pattern of Short-term Volatility Accentuation within the Trading Day : An Investigation of the US and European Equity Markets", *Business & Economics Research Journal*, vol.5, number 2, February 2006.
29. Ozenbas D, Schwartz RA, Wood RA, (2002) "Volatility in US and European equity markets: An Assessment of Market Quality", *Int. Finance* 5(3):437–461.
30. Pagano, M., and A. Roell, (1991), "Dually Traded Italian Equities: London vs. Milan," CEPR Discussion Paper No. 564, London.
31. Pascual Roberto and Veredas David, (2009) "Does the Open Limit Order Book Matter in Explaining Informational Volatility?", *Journal of Financial Econometrics*, 1-31.
32. Prince, Philip, (1982) "Day of the week effects: Hourly data", Manuscript (University of Chicago, Chicago, IL).
33. Stoll, Hans R., (2000), "Friction", *Journal of Finance* 55, 1479 – 1514.
34. Tian Gary Gang and Guo Mingyuan, (2007) "Interday and intraday volatility: Additional evidence from the Shanghai Stock Exchange", *Rev Quant Finan Acc* (2007) 28:287–306.
35. Tang, Gordon Y. N. and Lui, David T. W. (2002), "Intraday and Intra-week Volatility Patterns of Hang Seng Index and index futures, and a test of the Wait-to-trade Hypothesis", *Pacific-Basin Finance Journal*, 10, 475-495.
36. Weinberg, Steven A., (2001), "Interpreting the volatility smile: An examination of the International content of Options Prices", *International Finance Discussion Papers*, No 706, Federal Reserve Board Washington, D.C.
37. Werner Ingrid M. and Kleidon Allan W., (1996) "U.K. and U.S. Trading of British Cross-Listed Stocks: An Intraday Analysis of Market Integration", *The Review of Financial Studies*, Vol. 9, No. 2, pp. 619-664.
38. Wood Robert A., Mc Inish Thomas H., and Ord J. Keith, "An Investigation of Transactions Data for NYSE Stocks", *The Journal Of Finance*, 40:723-739.

РАНЕКЪМЪО РЕПАА